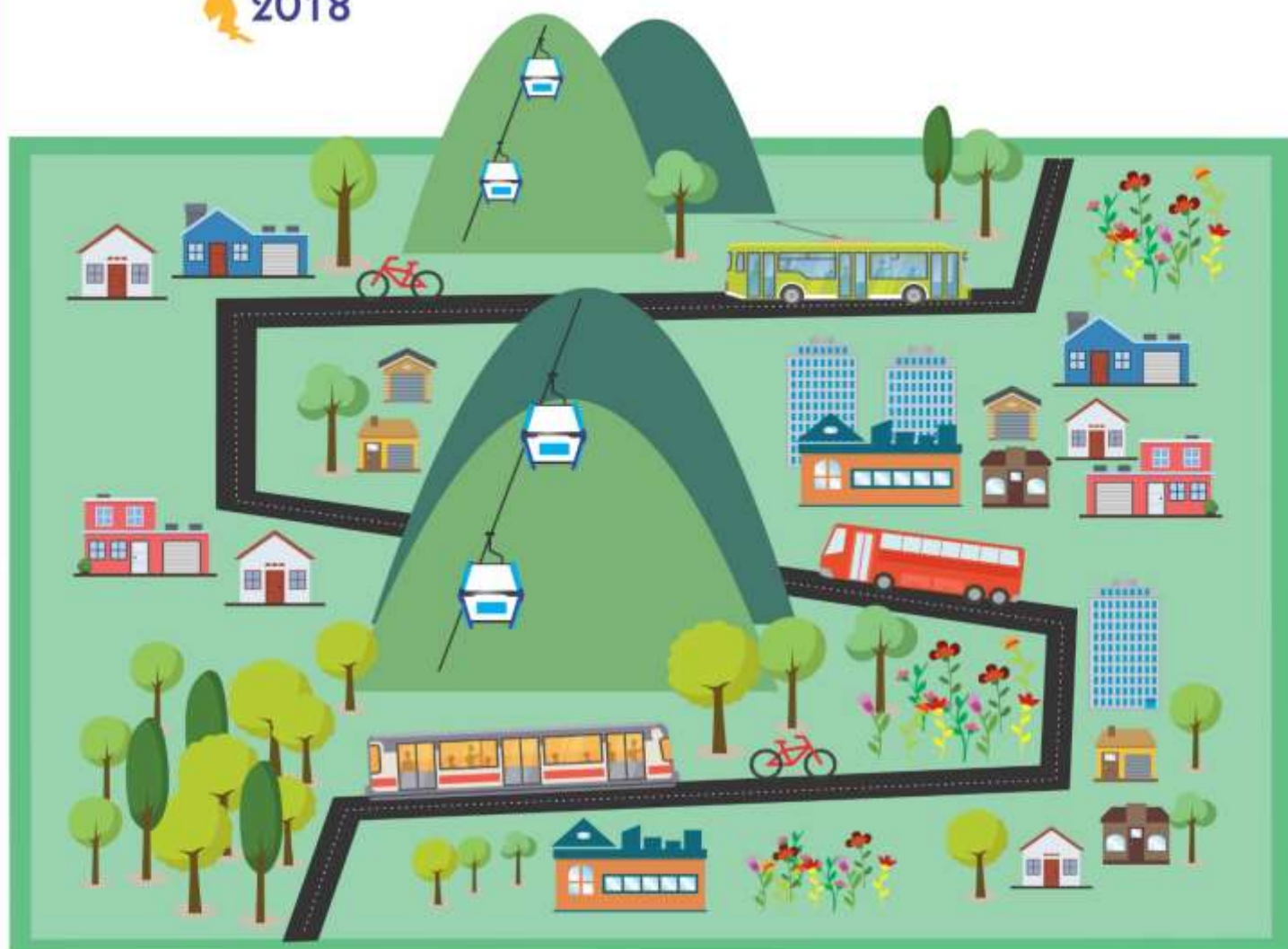


# XX CONGRESO LATINOAMERICANO DE TRANSPORTE PÚBLICO Y URBANO

*Innovando para repensar el Transporte Urbano*



23 al 26 de Julio de 2018  
Medellín - Colombia



## LIBRO DE ACTAS

# **Innovando para repensar en el transporte urbano**

XX Congreso Latinoamericano de Transporte  
Público y Urbano

23 a 26 de julio 2018

Medellín, Colombia

Asociación Latinoamericana de Transporte Público y Urbano (ALATPU).  
Innovando para repensar en el transporte urbano. Actas del XX Congreso  
Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. 23 al 27 de julio 2018. Medellín.  
ALATPU, 2018. 1361 pág..

ISBN 978-9974-8654-1-9

**DISEÑO, EDICIÓN Y MONTAJE**

Carmen Velásquez. Rosa Virginia Ocaña, Joheni Urdaneta.

ALATPU

Grupo Elis

Los Congresos Latinoamericanos de Transporte Público y Urbano (CLATPU) tienen como objetivo fundamental el intercambio de experiencias de orden práctico entre ciudades y países de nuestra región, la disseminación del conocimiento y del avance teórico que nuestros países experimentan y la discusión sobre las particularidades de determinados temas considerados de relevancia para el transporte y la movilidad en general, y en particular para el transporte público en el contexto del desarrollo urbano sustentable.

Para la satisfacción de los objetivos de mejorar la movilidad con inclusión social, los principales debates en los CLATPU se centran en como lograr mayor eficiencia e incrementar la calidad de los servicios públicos bajo las siguientes premisas:

- La tecnología es una condición necesaria, más no suficiente para lograr un sistema de transporte equitativo.
- Los desafíos a enfrentar respecto de las intervenciones públicas se vinculan más con aspectos de orden institucional que con la aplicación de tecnologías innovadoras para los sistemas de transporte, ya que en la mayoría de nuestros países se detecta la necesidad de implementar cambios profundos en cuanto al rol de las organizaciones gubernamentales y los operadores, redefiniendo las relaciones entre ambos.
- La distribución de los costos del transporte de una manera más equitativa entre los que se benefician de los sistemas, no solo de manera directa, sino también indirecta.
- La necesidad de diseñar e implementar sistemas sustentables de transporte que consideren los condicionantes sociales, económicos y ambientales

En esta XX Edición, el tema central es innovando para repensar el transporte urbano.

## **COMITÉ DE HONOR**

Germán Cardona Gutierrez. *Ministro de Transporte, Colombia*

Andrés Cháves. *Vice Ministro de Transporte, Colombia*

Alejandro Maya. *Director General Agencia de Seguridad Vial, Colombia*

Pedro Benumea. *Decano Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia, Colombia*

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

Juan Gonzalo Jaramillo. Asesor Despacho Ministro de Transporte, Colombia

Viviana Tobón. Subdirectora Movilidad Área Metropolitana Valle de Aburrá, Colombia

Jorge Córdoba. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Colombia (Medellín)

William Castro. Universidad Nacional de Colombia (Bogotá)

Patricia Brennan. ALATPU, Argentina

Rosa Virginia Ocaña. ALATPU, Venezuela

María Adelaida Russi. Metro de Medellín, Colombia

Andrés Fernández. Metro de Medellín, Colombia

Diana Giraldo. Metro de Medellín, Colombia

Lourdes Alanis. Grupo Elis Meetings Management, Uruguay

## **COMITÉ TÉCNICO INTERNACIONAL**

Patricia Brennan, Argentina

Orlando Strambi, Brasil

Carlos Contreras, Costa Rica

William Castro, Colombia

Oscar Figueroa, Chile

César Arias, Ecuador

Bernardo Navarro, México

Juan Tapia, Perú

Gonzalo Márquez, Uruguay

Rosa Virginia Ocaña, Venezuela

## **COMITÉ DE SELECCIÓN**

Alicia Rivera, Argentina

William Castro, Colombia

Oscar Figueroa, Chile

Rosa Virginia Ocaña, Venezuela

## Organizan



Fundación Latinoamericana  
de Transporte Público y Urbano



Universidad Nacional de Colombia  
Sede Medellín

## Apoya



**MinTransporte**  
Ministerio de Transporte

## Sponsor



## Secretaría



**GRUPO ELIS**  
MEETINGS MANAGEMENT



# INDICE

<b>Área Temática</b>	<b>Pág.</b>
Ambiente .....	7
Desarrollo Urbano y Transporte .....	80
Economía y Financiamiento .....	116
Gestión y Operación del Transporte .....	174
Gobernanza, Políticas Públicas y Regulación .....	394
Modos no Motorizados .....	546
Movilidad, Equidad e Inclusión .....	658
Planificación y Modelación .....	878
Psicología del Transporte .....	1097
Seguridad Vial .....	1144
Sistema de Cables Urbanos en Latinoamérica .....	1289
Transporte de Carga .....	1323



**AMBIENTE**



# **PROPOSTA DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE) NOS DESLOCAMENTOS URBANOS EM UMA GRANDE CIDADE BRASILEIRA COM A UTILIZAÇÃO DE HIDROVIA**

**Bruna Renata Cavalcante de Barros**

MSc, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Brasília, Distrito Federal, Brasil  
buru.renata@gmail.com

**Eliezé Bulhões de Carvalho**

DSc, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Brasília, Distrito Federal, Brasil,  
eliezec@gmail.com

**Adriano de Carvalho Paranaíba**

DSc, Instituto Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, adr.paranaiba@gmail.com

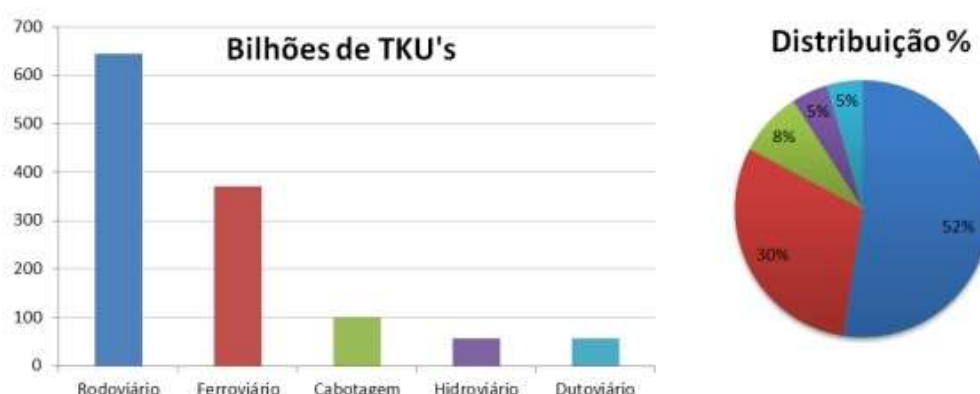
## **RESUMO**

No cenário atual, o setor de transportes, por ainda ser majoritariamente dependente de combustíveis fósseis, é responsável por uma importante parcela da emissão de gases poluentes, e pela redução da qualidade do ar. A crescente taxa de urbanização traz consigo a necessidade de aumento da capacidade de transporte de passageiros e de cargas nos centros urbanos. Dessa maneira, proporcionar a mobilidade urbana em conjunto com a redução da emissão de poluentes tem sido um desafio para governantes de grandes centros. O presente trabalho tem o objetivo de investigar a possível contribuição de vias fluviais para mitigar a emissão de CO<sub>2</sub> no transporte urbano coletivo de passageiros. Foram apresentados aspectos teóricos de políticas de transportes e de emissão de CO<sub>2</sub>, bem como a explicitação de metodologia para cálculo deste poluente. Em seguida, foram efetuados cálculos baseados nos dados atuais de transporte rodoviário coletivo em um trecho específico da Marginal Tietê, rodovia que margeia o rio de mesmo nome, localizada em São Paulo, a mais populosa cidade brasileira. Em seguida, foram calculadas as emissões do poluente para uma simulação de transporte fluvial para o segmento correspondente. Os resultados foram comparados, e foram explicitadas as conclusões e as recomendações para estudos futuros.

## **1. INTRODUÇÃO**

Estima-se que o setor de transportes seja responsável por 14% do total de emissões globais de dióxido de carbono (IPCC, 2014). A matriz de transportes brasileira ainda tem forte tendência rodoviária, com 52% da carga movimentada, enquanto apenas 5% são transportados pelo modo hidroviário. A Figura 1 apresenta a participação de cada modo, com percentuais estimados em Toneladas-Quilômetro-Úteis (TKU). O Plano Nacional de Logística de Transportes (MT, 2011) declarou intenção de equilibrar essa distribuição, e aponta para uma maior utilização de modos não rodoviários.

**Figura 1: Distribuição modal da matriz brasileira de transporte de cargas. Fonte: PNLT (2011).**



Durante a 21ª Conferência das Partes (COP-21) em 2015, foi aprovado o Acordo de Paris para reduzir emissões de gases do efeito estufa (GEE), no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC). O objetivo é limitar o aumento da temperatura global a menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais. Como signatário do documento, o Brasil assumiu o compromisso de adotar medidas para reduzir a emissão de GEE, por meio da Contribuição Nacionalmente Determinada – NDC (MCTIC, 2017). Em outras palavras, o país precisa alcançar metas de emissões de Gases do Efeito Estufa: redução em 37% para 2025 e em 43% para 2030. Foram feitos estudos para estabelecer estratégias para o cumprimento dessas medidas, os quais apontaram que a adoção de atividades de baixo carbono poderia contribuir para reduzir emissões em 60,4 MtCO<sub>2</sub>e para 2025 e 211,1 MtCO<sub>2</sub>e em 2030.

O senso comum associa a poluição nas ruas à circulação de veículos velhos e grandes. Em geral, esses veículos emitem mais fumaça preta do que os demais, o que colabora para essa percepção. Entretanto, essa linha de pensamento considera apenas um tipo de poluente, o material particulado, e desconsidera a capacidade e produtividade dos veículos. No transporte de passageiros, por exemplo, um ônibus com capacidade para transportar 70 passageiros equivale a 40 automóveis nas ruas, se considerarmos uma média inferior a dois passageiros por veículo. Conclusão: o transporte coletivo gera menos poluição por passageiro transportado do que no transporte individual. Por isso, quantificar as fontes móveis de emissão de GEE de forma relativa é fundamental para formular políticas públicas de transporte e de trânsito mais efetivas (CARVALHO, 2011).

A Marginal Tietê, oficialmente denominada Rodovia Professor Simão Faiguenboim, ou SP-15 (SÃO PAULO, 1991), é uma via importante da maior cidade brasileira, que liga as regiões Oeste, Norte e Leste de São Paulo, que comporta até 1,2 milhão de viagens por dia útil (DERSA, 2018). São frequentes os congestionamentos na rodovia (SÃO

PAULO, 2013) que, como o nome sugere, margeia o ambientalmente degradado Rio Tietê, que não é utilizado para navegação no trecho urbano. Entretanto, o corpo hídrico tem larguras que indicam potencial para receber embarcações capazes de transportar, em uma só viagem, centenas de passageiros. A Figura 2 ilustra a Marginal Tietê congestionada.

**Figura 2: Marginal Tietê congestionada. Fonte: (Fraissat 2015).**



## **2. EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> – ASPECTOS TEÓRICOS**

Diversos poluentes presentes na queima de combustíveis para a movimentação dos veículos são nocivos à saúde humana. Entretanto, no presente trabalho a metodologia adotada restringe-se às emissões diretas de CO<sub>2</sub>. A escolha se deu porque o cálculo de emissões de dióxido de carbono proveniente dos motores movidos a diesel, objeto de análise deste trabalho, apresenta-se com o maior nível de confiabilidade entre os gases do efeito estufa, como CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, por exemplo (IPCC, 2014). As emissões indiretas, por sua vez, tendem a ser difusas e difíceis de monitorar diretamente (IPCC, 2006).

Na presente pesquisa o cálculo da emissão de CO<sub>2</sub> foi feito com base na metodologia do Painel Internacional de Mudanças do Clima (IPCC). Esta é a base metodológica adotada pelo Governo Federal para o SIRENE – Sistema de Registro Nacional de Emissões (MCTIC, 2017). Em outubro de 2017, o Governo Federal publicou decreto (BRASIL, 2017) que instituiu o SIRENE como instrumento oficial para a disponibilização de resultados de emissões de GEE.

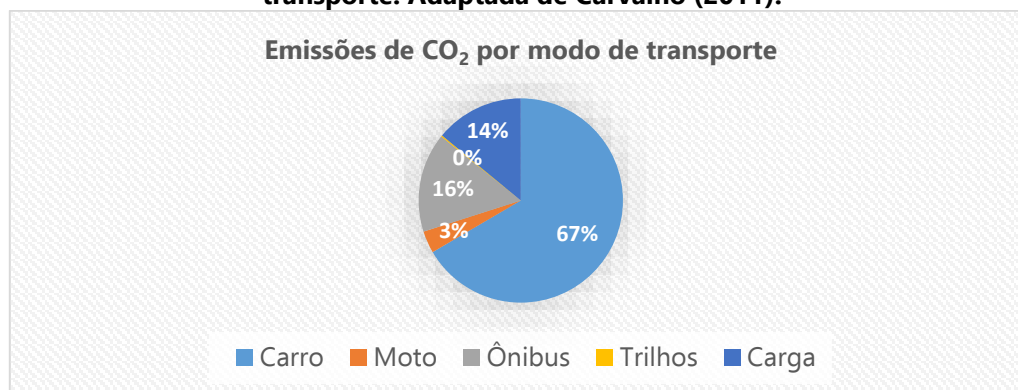
O IPCC é a principal organização para avaliação das mudanças climáticas. Ele foi estabelecido em 1988 pelo Programa Ambiental das Nações Unidas – UNEP – e pela Organização Mundial de Meteorologia – WMO. O objetivo é dotar o mundo de uma

visão científica clara sobre os conhecimentos existentes sobre mudanças no clima e o potencial impacto potencial delas no meio ambiente, na economia e na sociedade. O Brasil é um dos 195 membros do Painel, que conta com a colaboração de milhares de cientistas ao redor do mundo (IPCC, 2017). Atualmente, uma das vice-presidências da organização é ocupada pela brasileira Thelma Krug, pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Em 2009 foi criado o Painel Brasileiro sobre Mudanças no Clima. A iniciativa conta com mais de 300 pesquisadores responsáveis por compilar e analisar toda a produção científica a respeito do assunto (BRASIL, 2014), com o apoio da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais, Rede Clima, estabelecida em 2007.

O IPCC estabeleceu diretrizes para inventários de GEE (IPCC, 2006). O relatório traz orientações para compilação de dados nacionais sobre emissão de GEE e é estruturado para que qualquer país produza estimativas de emissões e remoções desses gases. É esse o método explorado no estudo de caso do presente trabalho. Na maior parte dos países, os sistemas de energia são orientados para combustíveis fósseis. Durante a combustão, o carbono e o hidrogênio se convertem em Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O), liberando a energia química do combustível em forma de calor. Esse calor é usado para gerar eletricidade ou para o transporte. Em geral, o setor de energia é o que mais emite Gases do Efeito Estufa, e é o responsável por 90% das emissões de CO<sub>2</sub> e 75% de todos os GEE em países desenvolvidos. O setor de transportes, por sua vez, é responsável por um quarto das emissões, e o restante corresponde às atividades da Indústria (IPCC, 2006).

No modo rodoviário, os sistemas de ônibus correspondem a 60% dos deslocamentos urbanos e mais de 95% dos intermunicipais. Já os automóveis e comerciais leves têm menos de 30% de participação no total das viagens. Estima-se que no Brasil o transporte individual responda por mais de 60% das emissões de CO<sub>2</sub> nos centros urbanos, e o transporte público coletivo, 25% das emissões (CARVALHO, 2011). Conclui-se que o sucesso de políticas ambientais para o transporte implica o incentivo à substituição do individual pelo coletivo. Nesse sentido, o transporte aquaviário apresenta-se como alternativa que pode aliar o contato com a natureza à fuga dos congestionamentos. A Figura 3 apresenta a distribuição em percentuais das emissões, separadas por modo, consideradas viagens iguais.

**Figura 3: Distribuição das emissões de CO<sub>2</sub> nos centros urbanos brasileiros por modo de transporte. Adaptada de Carvalho (2011).**



### 3. O TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS EM SÃO PAULO

Na mais recente ação proposta para melhorar a mobilidade urbana, a Prefeitura de São Paulo lançou edital de licitação para a concessão dos ônibus, que prevê a reformulação de linhas, com um prazo de transição de três anos para a total implementação do novo modelo. No documento, a Prefeitura estima ampliar o atendimento em números absolutos, com 100 mil lugares extras, para fazer frente a uma demanda de quase um milhão de pessoas em dias úteis (SÃO PAULO, 2018). Outra mudança é o aumento da média de lugares por veículo: dos atuais 76, com a nova rede serão 89 passageiros (Tabela 1).

**Tabela 1. Oferta de Lugares com a nova rede. Fonte: (São Paulo, 2018)**

	Atual	Nova Rede
Oferta de Lugares (nº absoluto)	1.033.354	1.139.010
Oferta de lugares por veículo (média)	76	89
Demanda (dia útil)	9.330.040	10.282.094

A simulação para o presente trabalho será feita para um trecho de 10 quilômetros de extensão da Marginal Tietê, no município de São Paulo, entre duas pontes: Aricanduva e das Bandeiras. A escolha justifica-se por se tratar do primeiro trecho de faixas exclusivas implantadas na Marginal Tietê pela Prefeitura de São Paulo, ação inserida na Operação Dá Licença para o Ônibus, implementada em 2013 (SÃO PAULO, 2013). Pela Marginal do Tietê circulam 30 linhas de ônibus municipais, transportando 211 mil passageiros por dia. No sentido Rodovia Castello Branco, são 17 linhas, que levam 113 mil passageiros. No sentido oposto, em direção à Rodovia Ayrton Senna, são 13 linhas, e 98 mil passageiros (*Ibidem*). A figura 4 ilustra a região analisada no presente artigo.

**Figura 4 - Visão de satélite do trecho estudado. Fonte: (Google Maps, 2018).**



#### **4. EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> NA MARGINAL E NO RIO TIETÊ**

Com base na metodologia do IPCC (2006), as emissões foram estimadas pela distância percorrida pelos veículos e o combustível consumido por eles, conforme o nível 2 do método. Foram usados dados nacionais específicos para fatores de emissão, de acordo com a idade dos veículos, por meio da equação 1:

$$\text{ConsumoCombustível} = \sum_{j,t} (\text{Veículos}_j \times \text{Distância}_{i,j,t} \times \text{Consumo}_{i,j,t}) \quad (1)$$

em que ConsumoCombustível: consumo total estimado de combustível (L)

Veículos: número de veículos com combustível tipo j

Distância: distância anual percorrida por veículos com combustível do tipo j (km)

Consumo: consumo médio de combustível por veículo (L/km)

Para determinação das emissões de CO<sub>2</sub> foi utilizado o nível 1 do método, que permite usar o fator de emissões, relacionado ao consumo de combustível, por meio da Equação 2:

$$\text{Emissões} = \sum a [\text{ConsumoCombustível} \times \text{FEa}] \quad (2)$$

em que Emissões: Emissões diretas de CO<sub>2</sub> (T)

ConsumoCombustível: consumo total estimado de combustível (L)

FEa: fator de emissão (kg/L) e

a: tipo de combustível (diesel)

Para calcular as emissões por passageiro quilometro de cada modo de transporte, foi utilizada a metodologia do IPEA, expressa pela Equação 3:

$$E_{pkm} = E_{km} / O_c \quad (3)$$

em que: E<sub>pkm</sub> – emissões por passageiro/quilômetro do modo de transporte (kg de CO<sub>2</sub> /pass.km);

E<sub>km</sub>- emissões quilométricas de carbono do modo (kg de CO<sub>2</sub>/km);

O<sub>c</sub>- Ocupação média do modo (passageiros).

#### 4.1. Cálculo de emissão de CO<sub>2</sub> no transporte hidroviário de passageiros – Rio Tietê

A escolha da embarcação proposta no presente trabalho foi feita com base em um tipo de embarcação utilizado para transporte hidroviário regular em Belém/PA, com capacidade para 368 passageiros (ARCON, 2014). Como os dados da ARCON (2014) são expressos em kg/HP/hora, foram efetuadas conversões. Para obter o consumo em litros de diesel, foi utilizada densidade de 0,852 (PETROBRAS, 2018). Para calcular o consumo em litros por quilômetro, foi considerada a velocidade de 10 nós, ou 18,52 km/h (ANTAQ, 2007). Esses cálculos estão sistematizados na Tabela 1.

**Tabela 2: Características da embarcação proposta. Adaptado de ARCON (2014).**

Características	Valores
Consumo de diesel do motor (kg/HP/Hora)	0,18
Densidade do óleo combustível	0,852
Potência do motor	368 HP
Fator de utilização de potência do motor	0,75
Velocidade média da embarcação (km/h)	18,5
Consumo de óleo diesel do motor (L/km)	0,32
Fator de emissão de CO <sub>2</sub> do diesel (kg/L)	2,603
Emissão de CO <sub>2</sub> (kg/km)	0,82
Capacidade (passageiros)	368

#### 4.2. Cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> do transporte coletivo de passageiros na Marginal Tietê

Ao avaliar a frota de ônibus rodoviário, considerou-se tecnologia do motor, porte e idade do veículo, bem como o tipo de combustível. Os ônibus coletivos em operação no Município de São Paulo deverão ter idade média de, no máximo, cinco anos (SÃO PAULO, 2015). De acordo com a classificação do Programa Nacional de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), esses veículos estão enquadrados na fase "P5", portanto têm um fator de emissão de CO<sub>2</sub> de 2,603, e consumo de 0,33 l/km (MMA, 2013). Por fim, para calcular determinar o índice de CO<sub>2</sub> por passageiro por quilômetro, foi considerada a metodologia proposta pelo IPEA (CARVALHO, 2011).

**Tabela 3: Características dos ônibus utilizados no trecho da pesquisa. Adaptado de MMA (2013).**

Característica do motor	Valores
Consumo de diesel do motor (L/km)	0,33
Fator de emissão de CO <sub>2</sub> (kg/L)	2,603
Emissão de CO <sub>2</sub> (kg/km)	0,85
Média de ocupação de passageiros	76

Para calcular a emissão de dióxido de carbono no transporte de passageiros pela marginal Tietê no trecho de 10 quilômetros entre as Pontes foi usado método em duas etapas: (1) Cálculo de emissão de CO<sub>2</sub> na Marginal Tietê por ônibus do transporte urbano, ao longo de um dia. (2) Cálculo de emissão diária de CO<sub>2</sub> pela embarcação fluvial que se adapta às dimensões do Rio Tietê no trecho entre as pontes das Bandeiras e Aricanduva. Os dados operacionais do transporte rodoviário coletivo de passageiros estão sistematizados na Tabela 4.

**Tabela 4: Cálculo de emissão de CO<sub>2</sub> na Marginal Tietê durante um dia, num trecho de 10 quilômetros.**

	Sentido Castello Branco	Sentido Ayrton Senna
Passageiros/dia	113.000	98.000
Linhas	17	13
Média passageiro/veículo	76	76
Veículos/dia	1.487	1.289
Consumo de combustível (L)	4.907,1	4.253,7
Emissão de CO <sub>2</sub> (kg)	12.773,18	11.072,38

Por se tratar de uma proposta para um novo modo, ainda fora de operação, para calcular as emissões de CO<sub>2</sub> no modo hidroviário, foi necessário estimar a quantidade média de passageiros por veículo/dia. Optou-se pelo paralelismo com a média para os ônibus, estabelecida pela Prefeitura de São Paulo. O edital de concessão em vigor prevê quatro possibilidades de classes de ônibus a serem postas em operação na Marginal Tietê (SÃO PAULO, 2018). Básico, com capacidade para 70 passageiros, Padron para até 80 passageiros, Articulado, para 100 passageiros e Biarticulado, para 160 passageiros. Observa-se que a média é pouco menos da metade da capacidade do maior ônibus permitido. Portanto, a simulação para o transporte hidroviário será feita com uma média de ocupação de 50% da capacidade total da embarcação. Foi calculado quantas embarcações seriam necessárias para transportar todos os passageiros dos ônibus na embarcação proposta, para então chegar às emissões totais de CO<sub>2</sub> desta alternativa (Tabela 5).

**Tabela 5: Emissão de CO<sub>2</sub> por embarcação durante um dia, num trecho de dez quilômetros.**

	Sentido Castello Branco	Sentido Ayrton Senna
Passageiros/dia	113.000	98.000
Média passageiro/veículo	184	184
Veículos/dia	307	264
Consumo de combustível (L)	982,4	844,8
Emissão de CO <sub>2</sub> (kg)	2.557,18	2.199,01

Ao comparar a emissão de CO<sub>2</sub> para efetuar o total das viagens em cada modo de transporte, observa-se que os ônibus estão em desvantagem, e a opção pelo modo



hidroviário pode representar uma redução significativa nas emissões totais de CO<sub>2</sub>, em mais de 80% (Tabela 6).

**Tabela 6: Comparação da emissão total de CO<sub>2</sub> por modo de transporte.**

Modo de transporte	Consumo total de combustível (L)	Emissão total de CO <sub>2</sub> (kg)	Consumo relativo de combustível (%)	Emissão relativa de CO <sub>2</sub> (%)
Rodoviário	9.160,8	23.845,56	100	100
Hidroviário	1.827,2	4.756,19	19,94	19,94

Por fim, foi efetuado o cálculo das emissões relativas de CO<sub>2</sub> do transporte motorizado de passageiros na Marginal Tietê e na proposta de transporte fluvial de passageiros pelo mesmo rio, foi utilizada a metodologia do IPEA (CARVALHO, 2011), conforme a Equação 3 (Tabela 7).

**Tabela 7: Emissão total de CO<sub>2</sub> por passageiro, de acordo com o modo de transporte, nos dois sentidos das vias.**

Emissão de CO <sub>2</sub> por modo de transporte	Total/passageiro	Emissão relativa de CO <sub>2</sub> (%)
Rodoviário	0,226	100
Hidroviário	0,045	19,91

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A simulação de transporte hidroviário de passageiros mostrou perspectivas vantajosas para a alternativa. Foram observadas reduções nas emissões de CO<sub>2</sub>, tanto nas quantidades totais das viagens quanto na emissão relativa por passageiro. Observa-se que o governo paulistano está em sintonia com as recomendações do IPEA para investir no aumento de capacidade do transporte coletivo de passageiros: prevê uma elevação da média de ocupação por veículo em 17% passando dos atuais 76 passageiros para futuros 89. Entretanto, o modo hidroviário é capaz de massificar ainda mais o transporte, pois o veículo proposto no presente artigo tem capacidade para 368 pessoas em uma só viagem. Comparado com o maior ônibus em atividade em São Paulo, que tem capacidade estimada em 160 pessoas, a embarcação comporta mais do que o dobro desses passageiros. Em outras palavras, o transporte fluvial permite dobrar a quantidade de passageiros por viagem, sem que eles percam o conforto, espremendo-se em ônibus lotados. Além disso, na via fluvial não existem congestionamentos, circunstância que permite garantir que o passageiro chegará ao seu destino no horário previsto.

Ressalta-se que, para implementação do modo hidroviário, serão necessários estudos futuros, a fim de estimar a viabilidade de construção de estruturas de embarque e desembarque de passageiros. Além disso, o Rio Tietê atualmente é poluído e recebe grandes quantidades de lixo e esgoto diariamente. Portanto, estudos adicionais deverão ser efetuados para determinar as condições de salubridade para a alternativa proposta. Salienta-se que a utilização do rio como via de transporte pode voltar os olhos da população da cidade para uma realidade que precisa ser transformada, atenção que pode incentivar políticas públicas de despoluição daquele corpo hídrico. A exemplo do que foi feito no Rio Sena, na França, a partir dos anos 1960 (HAYDÉE, 2016), recomenda-se que sejam estudadas alternativas para recuperação da qualidade das águas do Rio Tietê, e que a possibilidade de uma solução de mobilidade urbana por meio do transporte fluvial sirva como mola propulsora para tais estudos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTAQ (2007). *O transporte hidroviário regular e turístico de passageiros*. Seminário Internacional sobre Hidrovias Brasil/Flandres – Bélgica. Brasília: 2007. Disponível em: <http://antaq.gov.br/Portal/pdf/Palestras/LuizEduardoAntaq.pdf> , acesso em 24 abr. 2018.

ARCON (2014). *Metodologia de cálculo tarifário serviço de navegação de linha*. Agência Estadual de Regulação e Controle de Serviços Públicos - Governo do Estado do Pará: Belém, 2014. Disponível em: <http://www.arcon.pa.gov.br/site/attachments/article/234/Res-006-2014-ANEXO-I-2-Planilha-Tarifa-2014-JARUMA.pdf> acesso em 24 abr. 2018.

BRASIL (2017). *Decreto nº 9.172*, de 17 de outubro de 2017.

CARVALHO, C.H.R (2011). *Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros*. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1606.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1606.pdf). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Brasília, 2011. Acesso em 23 abr. 2018.

DERSA – Desenvolvimento Rodoviário S/A. *Nova Marginal do Tietê*. Disponível em: <http://www.dersa.sp.gov.br/empreendimentos/nova-marginal-do-tiete/> , acesso em 26 abr. 2018.

FRAISSAT, Zanone (2015). *Vista aérea da Marginal Tietê em São Paulo*. 1 fotografia, color. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2017/07/1899970-motociclista-morre-e-eleva-para-12-o-total-de-obitos-nas-marginais-neste-ano.shtml>, acesso em 28 abr. 2018.

HAYDÉE, Lygia (2012). 7 cidades que despoluíram seus rios e podem nos inspirar. Revista Exame. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/mundo/7-cidades-que-despoluiram-seus-rios-e-podem-inspirar-brasil/> , acesso em 26 abr.2018.

IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 2 – Energy. Japão: IGES. Disponível em: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf), acesso em 5 nov. 2017.

IPCC (2014). *Climate Change 2014 Synthesis Report*. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_All\\_Topics.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf) , acesso em 15 nov. 2017.

IPCC (2017). *Intergovernmental panel on climate change – Organization*. Site oficial. Disponível em <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>, acesso em 5 nov. 2017.

MAPIO.NET (2018). *Marginal Tietê congestionada*. Foto. Disponível em: <http://mapio.net/pic/p-24054613/> acesso em 26 abr. 2018.

MCTIC (2017). *Trajetórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no Acordo de Paris*. Disponível em: [http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/2098519/Contribuic%CC%A7a%CC%83o+MCTIC+II\\_ND\\_C\\_1.pdf/8db5a027-ccd3-4f1c-af01-23dacbd6d6a9](http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/2098519/Contribuic%CC%A7a%CC%83o+MCTIC+II_ND_C_1.pdf/8db5a027-ccd3-4f1c-af01-23dacbd6d6a9), acesso em 5 nov 2017.

MMA (2013). *Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários - v. 2013, ano-base 2012*. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario\\_de\\_Emissoes\\_por\\_Veiculos\\_Rodoviarios\\_2013.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviarios_2013.pdf) acesso em 24 abr. 2018.

MT (2011). *Plano Nacional de Logística de Transportes*. Disponível em: <http://www2.transportes.gov.br/bit/01-inicial/pnlt.html> , acesso em 15 nov. 2017.

PETROBRAS (2018). *Fórmulas de conversão*. Disponível em: <http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/destaques-operacionais/formulas-de-conversao> acesso em 24 abr. 2018.

SÃO PAULO (2015). *Concorrência nº 001/2015-SMT-GAB*. Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes – Prefeitura do Município de São Paulo. Disponível em [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/licitacao2017/consulta\\_publica/001/CONC001\\_15\\_EDITAL ESTRUTURAL.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/licitacao2017/consulta_publica/001/CONC001_15_EDITAL ESTRUTURAL.pdf) acesso em 24 abr. 2018.

\_\_\_\_\_ (2013). *Operação Dá Licença para o Ônibus - CET e SPTrans implantam faixa exclusiva de ônibus na Marginal Tietê*. São Paulo: Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes - Prefeitura do Município de São Paulo. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/noticias/?p=149613> , acesso em 24 abr. 2018.

\_\_\_\_\_ (2018). *Concorrência nº 003/2015-SMT-GAB*. Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes – Prefeitura do Município de São Paulo. Disponível em: [http://diariooficial.imprensaoficial.com.br/nav\\_cidade/index.asp?c=1&e=20180424&p=1&clipID=87031fef2b2a7d12f3a54a006953be76](http://diariooficial.imprensaoficial.com.br/nav_cidade/index.asp?c=1&e=20180424&p=1&clipID=87031fef2b2a7d12f3a54a006953be76) acesso em 24 abr. 2018.

\_\_\_\_\_ (1991). *Lei nº 7.568*, de 19 de novembro de 1991. Dá denominação ao Anel Rodoviário Metropolitano – SP-15. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7568-19.11.1991.html> acesso em 26 abr.2018.

SETRANS (2018) Secretaria de Estado de Transportes. *Transporte Aquaviário: Comitê de Meio Ambiente*. Disponível em: <http://www.rj.gov.br/web/setrans/exibeconteudo?articleid=992769> acesso em 23 abr. 2018.

## **DESARROLLO DE VEHÍCULO ELÉCTRICO DE PASAJEROS: ENERGÍAS RENOVABLES Y FOMENTO AL DESARROLLO AUTOMOTRIZ.**

### **Ma. Fernanda Rodríguez**

CTA (Centro Tecnológico Aeroespacial – Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de La Plata); La Plata, Argentina; fernanda.rodriguez@alu.ing.unlp.edu.ar

### **Marcos Daniel Áctis**

CTA-FI-UNLP; La Plata, Argentina; mactis@ing.unlp.edu.ar

### **Alejandro Javier Patanella**

CTA-FI-UNLP; La Plata, Buenos Aires, Argentina; ajpatane@ing.unlp.edu.ar

### **Guillermo Garaventa**

CIC (Centro de Investigaciones Científicas) y CTA-FI-UNLP ; La Plata, Prov. Buenos Aires, Argentina; guillermo.garaventa@ing.unlp.edu.ar

### **Daniel Alejandro Scuto**

CTA-FI-UNLP; Argentina; daniel.scuto@ing.unlp.edu.ar

## **RESUMEN**

La iniciativa del actual trabajo está fundada en la sustitución de importaciones, en los marcos de políticas de fomento medioambiental y en la transferencia tecnológica a la sociedad de los desarrollos tecnológicos de la Universidad. Éstos son los pilares fundamentales que impulsan el proyecto, la potencialidad del crecimiento industrial y la posibilidad de engendrar el estímulo para una mayor adopción de energías limpias.

Como modelo de aplicación estamos trabajando en un prototipo de transporte cuya inserción inmediata será interconectar recorridos de líneas de buses existentes. Comenzando por el predio del Bosque de la ciudad de La Plata- Bs. As. – Argentina, donde se haya un gran número de transeúntes y público estudiantil (con la intención de contribuir en la preservación del pulmón verde). La aplicación de un vehículo eléctrico tiene por impacto acercar a la población mejoras tecnológicas que elevan directamente la calidad de vida, no sólo desde el campo del diseño y la psicología de uso, sino también desde el campo de la ingeniería con la inmediata reducción contaminación tanto de emisión de gases como sonora. En el esfuerzo de perseguir los estándares de la familia de normas ISO 14000, y no recaer en una suerte de "green-washing", para abrazar el diseño sustentable desde la contemplación de parámetros cuantificables, con la aplicación de Análisis de Ciclo de Vida.

### **1. INTRODUCCIÓN:**

El desarrollo de vehículos con energías alternativas, tiene su punto de partida en los antecedentes con éxito de desarrollo aeroespacial, en materia energética, de los sistemas de propulsión de cohetes, con baterías de almacenamiento de iones de litio,

así como triciclos (híbridos entre areneros y autos de transporte unipersonal) o la reciente conversión de vehículos de combustión a vehículos eléctricos, como diferentes proyectos llevados adelante dentro del Centro Tecnológico Aeroespacial (Universidad Nacional de La Plata).

Se presenta el desarrollo de un vehículo eléctrico, de plataforma categoría M2, con el fin de mostrar las posibilidades y las potencialidades de generar transportes que reduzcan el impacto ambiental, a la vez que se ofrecen como vehículos seguros, dadas las características del sistema almacenamiento de la energía, para el correcto fomento de adopción de los mismos.

Desde el campo del diseño se pretende inferir en los patrones culturales de percepción hacia el uso de un vehículo de transporte urbano, medido directamente en el impacto psicológico, donde tenemos por un lado al objeto que se sirve así mismo de propaganda para fomentar el uso de energías alternativas y por otro la generación de experiencias que eleven la valoración del transporte.

## **2. MODELO DE DESARROLLO**

Proyección interna del Centro Tecnológico parte de la idea colaborativa y multidisciplinar como modelo excluyente para generar cualquier desarrollo de innovación, más aún, en un contexto muchas veces adverso para la creación de un imaginario industrial que logre allanar el camino a mayores emprendimientos. Por ello, las estrategias y metodologías a aplicar, para perseguir nuestra propuesta, requieren modelos sinérgicos de trabajo. Dentro del marco de la facultad se vinculan, cátedras, profesores y alumnos. Y el Centro Tecnológico oficia como punto de conjunción de todas estas áreas, elementales para poder llevar a cabo el desarrollo del vehículo.

### **2.1 Formación de equipos y profesionales:**

Los modelos de equipos comprenden la vinculación entre varios ingenieros, estructuralistas, aeronáuticos, electrónicos, técnicos en soldadura, un técnico en PLM, un diseñador industrial, técnicos de taller, y especialistas en ensayos y homologaciones. Como brazo extensivo dentro de la universidad, el Centro busca formar alumnos y jóvenes profesionales en el campo real de acción, vinculándose a la industria para diseñar, no sólo un vehículo, sino la estructura de gestión que debería ejecutarse para hacer factible la producción automotriz, en Argentina y hacer éste desarrollo un modelo replicable.

## 2.2 Diseño estratégico:

Tenemos en primera instancia en Análisis de Mercado y su correspondiente Investigación de Tendencias. Esto nos delimita en principio cuál es nuestro contexto inmediato y luego cuáles son los patrones conductuales de consumo de los usuarios para éste rubro y en especial qué ocurre con los vehículos eléctricos a la hora de establecer patrones de diseño.

**Figura 1. Mercado y Tendencias. Simplificado. (Rodriguez, Ma. Fernanda)**



En la Figura 1 vemos un trazado de búsqueda conceptual para generar el debate sobre la identidad del vehículo eléctrico en un mundo globalizado, pero cuyas líneas morfológicas son definidas siempre por países primer-mundistas. Las lecturas expuestas hablan de las tendencias morfológicas de carácter norteamericano, japonés y europeo, en qué se diferencian y cuál es la identidad de cada marca. Para abrir el debate de cómo hallar una estética con afinidad al potencial del desarrollo local.

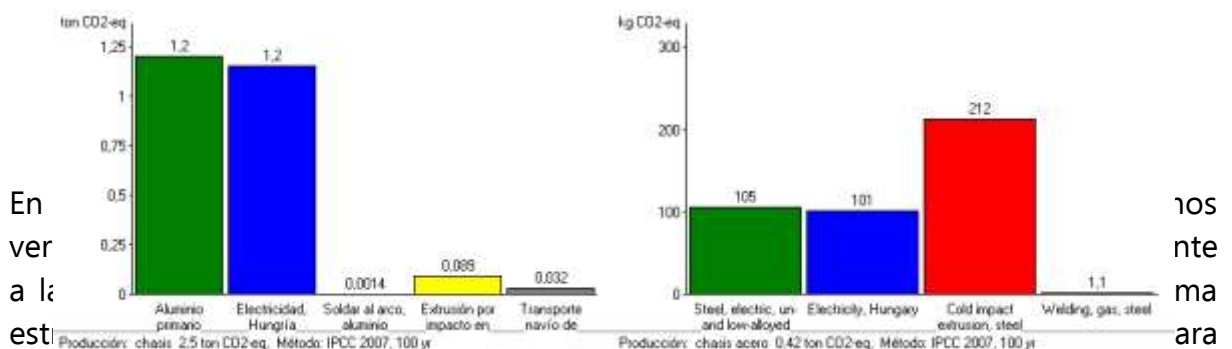
Luego el Análisis del Ciclo de Vida (LCA), éste es uno de los puntos más estratégicos, con la aplicación de normativas ISO de la familia 14000, dónde podemos compilar la información necesaria para producir el menor impacto ambiental dentro de nuestra matriz productiva para el diseño de vehículos desde raíz con un eje rector sustentable.

Es al momento de la producción con escasos recursos, y aún más a la hora de plantear un prototipo nos encontramos con la disyuntiva de saber cuánto estamos contaminando en nuestro proceso diario de gestión, de trabajo, y más aún a la hora de generar un prototipo, claramente se producen niveles de desperdicios que cuestan controlar, el caso más ejemplar de generación de desechos es el de ensayos

normativos vehiculares, dónde hay unidades fabricadas pensadas para su destrucción, éstos serían los escenarios inevitables del desarrollo.

En la selección global de materiales otro caso de ejemplificación que podemos exponer es el material de la carrocería. Dentro de los materiales clásicos a emplear, acero, aluminio y compuesto de plástico reforzado (PRFV), tenemos que los dos primeros son más sencillos de reciclar, de hecho según la comparación de ciclo de vida, recurriendo al ECOit (como prueba en versión Demo), si comparamos estampado de chapa de acero y aluminio, el aluminio por requerir ocho veces más energía que el acero para su elaboración primaria genera más impacto, pero la capacidad de reutilización y reciclado del aluminio es casi infinita en comparación a al acero. Hay pautas del ciclo de vida que refieren a la disposición final del objeto donde los materiales exceden los índices establecidos. Se ha demostrado que embarcaciones de fibra de vidrio llevan 30 años de uso, gracias a la facilidad de reparación y mantenimiento que posee el material, del mismo modo ofrece la posibilidad de reducción de material respecto a los metales de un 40% como mínimo, esto implicaría menor volumen de material (que aun así requiere del protocolo de manejo especial por gran toxicidad para las personas), pero debido a la gran reducción de material bajaríamos el impacto extractivo, el de producción y el de uso/deshecho. Según las normativas de Configuración de Licencia de Modelo y las habilitaciones correspondientes para transporte urbano, los micros no deben circular más de 10 años, y pueden obtener una extensión por otros 10. Los vehículos sufren una constante revisión en tendencia de morfología, nunca llegaría a permanecer 30 en servicio dentro de la misma función, al menos. Resultando el ciclo de vida del transporte exceder las aspiraciones del ciclo de uso normatizado para la función pretendida

**Figura 2. Análisis de Ciclo de Vida Simplificado para diseño del chasis – Versión Demo Eco-it.**



perfilería standard de aplicación automotriz. Sabemos que muchas de las comparaciones dadas por los analistas e investigadores hablan desde el punto de vista del material y a nivel peso comercial, es decir, por kilogramo, ahora desde el punto de vista estructural no es una comparativa viable, ya que para el caso del aluminio, la misma estructura del mismo diseño acabaría pesando en aluminio un 60% menos que

en perfilería de acero. Ahora bien, tenemos que nuestro país posee yacimientos de minerales para conformación del acero, mientras que la bauxita y la alúmina son importadas desde Brasil y Alemania, además de requerir ésta última un 1,6% anual de la demandada energética del país. Son propuestas materiales que a nivel no sólo económico sino a nivel sustentable nos derivan en el uso de acero. Si bien la ganancia es en peso, cuesta más del doble, y requiere sistema de soldadura categorizado, recordando que queremos hacer de éste vehículo un modelo replicable en los distintos contextos del país, con sus matices industriales.

Es acá donde las vinculaciones entre Product Life Management, Design for X, y la rueda estratégica de PNUMA son claves para ampliar los procesos de diseño que incorporan energías renovables desde el campo real de emisiones e impacto ambiental, no así un vehículo que sin su respectiva evaluación recaería en Green Washing. Es clave la real evaluación que se puede hacer sobre los materiales, el conocimiento sobre el campo completo de acción del diseño, nos lleva a contemplar de manera dialéctica otros requisitos, como la posibilidad de fabricar la unidad de prototipo funcional.

### **2.3 Medidores:**

Como patrones de medición están la obtención del manual de procesos adaptados, es decir, la localización del circuito comercial, la interconexión entre proveedores e industriales, como modelo de Management-Know-How de producción de vehículos eléctricos de transporte de pasajeros. La compilación de informes, pruebas, ensayos, prototipados, entre otros medidores físicos del proceso, que sirven como herramientas para la transferencia educativa, que prepara alumnos para orientarse en el rubro automotriz, generando material pedagógico específico. Y finalmente el vehículo, aprobado y construido, que se encontrará circulando por las calles dentro de 20 meses.

### **3. VEHÍCULO ELÉCTRICO Y EL USO DEL LITIO:**

Los tópicos de selección que nos llevan al litio como eje de aplicación son: Bajar las emisiones de CO<sub>2</sub> con el uso de las baterías de litio como medio de almacenamiento de energía, descongestionando el aire en las ciudades, bajando los niveles de ruido emitidos, ante un plan de acción de energías limpias. Y desde el uso del litio como proyección de explotación de un recurso natural y soberano, aplicar desarrollo de alta tecnología dentro del país y posicionamiento internacional, como medio de promoción para el reconocimiento de los recursos naturales a proteger y explotar en marcos legales internos (con el espíritu de reivindicarse históricamente ante los saqueos colonialistas de los recursos).



### **3.1 Definiciones y Contexto:**

Ante la incipiente valorización del litio como recurso energético, es decir la extracción del mineral que contiene litio, que se utiliza para la fabricación de la principal fuente de almacenamiento, es potencial a raíz de dos cuestiones: la primera es que los yacimientos fósiles son un recurso finito (y no sólo la producción de energía hoy depende de ello, sino todos sus derivados químicos de los cuales obtenemos plásticos, textiles y otras sustancias), y en segundo lugar el litio no ha sido explotado, no hay perspectivas de agotamiento a largo plazo y finalmente mayor perspectiva de evolucionar tecnológicamente su operatividad (potencia, autonomía, seguridad, etc). Dónde hallaríamos litio? Bueno, una de las grandes reservas a nivel mundial está compartida entre Argentina y Bolivia. Ya las grandes empresas petroleras están empezando a comprar territorios donde hay reservas o bien adquirir acciones de empresas ya abocadas a la tarea.

### **3.2 Ingeniería del Litio:**

Las pilas de Litio-ion presentan en general una alta eficiencia tanto en la carga como en la descarga. En particular las de  $\text{LiFePo}_4$ , fueron estudiadas y dieron los siguientes resultados: Pruebas realizadas en laboratorio dan como resultado que la eficiencia en la carga es igual o mayor a 98.5%. Esto significa que por cada Ah inyectado en el sentido de la carga, al menos el 98,5% se almacena efectivamente como Ah utilizable. Estos ensayos fueron realizados a velocidad de C amperes.

Durante la descarga, y en base a pruebas realizadas en laboratorio, dieron como resultado que las pilas de litio son aún más eficientes. Del 100% de los Ah acumulados, el 99,5% se entregan a la carga. Como puede verse el ciclo de carga y descarga es muy eficiente siempre que se esté en valores de corriente en el entorno de los C amperes (siendo C la capacidad de la pila).

Protocolo de selección:

Una batería es un conjunto de pilas conectadas en configuración serie/paralelo que nos permite llegar a la tensión y capacidad adecuada para nuestra aplicación. Por tal motivo hay aplicaciones en las cuales se requieren poca cantidad (Notebook, celulares, herramientas, etc.) y otras en las que se requieren cientos o miles de ellas (lanzadores, autos, etc.)

Para poder integrar estas baterías las pilas deben cumplir ciertos requisitos que evite que en condiciones de gran cantidad de ciclos, estas se desaparean.

Para evitar esto hay dos caminos:

1.-Utilización de un BMS (Battery Management System) el cual se encarga de monitorear y controlar la carga de cada pila individual del arreglo.

2.- Utilización de un BSS (Battery Supervition System) termino que estableció el CTA para la utilización de solo un sistema de monitoreo de pilas pero que no realiza un control individual durante la carga.

Para ello es necesario utilizar un protocolo de selección de pilas que permite garantizar, bajo ciertas condiciones de uso, la no necesidad de un BMS.

Este protocolo tiene en cuenta desde una inspección visual hasta los datos extraídos desde el ciclado individual de cada una de ellas tales como perfiles de potencial, temperatura y corriente. Es decir se eligen aquella que posean una performance individual muy similar.

Esto relaja drásticamente el sistema electrónico de medición y control a solo medición. Considerando el caso ejemplo de las aproximadamente 7700 pilas (modelo 18650) que utiliza Tesla, sería extremadamente complejo de realizar el control de cada una de ellas.

Por ello el objetivo del CTA, a través de éste proyecto, busca efectivizar la aplicación de las baterías de litio y allanar el camino en el trazo de tendencia que pueda posicionar dicho desarrollo y transferencia para las empresas que pueden invertir en innovación para transporte, abriendo la puerta al desarrollo automotriz, rubro de escasa injerencia en la Argentina. Nuestra visión a largo plazo apunta sobre un desarrollo nacional que generará además, demanda de productos que podrían ser fabricados en la propia región, nuevas fábricas de autopartes (de origen nacional), pudiendo proveer lo necesario para la implementación de vehículo. El caso más importante sería el de las baterías que se utilizarán. Siendo la Argentina uno de los principales países con reservas de litio, podría instalarse en la región una fábrica de baterías para suministrar esta demanda y que también se haga cargo del reciclado de las mismas finalizada su vida útil (temática en la que otra área de la Universidad está trabajando para poder darle, dentro del análisis de ciclo de vida, una disposición final concreta de las baterías). La soberanía del recurso:

Ahora bien, si tomamos una parte estructural de nuestro transporte y decidimos hablar sobre el chasis, tenemos otro mineral extractivo, dentro del acero empleado, tenemos el hierro como material componente del cuál poseemos reservas abandonadas en el noroeste del país (Zapla) y otra reserva en rio Negro (Sierra Grande) explotada a manos de la empresa Leng Cheng Mining, y la mayor reserva de hierro del mundo está en Bolivia.

#### **4. BIBLIOGRAFÍA**

Watts, F.B.,(2012) Engineering Documentation Control Handbook: Configuration Managment and Product Lifecycle Managment.

NORMANITAS, ISO 140140-49.

GARAVENTTA, G. (2016) Utilización de energía eléctrica para la propulsión de aviones eléctricos con pesos menores a 600 kg. In: 4TO CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA AERONÁUTICA,

CANALE, Guillermo (2006), Ciclo de Vida de los Productos, UNLA.

# UN MODELO DE DIFUSIÓN HOMOGENEIZADO PARA EL ESTUDIO DE RUIDO DE TRÁFICO EN ENTRAMADOS URBANOS

**Víctor Hugo Cortínez**

Centro de Investigaciones en Mecánica Teórica y Aplicada, Universidad Tecnológica Nacional (FRBB),  
Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur. CONICET. Argentina  
vcortine@frbb.utn.edu.ar

**Patricia Neri Dominguez**

Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur,  
Centro de Investigaciones en Mecánica Teórica y Aplicada, Universidad Tecnológica Nacional (FRBB).  
Argentina. pdoming@uns.edu.ar

**Martín Eduardo Sequeira**

Centro de Investigaciones en Mecánica Teórica y Aplicada, Universidad Tecnológica Nacional (FRBB).  
Argentina. martins@frbb.utn.edu.ar

## RESUMEN

En este trabajo se presenta un modelo teórico para la predicción de ruido generado por tráfico en entramados urbanos. La metodología se basa en una extensión del modelo de difusión acústica de Picaut en cañones urbanos, para considerar redes de calles. Mediante una homogeneización del modelo mencionado se obtiene un medio continuo equivalente sobre el cual se formula una ecuación tipo difusión para la energía del campo acústico. Dicha ecuación se resuelve convenientemente mediante el Método de Elementos Finitos, lo que permite obtener los niveles sonoros continuos equivalentes en las arterias de la ciudad. El enfoque es muy eficiente desde el punto de vista computacional como se demuestra a través de ejemplos numéricos.

## 1. INTRODUCCIÓN

La evaluación del ruido urbano generado por el tráfico automotor es de enorme importancia en estudios de planificación de ciudades. Por tal motivo, el desarrollo de métodos analíticos y numéricos suficientemente precisos para predecir la propagación acústica en ambientes urbanos constituye un tema de gran interés.

En tal sentido, una ingente labor de investigación se ha dirigido a desarrollar modelos matemáticos que relacionen diversos indicadores de ruido con el flujo vehicular y otras variables asociadas. En principio, la metodología más precisa puede basarse en la ecuación de ondas acústicas. Sin embargo, los aspectos geométricos involucrados tales como la irregularidad de las fachadas, los diferentes coeficientes de absorción de los materiales, etc., hacen que la solución numérica de la ecuación de onda acústica sea muy complicada. Esto es porque los detalles de tales soluciones numéricas (por ejemplo obtenidas por el Método de Elementos Finitos (MEF)) en el rango de alta

frecuencia, predominante en cañones urbanos, son altamente sensibles a pequeños cambios en la geometría, la que generalmente es conocida de manera imperfecta. Además, en alta frecuencia el costo computacional es muy elevado (Hewett, 2012).

Por tal motivo se han propuesto enfoques alternativos basados en cantidades energéticas promediadas. Una metodología apropiada en tal sentido es el método de trazado de rayos (Kang, J.; 2002; Sequeira y Cortínez, 2012) que permite obtener resultados precisos en el rango de alta frecuencia cuando se modela una región localizada del medio urbano. También se han desarrollado diversas expresiones empíricas simplificadas (Cortínez et al., 2006). Estas últimas se basan en fórmulas explícitas de distintos indicadores de ruido, tales como el nivel sonoro continuo equivalente en función del flujo vehicular, la velocidad media de circulación y algunos parámetros del camino tales como ancho de calle, pendiente, etc. Más allá de la utilidad de estas expresiones simplificadas, el hecho de no incorporar de manera más detallada la física de propagación acústica puede conducir a errores de predicción de importancia.

Un modelo interesante que balancea adecuadamente la descripción física del fenómeno y la simplicidad del cálculo es el modelo de difusión acústica desarrollado por Picaut et al. (1999). Esta teoría tiene en cuenta las principales características geométricas de un cañón urbano así como sus propiedades de absorción, considerando el campo acústico como ruido reverberante no uniforme. Adicionalmente, Picaut (2002) ha discutido la aplicación de modelos numéricos para la solución de la ecuación de difusión propuesta. Posteriormente este tipo de enfoque ha sido utilizado por Pasareanu et al. (2012) y también por Sequeira y Cortínez (2016, 2018) para analizar la acústica de recintos industriales.

Los trabajos citados anteriormente se refieren en general a la modelación de efectos de microescala, es decir a la determinación de campos acústicos en una sola calle o unas pocas calles. Cuando se pretende analizar la descripción acústica urbana en la macroescala, es decir la modelación de una gran porción de la ciudad, o eventualmente la ciudad entera, el costo computacional de las metodologías señaladas es tremendamente alto. Para este tipo de problemas, Hewett (2012) ha propuesto un enfoque basado en acústica geométrica para determinar el flujo de potencia acústica en la red de calles.

En el presente trabajo, se propone un nuevo enfoque para analizar el campo acústico de alta frecuencia en entramados urbanos que se basa en una homogeneización del modelo de difusión acústica de Picaut previamente aludido. La presente metodología se desarrolla a partir de una formulación variacional de la teoría de Picaut que permite transformar el entramado de calles en un dominio de cálculo constituido por un medio

continuo equivalente (sin calles). En el dominio transformado la energía acústica puede ser determinada eficientemente mediante la solución de una ecuación de difusión. Posteriormente, es fácil recuperar el campo acústico en la red de calles original. Este enfoque tiene como caso particular al clásico modelo de celdas propuesto por Davies y Lyon (1973). La ecuación gobernante se resuelve adecuadamente mediante el MEF.

El modelo propuesto puede ser utilizado ventajosamente en conjunto con métodos de asignación de tráfico para la evaluación del impacto acústico provocado por diversas modificaciones de la red de transporte (Cortínez y Dominguez, 2017; Dominguez y Cortínez, 2012; Dominguez, 2013).

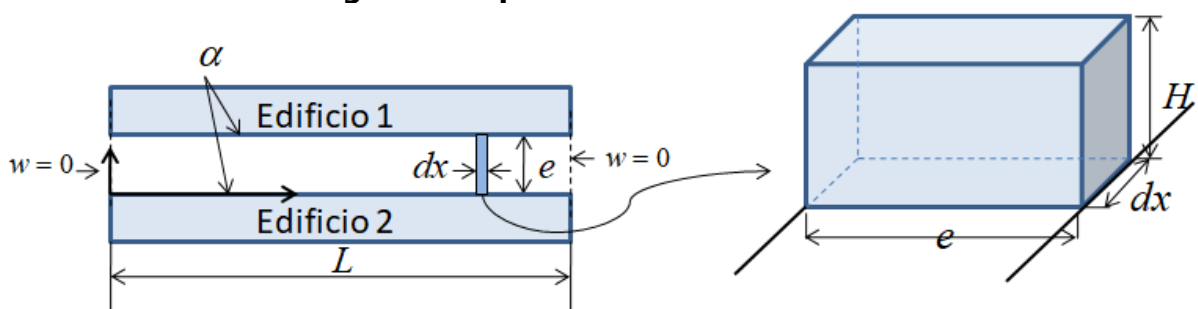
En la sección 2 se desarrolla el modelo matemático de propagación acústica, en la sección 3 se presentan algunos ejemplos numéricos para demostrar la eficiencia del enfoque propuesto y finalmente, en la sección 4, se exponen las conclusiones.

## 2. MODELO MATEMÁTICO DE PROPAGACIÓN ACÚSTICA

### 2.1 Modelo de Picaut: difusión acústica en un cañón urbano

Un cañón urbano, es decir, el espacio de circulación de vehículos y peatones entre los edificios de una calle, presenta habitualmente diversas irregularidades geométricas tales como balcones, bordes con diferentes texturas, etc. Por tal motivo, el sonido generado por el tráfico vehicular sufre múltiples reflexiones en las fachadas produciendo un campo acústico reverberante no uniforme, también denominado campo difuso.

**Figura 1: Esquema de un cañón urbano**



Para analizar tales campos de sonido, de manera similar a lo que acontece en la acústica de recintos, Picaut et al. (1999) han propuesto un modelo basado en una analogía con la propagación de partículas en un medio dispersivo. Tal enfoque se basa fundamentalmente en la idea de que la densidad de energía acústica del campo reverberante se transmite, en alta frecuencia, de acuerdo a la ley de Fick, es decir, siguiendo la dirección del gradiente descendente de la energía. Esta propiedad, en

conjunto con la ley de conservación de energía del campo acústico, conduce a la siguiente ecuación de difusión, y su correspondiente condición de borde, para la acústica reverberante de cañones urbanos (Figura 1).

$$D_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + q = 0, \quad -D_n \frac{\partial w}{\partial n} = \frac{\alpha c}{4} w \quad (1,2)$$

En las expresiones anteriores  $w$  es la densidad de energía acústica,  $D_x$  y  $D_y$  son coeficientes de difusión en las direcciones longitudinal y transversal respectivamente,  $q$  es la potencia acústica por unidad de volumen de las fuentes sonoras (tráfico vehicular),  $D_n$  corresponde al coeficiente de difusión en la dirección  $n$  perpendicular a la superficie considerada,  $\alpha$  es el coeficiente de absorción de dicha superficie y  $c$  la velocidad del sonido. Para calles rectangulares de longitud  $L$ , ancho  $e$  y altura media de edificios  $H$ , los coeficientes de difusión pueden expresarse mediante las siguientes fórmulas empíricas (Picaut, 2002):

$$\frac{D_x}{L} = \frac{D_y}{e} = \frac{6 \ln(10)}{\pi^2 T_R} \frac{4LH}{L+4H} \quad (3)$$

donde  $T_R$  es el tiempo de reverberación en el cañón urbano. Por otra parte, la densidad de potencia acústica del tráfico vehicular se expresa como  $q = \rho_v(x, y) W_a(v_a)$  donde  $\rho_v(x, y)$  es la densidad vehicular en la calle considerada y  $W_a(v_a)$  corresponde a la potencia sonora característica de cada vehículo que es función de la velocidad media del tráfico  $v_a$ . Si el tráfico se asume uniformemente distribuido sobre la calle considerada,  $\rho_v = v / (Le)$ , donde  $v$  corresponde al número de vehículos.

Una versión alternativa de la ecuación de Picaut, ligeramente más imprecisa pero más práctica a los fines del presente desarrollo se puede obtener considerando la absorción en las paredes del cañón urbano como un término de disipación volumétrica distribuida en el dominio. Esto puede lograrse considerando el elemento de calle de longitud diferencial que se muestra en la Figura 1. Para éste, la energía disipada en las paredes debe ser igualada a un término de energía disipada voluméticamente. Esto puede escribirse de la siguiente manera:

$$\int_V \sigma w dV = \int_S \frac{\alpha c}{4} w dS \quad (4)$$

donde  $V$  y  $S$  corresponden al volumen y a la superficie del elemento de calle considerado y  $\sigma$  a la constante de decaimiento volumétrico del sonido. Efectuando la integral indicada en (4) y considerando que el piso de la calle es perfectamente reflectante y la superficie superior perfectamente absorbente, puede obtenerse la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{c}{4} \frac{e + 2\alpha H}{eH} \quad (5)$$

Luego, en la formulación alternativa, el modelo de Picaut puede ser expresado como:

$$D_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \sigma w + q = 0, \quad -D_n \frac{\partial w}{\partial n} = 0 \quad (6,7)$$

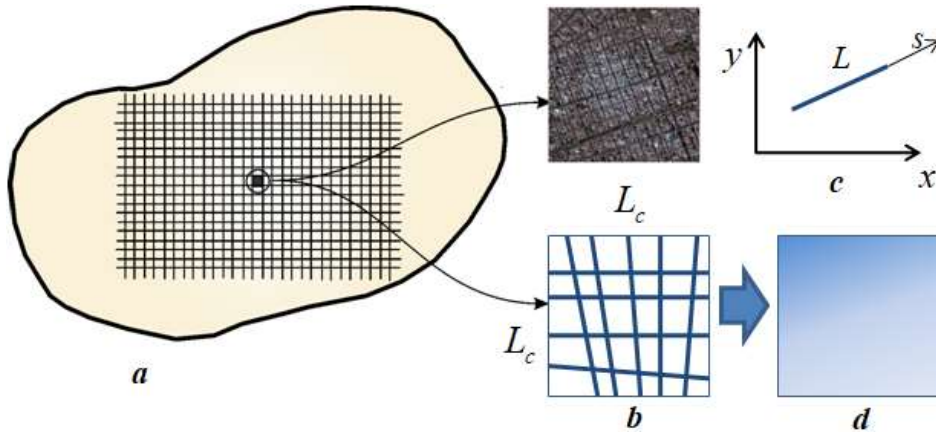
Una vez determinada la densidad de energía  $w$ , el nivel de presión sonora con ponderación A puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$Leq_A(x, y) = 10 \log_{10} \left( \frac{\rho c \int_A \frac{q(\xi, \eta)}{4\pi((\xi-x)^2 + (\eta-y)^2)} Hd\xi d\eta + cw(x, y)}{P_{ref}^2} \right) + pond_A \quad (8)$$

donde la integral corresponde a la contribución del campo directo (Sequeira y Cortínez, 2016),  $p_{ref} = 2 \times 10^{-5}$  Pa,  $\rho$  es la densidad del aire,  $\xi, \eta$  son variables de integración,  $A$  es el área de una calle y  $pond_A$  es un término para expresar el resultado en dBA.

## 2.2 Modelo de difusión acústica homogeneizado para analizar un entramado de calles

**Figura 2: Entramado de calles. a) Esquema general, b) celda urbana, c) esquema de calle en la celda, d) homogeneización de la celda.**



Se considera a continuación una ciudad (o una gran porción de la misma) y sobre ésta se analiza una pequeña celda de lados  $L_c$  que posee un entramado de algunas calles (Figura 2). Sobre cada una de las calles que componen la celda y atendiendo a la relación de esbeltez de las mismas ( $e/L \ll 1$ ), se asume que la densidad de energía depende solamente de la coordenada longitudinal, es decir  $w \cong w(x)$  (debe observarse que con esta aproximación se verifica la condición de borde (7)). Teniendo en cuenta tal aproximación, la ecuación (6) puede expresarse equivalentemente desde el punto de vista variacional en la forma:

$$-\int_A D_x \frac{\partial w}{\partial x} \delta \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right) dA - \int_A \sigma w \delta w dA + \int_A q \delta w dA + TC = 0 \quad (9)$$



donde  $\delta$  indica variación y  $TC$  indica términos de contorno en los extremos de la calle. Para una calle orientada de manera arbitraria (Figura 2c), la expresión anterior puede ser reescrita como:

$$\delta \square_s = - \int_A D_s (w_x x_s + w_y y_s) \delta (w_x x_s + w_y y_s) dA - \int_A \sigma w \delta w dA + \int_A q \delta w dA + TC = 0 \quad (10)$$

donde se ha tenido en cuenta que:

$$\frac{\partial w}{\partial s} = \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial w}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial s} = w_x x_s + w_y y_s \quad (11)$$

siendo  $x_s$  e  $y_s$  los cosenos directores de la calle y  $D_s$  el coeficiente de difusión longitudinal.

La expresión variacional para el entramado de calles que conforman la celda analizada se obtiene sumando las contribuciones de cada calle, es decir:

$$\delta \square_{celda} = \sum_s \delta \square_s \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \delta \square_{celda} = & - \left( w_x \left( \sum_s l e D_s x_s^2 \right) + w_y \left( \sum_s l e D_s x_s x_y \right) \right) \delta w_x - \\ & - \left( w_x \left( \sum_s l e D_s x_s x_y \right) + w_y \left( \sum_s l e D_s y_s^2 \right) \right) \delta w_y - \\ & - \sum_s (\sigma l e) w \delta w + \sum_s (q l e) \delta w + TCC \end{aligned} \quad (13)$$

donde  $TCC$  corresponde a términos sobre el contorno de la celda. Obsérvese que al efectuar la suma los términos de contorno en intersecciones de calles interiores se anulan entre sí por continuidad. La expresión (13) puede ser reescrita de la siguiente manera:

$$\delta \square_{celda} = - (w_x \tilde{D}_x + w_y \tilde{D}_{xy}) \delta w_x A_c - (w_x \tilde{D}_{xy} + w_y \tilde{D}_y) \delta w_y A_c - \tilde{\sigma} w A_c \delta w + \tilde{q} A_c \delta w + TCC \quad (14)$$

donde se ha definido:

$$\begin{aligned} \tilde{D}_x &= \frac{\sum_s D_s A_s x_s^2}{A_c} & \tilde{D}_y &= \frac{\sum_s D_s A_s y_s^2}{A_c} & \tilde{D}_{xy} &= \frac{\sum_s D_s A_s x_s y_s}{A_c} \\ \tilde{\sigma} &= \frac{\sum_s \sigma_s A_s}{A_c} & \tilde{q} &= \frac{\sum_s q_s A_s}{A_c} \end{aligned} \quad (15)$$

Luego, puede observarse que esta expresión corresponde a un medio bidimensional continuo equivalente (sin calles, Figura 2d). Consecuentemente, la ecuación diferencial de difusión para el medio continuo equivalente puede escribirse como:

$$\tilde{D}_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + 2\tilde{D}_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + \tilde{D}_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \tilde{\sigma}w + \tilde{q} = 0 \quad + \text{C.B.} \quad (16)$$

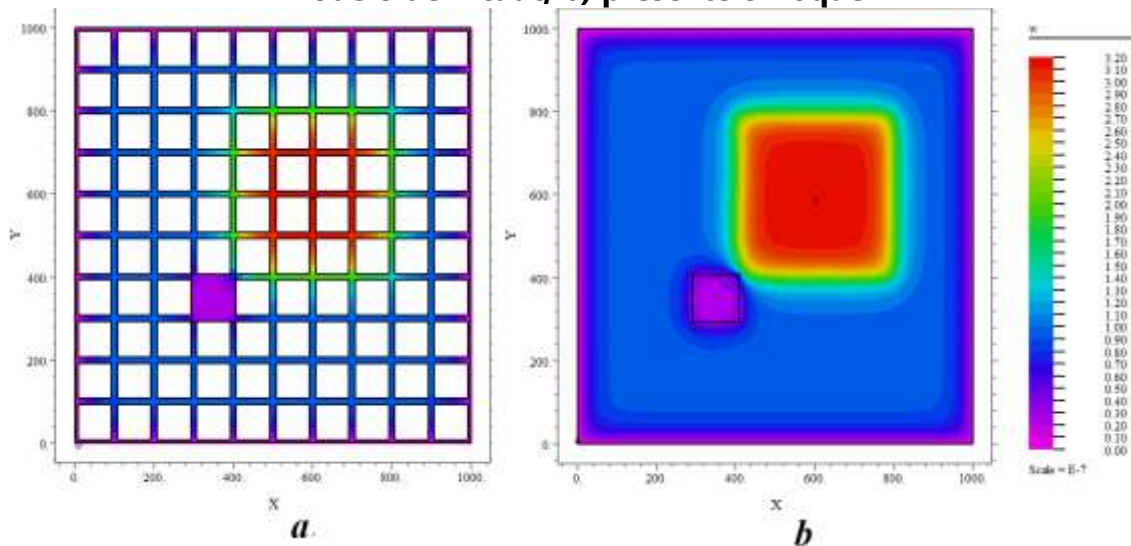
Dicha ecuación es válida para toda la ciudad y debe ser complementada con las condiciones de borde adecuadas en el contorno de la ciudad (usualmente  $w=0$ ). Luego, para obtener el campo acústico en la red de calles deben definirse los coeficientes del medio continuo equivalente (15) (seleccionando celdas que contengan unas pocas calles), resolverse la ecuación (16) con las condiciones de borde para toda la ciudad y finalmente aplicarse la ecuación (8) interpretándose válida en el dominio real de calles.

### 3. RESULTADOS NUMÉRICOS

Se considera una superficie de  $1 \text{ km}^2$  con una formación regular de calles de  $100 \text{ m}$  de longitud, dispuestas en damero, siendo el ancho de las calles  $e=15 \text{ m}$  y la altura de los edificios  $H=20 \text{ m}$ . Por las calles de la zona delimitada por  $400 \text{ m} < y < 800 \text{ m}$  y  $400 \text{ m} < x < 800 \text{ m}$  circulan  $\nu=10$  vehículos por cuadra, ningún automóvil pasa por las calles que circundan la manzana donde existe una zona verde, y 3 vehículos se desplazan por cuadra en el resto de las calles

Para el cálculo del nivel sonoro se adoptan los siguientes valores: coeficiente de absorción  $\alpha=0,2$ , velocidad del sonido  $c=345 \text{ m/s}$ , densidad del aire  $\rho=1,2 \text{ kg/m}^3$  y tiempo de reverberación  $T_R=0,6 \text{ s}$ . Para el cálculo de la potencia sonora de los vehículos  $W_a=10^{L_{pm\acute{a}x}/10} 10^{-12}$ , se adopta un automóvil tipo, medianamente ruidoso, con  $L_{pm\acute{a}x}=85 \text{ dBA}$ .

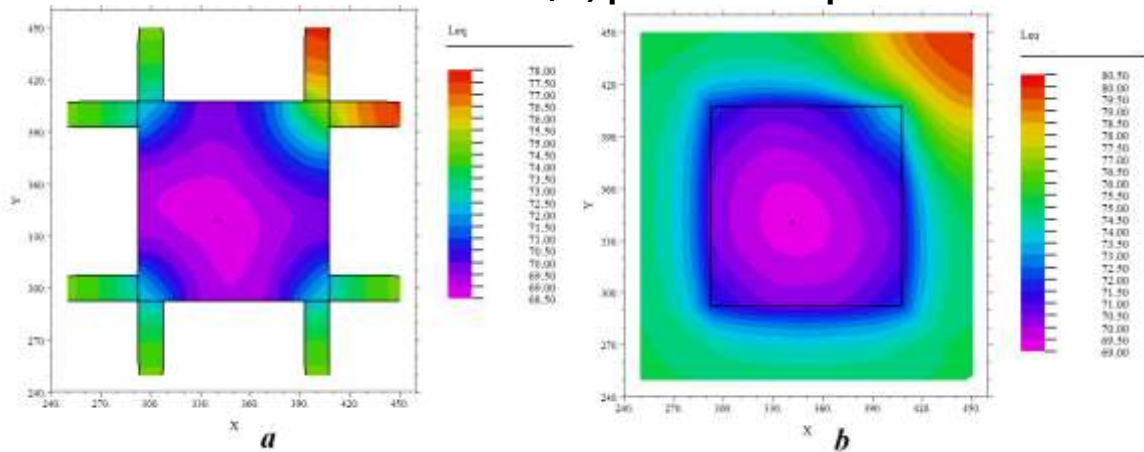
**Figura 4: Distribución de densidad de energía acústica reverberante  $w$  ( $\text{J/m}^3$ ). a) Modelo de Picaut, b) presente enfoque**



En las Figuras 4a y 4b se muestra la distribución espacial de la densidad de energía sonora obtenida mediante una solución de Elementos Finitos del sistema de Picaut por calles (ecuaciones 6-7) y del sistema homogeneizado (16), respectivamente.

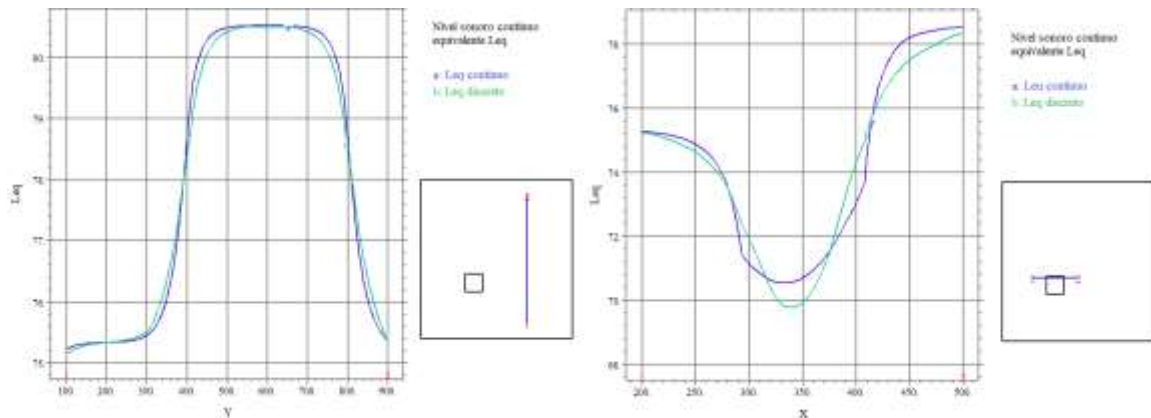
En las Figuras 5a y 5b se muestran los niveles sonoros continuos equivalentes en el espacio verde, determinados mediante el modelo de Picaut y el presente modelo, respectivamente.

**Figura 5: Nivel sonoro continuo equivalente (dBA) en el espacio verde. a) Modelo de Picaut, b) presente enfoque**



En las Figuras 6a y 6b se muestran comparaciones entre niveles sonoros continuos equivalentes determinados mediante el modelo detallado y el presente enfoque para dos calles diferentes.

**Figura 6: Comparación de niveles sonoros continuos equivalentes en diferentes arterias (dBA)**



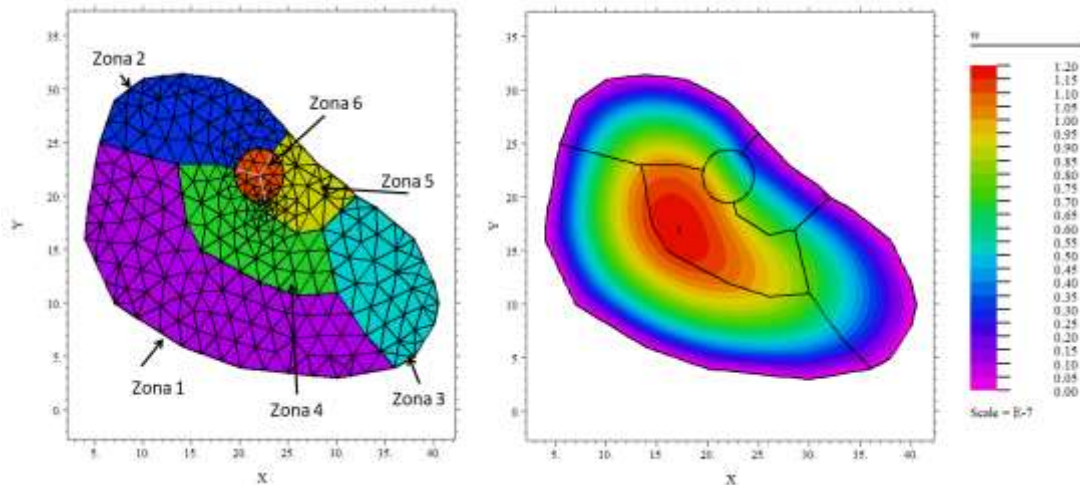
En todas las figuras aludidas se aprecia que la diferencia entre ambos enfoques es despreciable (diferencia en  $L_{eq}$  menor a 0,5 dBA). El cálculo mediante el enfoque por calles tarda 24 segundos mientras que el realizado con el nuevo enfoque continuo lleva solo 2 segundos.

Como ejemplo de aplicación en una ciudad completa, en la Figura 7 se muestra la distribución de la energía acústica reverberante en una ciudad cuyas características por zonas se muestran en la Tabla 1. En todas las zonas se consideran calles de 100 m de longitud y vehículos con  $L_{pmáx} = 90dBA$ .

**Tabla 1: Características de las zonas de la ciudad**

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
$H$ (m)	15	15	15	25	40	30
$e$ (m)	15	15	15	12	12	6
$\nu$ (vehículos)	15	40	25	30	15	6

**Figura 7: Zonas de la ciudad y densidad de energía acústica reverberante ( $J/m^3$ )**



#### 4. CONCLUSIONES

Se ha presentado un nuevo modelo para calcular los niveles de ruido generados por tráfico en una macroescala, es decir para la descripción acústica de una red extensa de calles. El enfoque consiste en una homogeneización del modelo de Picaut que conduce a una ecuación de difusión en un medio continuo equivalente. La solución numérica del problema homogeneizado es mucho más simple que la del problema original y al mismo tiempo es suficientemente precisa como se ha mostrado en los ejemplos numéricos desarrollados. Asimismo, la ventaja en la disminución del tiempo de cálculo se acentúa exponencialmente con el tamaño y la complejidad de la ciudad.

#### 5. REFERENCIAS

Cortínez, Víctor H., Stoklas, Cecilia I., Girón, Pablo G., Azzurro, Adrián P. y Ercoli, Liberto (2006). Modelos de predicción de ruido de tránsito para la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Proc. V Congreso Iberoamericano de Acústica*, Santiago de Chile, Chile.

- Cortínez V. H. y Dominguez, P. N. (2017). An anisotropic continuum model for traffic assignment in mixed transportation networks. *Applied Mathematical Modelling* 50, 585-603.
- Davies, H. G. and Lyon, R. H. (1973). Noise propagation in cellular urban and industrial spaces. *The Journal of the Acoustical Society of America* 54, 1565-1570.
- Dominguez, P. N. y Cortínez, V. H. (2012). Un método continuo-discreto para el diseño óptimo de sistemas de transporte urbano. *Mecánica Computacional*, Vol. XXXI, 3335-3355.
- Dominguez, P. N. (2013). Un nuevo modelo continuo de asignación de tráfico para el diseño óptimo de redes de transporte urbano. Tesis de Doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional del Sur. Recuperado de : <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/583/1/Tesis%20Patricia%20Dominguez.pdf>, 02/05/2017.
- Hewett, D. P. (2012). High frequency sound propagation in a network of interconnecting streets. *Journal of Sound and Vibration* 331, 5537-5561.
- Kang, J. (2002). *Acoustics of Long Spaces: Theory and Design Guidance* ISBN 0 7277 3013 4. Thomas Telford Publishing.
- Pasareanu, S., Remillieux, M., Burdisso, R. (2012). Energy-based method for near-real time modeling of sound field in complex urban environments. *Journal of the Acoustical Society of America* 132 (6), 3647-3658.
- Picaut, J., Simon, L. and Hardy, J. (1999). Sound field modeling in streets with a diffusion equation. *Journal of the Acoustical Society of America* 106 (5), 2638-2645.
- Picaut, J. (2002). Numerical Modeling of urban sound fields by a diffusion process, *Applied Acoustics* 63, 965-991.
- Sequeira, M. E. y Cortínez V. H. (2012). Estudio acústico de la ciudad de Bahía Blanca mediante un modelo computacional. *Mecánica Computacional* Vol XXXI, 4057-4080. Recuperado de <https://cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/view/4314/4240>, 02/05/2017.
- Sequeira, M. E. y Cortínez V. H. (2016). Optimal acoustic design of multi-source industrial buildings by means of a simplified acoustic diffusion model. *Applied Acoustics* 103, 71-81.
- Sequeira, M. E. y Cortínez V. H. (2018). Identification of Sound Power Levels and Surface Absorption Coefficients in Multi-source Industrial Buildings by Using a Simplified Diffusion Model. *Archives of Acoustics* 43 (1) ISSN 2300-262X (on line), 93-102. Recuperado de: [http://acoustics.ippt.pan.pl/index.php/aa/article/view/2012/pdf\\_325](http://acoustics.ippt.pan.pl/index.php/aa/article/view/2012/pdf_325), 02/05/18.
- Valeau, V., Picaut, J. and Hodgson, M. (2006). On the use of a diffusion equation for room-acoustic prediction. *Journal of the Acoustical Society of America* 119 (3), 1504-1513.

# **LA CAPACIDAD AMBIENTAL DE LA MOVILIDAD URBANA EN LA CIUDAD DE LIMA: CASO DE ESTUDIO CENTRO HISTORICO**

**Rocio Margarita Cacho Cruz**

Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú; rociocacho\_uni@yahoo.com

**Zulema Conto Quispe**

Universitat Politècnica de València, Valencia, España, zuconqui@doctor.upv.es

## **RESUMEN**

Esta investigación se enmarca dentro de los estudios que analizan los impactos, tanto ambientales como sociales, de la movilidad motorizada en un tejido urbano homogéneo como es el Centro Histórico de Lima. A pesar que en los últimos años se ha empezado a cuestionar la visión convencional del transporte como un bien económico que solo busca incrementarse indefinidamente, en el área metropolitana de Lima no se ha tomado ningún tipo de medidas a fin de frenar el tráfico en la ciudad, situación que la ha convertido en una de las metrópolis con los mayores impactos negativos a causa del tráfico.

El objetivo del estudio es evaluar si el modelo actual de movilidad urbana del Centro Histórico de Lima, podría asociarse con costos ambientales y sociales específicos; y si éstos repercuten en el desborde de su capacidad ambiental.

El diseño metodológico de la investigación es de carácter exploratorio y descriptivo; a partir de la observación directa de su realidad urbanística, y apoyada en fuente de datos cualitativos y cualitativos secundarios; explica el comportamiento de la movilidad urbana y sus respectivos costes.

## **1. INTRODUCCION**

El transporte es responsable de gran parte de las emisiones contaminantes, del consumo de recursos no renovables, y al mismo tiempo se constituye como un factor que conlleva a claros riesgos de exclusión social para amplios estratos de la población. Por su parte Estevan (2006) calificaba al transporte como "la gran enfermedad de los ecosistemas en nuestra época", además de convertirse en la principal dolencia del ecosistema global.

A pesar que en los últimos años autores como Estevan & Sanz (1996) y Herce (2009), han cuestionado la visión convencional del transporte, como un bien económico que solo busca incrementarse indefinidamente; en el Área Metropolitana de Lima (AML) no se ha aplicado ningún tipo de medidas para calmar el tráfico; situación que ha llevado al deterioro de diversas zonas por consecuencia del tráfico motorizado, una de ellas es el Centro Histórico de Lima (CHL).

La hipótesis de partida es que dentro de un área relativamente homogénea como es el CHL, el desborde de su capacidad ambiental está ligado al modelo actual de movilidad, a su configuración espacial, y a dinámicas urbanas descontroladas asociadas a la debilidad o ausencia del Estado. El objetivo del estudio es establecer para el CHL, la asociación del modelo actual de movilidad urbana con costos ambientales y sociales específicos; y si estos repercuten en el desborde su capacidad ambiental.

## **2. MARCO CONCEPTUAL**

Esta investigación se enmarca dentro de los estudios que analizan los impactos tanto ambientales como sociales de la movilidad motorizada en un tejido urbano homogéneo dentro de la ciudad. Se toma como referencia los aportes de Colin Buchanan (1961), quien introdujo el concepto de "capacidad ambiental" para referirse a la capacidad que tienen los diferentes tejidos en una ciudad para asimilar el tráfico rodado; e incide en la cuestión que la capacidad ambiental radica en la necesidad de organizar el viario atendiendo al tipo de tráfico. Jane Jacobs (1961) quien en su libro "Vida y muerte de las grandes ciudades" advierte las consecuencias de encumbrar el automóvil por encima de las personas. Estevan & Sanz, (1996) quienes hablan de la contradicción esencial entre el transporte y la naturaleza, de donde surge el concepto de "capacidad de carga" como expresión de los límites ambientales de los ecosistemas naturales en relación con el transporte, (ambos términos "capacidad ambiental" y "capacidad de carga" se refieren a lo mismo). Jan Gehl (2014) quien habla de la dimensión humana en las ciudades.

## **3. AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGIA**

### **3.1. Área de estudio**

El área de estudio se circunscribe al CHL, que se ubica en la parte central del AML; urbe que cuenta con una población de 9'320,000 habitantes<sup>1</sup> que representa más del 30% de la población peruana, cifra que la convierte en la ciudad más poblada del Perú. El CHL se constituye como el centro de poder político, religioso, administrativo, no sólo de la metrópoli, sino de todo el país.

---

<sup>1</sup>Según estimaciones y proyecciones de población del 2018, del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

### **3.2. Metodología**

El diseño metodológico de la investigación es de carácter exploratorio y descriptivo; que a partir del marco teórico y de la observación directa de su realidad urbanística, se apoya en una fuente de datos cualitativos y cuantitativos secundarios para explicar el comportamiento de la movilidad urbana y sus respectivos costes.

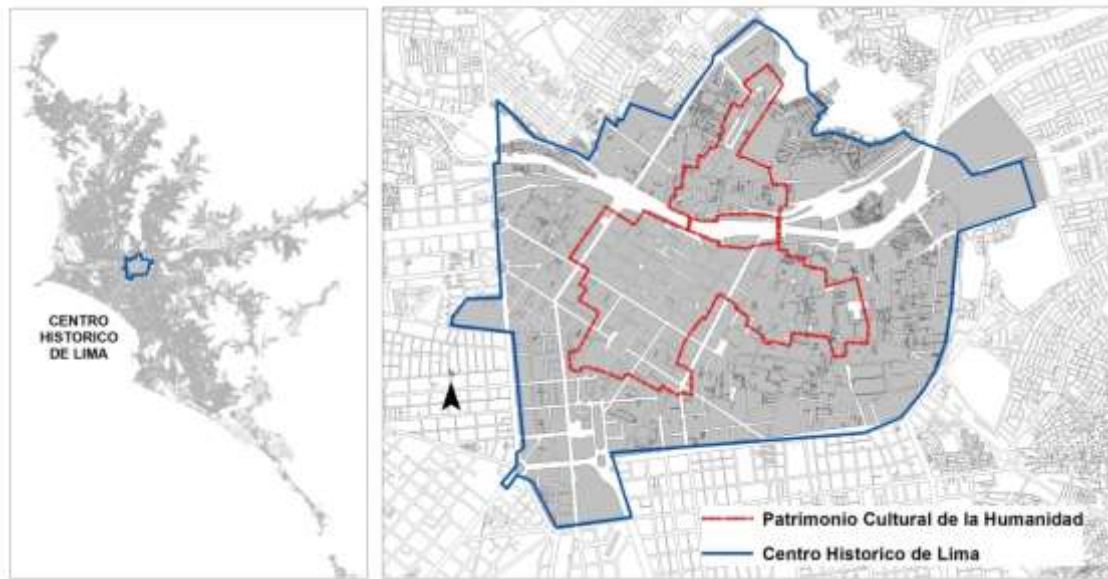
## **4. CENTRO HISTORICO DE LIMA**

El CHL se ubica en la zona central del AML, a partir del cual se extendió la metrópoli; tiene una extensión de 1,022.81 Ha. (según plano base del 2013 – delimitación Ordenanza N° 893), de los cuales el 68% corresponde al Cercado de Lima, 28% al distrito del Rímac y el 4% a otros distritos. En reconocimiento a los valores culturales e históricos que encierra, en el año 1991 una parte del CHL es declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO; área que corresponde a la zona denominada "A" en la Ordenanza N° 062, ésta tiene un área de 239.69 ha (23% del total del CHL). Actualmente se encuentra bajo la administración territorial de la Municipalidad Metropolitana de Lima (figura 1).

Desde su fundación, su organización espacial estuvo basada en un solo centro; durante siglos cumplió funciones múltiples (sede de gobierno, administrativo, financiero, cultural, etc.). A partir de la explosión demográfica de 1940 se llega a configurar una estructura radial metropolitana articulada por el CHL, el cual está rodeado por dos anillos o coronas urbanas; la primera corona surge de la primera expansión y responde a un proceso de urbanización regular; la segunda corona responde a un proceso de ocupación del suelo de carácter informal, producto de la migración interna que llega a ocupar arenas desérticas, infradotadas de servicios básicos y equipamiento colectivo, a medida que se fueron consolidando adquirieron funciones urbanas. A pesar que en los últimos años se ha desarrollado nuevas centralidades económicas, las más representativas se ubican en el área central (Gonzales et al, 2011), como el Mercado Central y Mesa Redonda ambos de mayor jerarquía metropolitana según Fernández & Vilela (2015); por lo que esta zona actúa como un tractor de viajes. Por otro lado su estructura radial concéntrica se constituye en un problema, puesto que muchas vías se dirigen al centro y a medida que se aproximan al CHL se angostan de manera significativa, situación que genera congestión y tráfico vehicular.



**Figura 1: Ubicación y delimitación del Centro Histórico de Lima y del área declarada Patrimonio Cultural de la humanidad**



Fuente: Plan Maestro 2013

## 5. MODELO ACTUAL DE LA MOVILIDAD

El modelo actual de la movilidad urbana en el AML, no sólo prioriza los modos motorizados frente a los no motorizados; sino que da relevancia a la movilidad motorizada privada, curioso en una metrópoli donde la mayoría de su población se desplaza en transporte público 73% (Lima Cómo Vamos al 2016)<sup>2</sup>. Como menciona Vega Centeno (2011), Por un lado se desarrolla la urbe pensada prioritariamente para la circulación de autos, mientras que por el otro se produce una ciudad popular que depende del transporte público.

Dar preferencia a determinadas formas de movilidad constituye una apuesta por un determinado modelo; si bien no se cuenta con políticas que fomenten la movilidad motorizada a rajatabla; la ausencia o la incapacidad del Estado en la planificación y gestión del transporte urbano, al igual que en la metrópoli, ha sido una constante a lo largo de su proceso de desarrollo urbano. En la década del 90 se liberalizó el transporte urbano y la importación de vehículos usados<sup>3</sup>; situación que lejos de solucionar la crisis

<sup>2</sup> Cabe mencionar que "Lima Cómo Vamos", recoge datos de forma anual desde el 2010; sin embargo, sólo considera los desplazamientos por motivos de "trabajo y estudio", (al ser las únicas disponibles se toman como referencia). Cabe mencionar que las encuestas de transporte y movilidad que se realizan en el AML recogen datos que corresponde a desplazamientos en el ámbito metropolitano; dejando de lado los desplazamientos dentro de la escala local o de proximidad; otro aspectos es la poca o ninguna atención que se presta a los desplazamientos considerados no obligados (compras cotidianas, ocio, acompañar a un niño o adulto, motistas de salud, etc.).

<sup>3</sup> Decreto Legislativo 651 (del 24 de julio de 1991), que establecía la libre competencia de tarifas de servicio público de transporte; libre acceso a las rutas, la posibilidad de que cualquier persona natural o jurídica prestase servicio de

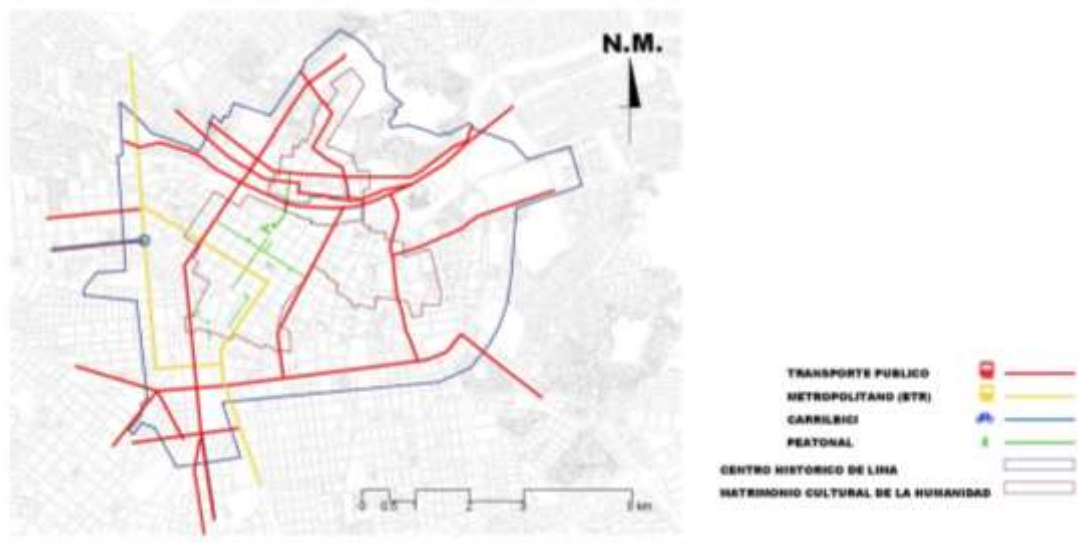
de la sobredemanda del transporte de ese entonces, se convirtió en una sobreoferta y en el crecimiento desmesurado del parque automotor; actualmente el transporte urbano se constituye en uno de los mayores problema de la metrópoli. El ente responsable del transporte urbano es la Municipalidad Metropolitana de Lima; cuya estrategia ha consistido en regular, mas no en gestionar; priorizando cuestiones de infraestructura y renovación de flota de transporte público; obviando las herramientas sobre las que descansa un planteamiento más sostenible de la movilidad urbana; que según Herce & Magrinyà (2013) serían “la adaptación y gestión del espacio urbano, y la gestión de los sistemas especializados de transporte mecanizado”.

Esta situación ha configurado un escenario en el que la oferta actual de espacios y de infraestructura adaptada a cada modo de desplazamientos es desigual; así tenemos que el mayor beneficiario dentro de los motorizados es el privado. Respecto al transporte público a pesar de ser el Estado el ente responsable de gestionarlo, quienes brindan el servicio son empresas privadas, ya sean formales o informales (Bielich, 2009); situación que no es aislada puesto que en Latinoamérica ha sido una característica según autores como Figueroa (2005) y Montezuma (2003). En los últimos años se ha implementado nuevos sistemas como el Metropolitano (de corredor segregado con una extensión de 26 km), los corredores complementarios (corredor rojo, azul y morado), y la línea 1 del metro de Lima; estos sólo cubren una pequeña parte de la demanda de transporte urbano. Respecto a los modos no motorizados, la implementación de carriles bici en los últimos años ha sido permanente y variada según cada distrito, una característica común es que no es integrado y en algunos casos implementados sin criterios técnicos; actualmente se tiene 175. Km de ciclovías a finales del año 2016. En el caso concreto del CHL, la oferta de espacios e infraestructura de la que dispone es mayoritariamente para modos motorizados y dentro de este para el transporte privado que es compartido por algunas rutas del transporte público; cuenta también con el carril segregado del Metropolitano; respecto a los no motorizados cuentan con algunos tramos continuos de calles peatonales, y la ausencia de ciclovías (figura 2).

---

transporte público, y el permiso para que cualquier vehículo (exceptuando camiones y vehículos de dos ruedas) pudiese brindar el servicio de transporte público. Y el Decreto Supremo 080-91-EF que eliminaba las restricciones de las importaciones y exportaciones de vehículos usados.

**Figura 2. Oferta actual de espacios y de infraestructura adaptada a cada modo de desplazamientos**



Fuente: Plan Maestro del Centro Histórico de Lima al 2025

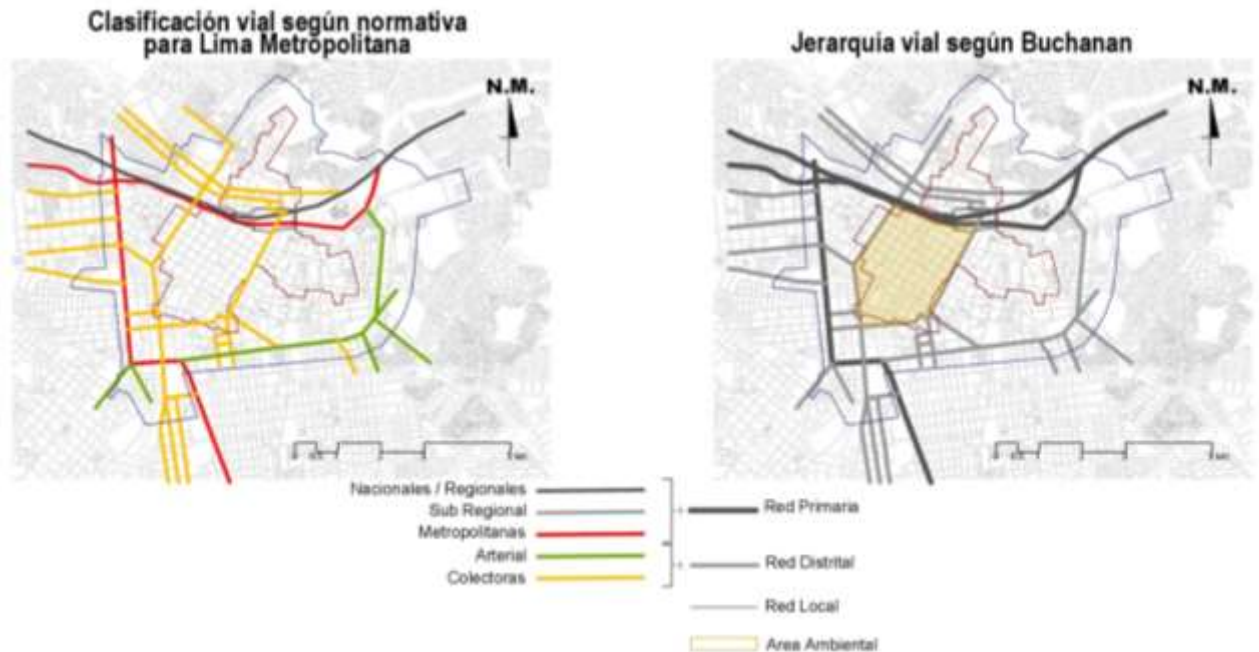
## **6. CAPACIDAD AMBIENTAL DEL CENTRO HISTORICO DE LIMA**

El término "capacidad ambiental" de Buchanan (1973), dio paso a una serie de intervenciones para frenar el tráfico en las ciudades; a partir de estos conceptos se adoptaron políticas de restricción del tráfico en áreas centrales de las ciudades europeas, con adopción de medidas como la fijación de anillos externos de distribución de la circulación, aparcamientos, tratamientos diferenciados del espacio para peatones (Herce & Magrinyà, 2013). A fin de explicar el comportamiento de la movilidad en el área de estudio se toma la filosofía de Buchanan, sobre la jerarquía de vías para calmar el tráfico. En la figura 3 se aprecia la "estructura celular" que se llega a conformar, donde las diferentes células (en tamaño y características), se organizan a través de una red enlazada de vías de distribución. Aunque no todas podrían constituirse como áreas ambientales, la que sí debería serlo es la célula central donde se encuentra el damero de Pizarro, que presenta características homogéneas; y que debería ser protegido por su gran valor histórico arquitectónico.

La célula delimitada por la vía de Evitamiento (red primaria), Av., Tacna, Av. Abancay, Av. Franklin Roosevelt, y Av. Garcilaso (red distrital); es una de las zonas de la ciudad donde se sufre más intensamente el tráfico vehicular, por la fuerte predominancia del transporte público, viéndose afectadas también las vías locales que sirven de acceso a las manzanas. Cabe mencionar que a fin de esquivar el tráfico en la red primaria se toman atajos a través de las vías locales, por lo que estas reciben grandes flujos vehiculares que no corresponde a su jerarquización; y en ocasiones reportan

velocidades por debajo 20km/h en la red primaria y entre los 14km/h y 16km/h en la red local (JICA 2012) debido a la congestión vehicular.

**Figura 3. Oferta actual de espacios y de infraestructura adaptada a cada modo de desplazamientos**



Fuente: Ordenanza N° 341 y jerarquía vial según Buchanan

## 6.1. Costos sociales

El tráfico motorizado y la no aplicación de medidas encaminadas a frenar el tráfico en esta área han configurado un escenario excluyente y segregador para el peatón.

### *Excluyente*

Por sus dimensiones la célula central, es perfectamente recorrible; está dentro de la "distancia peatonal" aceptable en una ciudad (radio de 500 metros según Gehl (2013)); lo que quiere decir que al caminar una superficie de 1km<sup>2</sup>, los peatones podrían encontrar la mayoría de los servicios que la ciudad le ofrece. Sin embargo, al ver la organización del espacio público, a pesar de la estreches de las calles (red local); se le otorga dos carriles al automóvil mientras que la acera no llega a los 2mt.; esto claramente va en beneficio de los motorizados. Esta preferencia ha transformado el verdadero carácter de la calle, de un espacio polifuncional a un elemento especializado de conexión (al que se le ha potenciado su carácter de vía de transporte); para Mateos & Sanz (1984) sería un "espacio desfigurado" al que se le ha alterado en sus verdaderas características, perdiendo el verdadero significado de "la calle" como el elemento urbano más significativo dentro de una ciudad.

La inexistencia de espacios adaptados a los requerimientos de las formas más normales y eficaces de desplazamiento en distancias cortas como caminar o ir en bicicleta; no solo supone una marginación de este tipo de movilidad; también se constituye en una forma de exclusión social para aquellos colectivos donde la ocupación masiva del espacio por la movilidad motorizada les impide caminar o realizar funciones sociales como conversar; situación que atenta contra la propia esencia de la ciudad.

### *Segregado*

La apropiación del espacio público por el automóvil, no es una cuestión de los últimos años ni exclusivo del área de análisis; la fricción de los viandantes con los modos motorizados se da desde la aparición de los automóviles en las ciudades incluso mucho antes cuando las caballerías o carruajes tirados por las bestias irrumpieron en las ciudades; situación que empujó a los lados de la calle al peatón, así surgen "las aceras" un espacio para uso exclusivo con el objetivo de protegerlo; una verdad a medias para Mateos & Sanz (1984) puesto que bajo la excusa de la seguridad de los peatones, se consagra la pérdida del dominio de una gran parte de la calle y la segregación del espacio.

La separación física y total entre el tráfico rodado y los peatones implica en el caso extremo reservar para los peatones tramos de la red viaria de forma exclusiva (medida que puede parecer favorable ya que se suprimen conflictos con el automóvil). Sin embargo el hecho de que estas actuaciones se localicen en el hipercentro comercial o concretamente en las calles con mayor densidad de comercio, como es el caso del Jr. De La Unión y posteriormente de los Jr. Ica y Ucayali, tienen un enfoque económico y no social. Si bien las peatonalizaciones en los centros urbanos son prácticas comunes en muchas ciudades del mundo; estos siguen procesos diferenciados como consecuencia de las distintas circunstancias urbanas. Así lo menciona Robertson (en 1992 como lo cita Sanz en 2008), para el caso de las áreas peatonales en los Estados Unidos, estas fueron creadas con la intención de revitalizar económicamente los centros urbanos frente a los pujantes polos comerciales existentes en las zonas suburbanas; por el contrario las peatonalizaciones en ciudades europeas partían del conflicto entre peatones y vehículos y de la congestión como principales causas de las medidas. Para el caso concreto de CHL este responde a medidas que han buscado quitar a los ambulantes de las calles y de recuperación del centro, con un enfoque económico antes que social. La gestión del espacio viario así como del espacio urbano en general en el área de análisis tienen un enfoque de segregador y de exclusión; como bien menciona Vega Centeno (2017) parten de la funcionalización de los espacios públicos, identificando las calles como vías de circulación y los parques como áreas recreativas.

## **6.2. Costos ambientales**

### *Intrusión visual*

Si bien hoy nos parece muy natural o normal el hecho de ver automóviles no solo circulando sino también estacionados; es porque nacimos cuando el automóvil ya se había instalado en la calle sin ningún límite, y poco a poco ha dejado de ser una excepción para convertirse en algo consustancial al paisaje urbano. Pero la irrupción de los vehículos motorizados en las ciudades trae consigo también las señales de tránsito, carteles, barreras, etc.; todo cuanto se estime preciso para ayudar a la fluidez del tráfico. Hoy en día el CHL está invadido por los vehículos en circulación, situación que va en detrimento del valor histórico.

### *Contaminación atmosférica Humos y olores*

Las avenidas Tacna, Garcilaso de la Vega, Abancay, y Emancipación, por las que transita un parque automotor obsoleto (15.9% con mas de 20 años de antigüedad, según Lima Cómo Vamos); y que hace uso de combustible contaminante generando material particulado y gases de combustión que alteran las características del aire; esta situación ha sido puesta en evidencia en múltiples estudios que demuestran que el CHL es una de las zonas más contaminadas no solo de Lima sino de Latinoamérica. El AML llega a  $35,7 \text{ ug/m}^3$  de  $\text{PM}_{2.5}$  muy cerca del promedio global ( $38,4 \text{ ug/m}^3 \text{ PM}_{2.5}$ ); es la tercera ciudad más contaminadas de latinoamerica. En cuanto a la Concentración media anual ( $\text{PM}_{10}$ ) el máximo permisible según la OMS es de  $50 \text{ ug/m}^3 \text{ PM}_{10}$  para el caso de Lima Metropolitana llega a  $88 \text{ ug/m}^3 \text{ PM}_{10}$ .

### *Contaminación ruidos*

Los elevados niveles sonoros se encuentran las principales avenidas que presentan alta densidad vehicular como las avenidas Tacna, Garcilazo de la Vega, Abancay, Grau, Nicolas de Pierola, etc. Llegandose a reportar entre 75 a 85 dBA para el periodo día y el periodo tarde; en el periodo noche hay una disminución considerable de los niveles de contaminación sonora, debido a la disminución del flujo de tráfico vehicular (según Diagnóstico de la contaminación sonora generada por fuentes fijas en Lima Cercado - 2012). Cabe mencionar que de acuerdo a los últimos informes de la OMS una exposición continua a niveles sonoros sobre los 65 dBA puede generar estrés crónico, así como problemas a la salud como cardiopatías, hipertensión, etc.

## **6.3. El desborde de su capacidad ambiental**

La capacidad de un área presentará límites ambientes absolutos, los que permitan determinar si estos han sido o no sobrepasados. Sin embargo, al utilizar terminos como capacidad o límites entramos en un ambito de controversia; puesto que muchas sociedades actualmente conviven, con altos niveles de ruido, intrusión visual,

contaminantes atmosférico, o cada vez mayor tiempo de desplazamientos, etc. y probablemente puedan sobrevivir con más afecciones ambientales y sociales a causa de la movilidad motorizada. Al respecto Estevan & Sanz (1996) mencionan que la única forma de valorar el grado en que se están alcanzando o desbordando los límites ambientales de una determinada actividad, es la de establecer referencias socioculturales; es decir, se trata de examinar cual es la percepción que se tiene del problema en el entorno inmediato de cada colectividad; en términos generales el 51.3% de la población limeña considera que el transporte público es el segundo problema más grave de la ciudad (el primero es la inseguridad ciudadana), según Lima Cómo Vamos (2016).

Sin embargo al tratarse de una zona con tanto valor histórico arquitectónicos, tomaremos las palabras de Buchanan, quien menciona que la capacidad del centro histórico de una ciudad estará determinada por su máxima conservación lo que implica restringir la accesibilidad vehicular, hecho que determina también la humanización sus calles; situación que no ocurre en el área de análisis. Bajo esta interpretación, y del análisis realizado en los acápite anteriores, la capacidad ambiental del CHL a causa de la movilidad motorizada estaría sobrepasada o desbordada.

## **7. CONCLUSIONES**

Uno de los espacios más sensibles en las ciudades son las áreas centrales; el caso del CHL como un todo (por su valor histórico arquitectónico) y particularmente su organización espacial y viaria, configura un escenario desalentador para el ciudadano; puesto que los costos ambientales y sociales generados por la movilidad motorizada van en perjuicio de su conservación y protección. En síntesis, para el CHL costos ambientales y sociales generados a causa de la movilidad motorizada contribuyen al desborde de su capacidad ambiental.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Bielich, C. (2009). *La Guerra del centravo. Una mirada actual al transporte público en Lima Metropolitana*. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.

Buchanan, C. D. (1973). *Traffic in Towns [Tráfico en las ciudades]*. London (obra original publicada en 1963)

Estevan, A. (2006). La enfermedad del transporte. Libre Pensamiento N° 48, pp. 12-27, Madrid.

Estevan, A. & Sanz, A. (1996). *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*. Madrid, España: Los libros de la catarata.

Fernández, G. & Vilela, M. (2015). *Reflexiones sobre densidad urbana centralidades en la metrópoli de Lima, siglo XXI*. ENSAYO, Revista de Arquitectura, Urbanismo y Territorio N°1, pp. 83-114. Lima.

Figuerola, O. (2005). *Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina*. Revista EURE, XXXI, N° 94, pp. 41-53. Santiago de Chile.

Gehl, J. (2013). *Ciudades para la gente*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito.

Gonzales, E.; Del Solar, V. & Del Pozo, J. M. (2011). *Lima metropolitana después de las reformas neoliberales: Transformaciones económicas y urbanas*. Lima\_Santiago: reestructuración y cambios metropolitanos. Santiago de Chile.

Herce, M. (2009). *Sobre la movilidad en la ciudad. Propuestas para recuperar un derecho ciudadano*. Barcelona, España: Editorial Reverté

Herce, M.; & Magrinyà, F. (2013). *El espacio de la movilidad urbana*. Buenos Aires, Argentina: Café en las ciudades.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (INEI)

Jacobs, J. (2012). *The Death and Life of Great American Cities [Muerte y vida de las grandes ciudades]*. Nueva York (obra original publicada en 1961).

Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)

Lima Cómo Vamos (2016)

Mateos, A., & Sanz, A. (1984). *La calle: Diseño para peatones y ciclistas*. Madrid, España.

Montezuma, R. (2003). *Ciudad y transporte: la movilidad urbana*. Cuadernos de CEPAL N° 88, pp. 175-190. Santiago de Chile.

Organización Mundial de la Salud (OMS)

Sanz, A. (2008). *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*. Madrid, España: Ministerio de Fomento, Gobierno de España.

Vega Centeno, P. (2011). *El metropolitano y los efectos del retorno de la gestión pública al transporte urbano*. PUCP pp. 12-24. Lima, Perú.

Vega Centeno, P. (2017). *La desigualdad invisible: el uso cotidiano de los espacios públicos en la lima del siglo XXI*. Territorio N°36, pp. 23-46. Bogotá, Colombia



# **AFECTACIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO A LA MOVILIDAD URBANA EN LA HABANA**

**M. Sc. Guadalupe Rodríguez Rodríguez**

Dirección General de Transporte Provincial La Habana- DGTPH  
lupe@getrans.cu

**M. Sc. Zunilda Parra Arias**

Centro de Investigación y Manejo Ambiental de Transporte- CIMAB  
zunilda@cimab.transnet.cu

## **RESUMEN**

Cuba es vulnerable a los fenómenos extremos debido a su ubicación en la ruta de los huracanes y depresiones tropicales del Caribe, lo que plantea desafíos adicionales para el mantenimiento de su infraestructura. La ciudad de La Habana ha sido duramente afectada por esos desastres naturales, como es el caso de la red vial y el servicio de transporte público, un contexto que plantea desafíos adicionales para el transporte sostenible, la movilidad urbana y la conectividad. Por ejemplo, los efectos adversos de los desastres naturales a menudo se relacionan con las inundaciones y las mareas altas que afectan a las principales vías y barrios de bajo nivel debido a la capacidad limitada y a la falta de mantenimiento del sistema de drenaje, principalmente durante la temporada de huracanes.

Los riesgos que se provocan con el cambio climático por las intensas lluvias es un elemento importante a tener en cuenta en la Planeación de la infraestructura no solo de las nuevas vías que se proyecten, si no en la ya existentes dando soluciones que minimicen los riesgos que esta problemática provoca a la movilidad de la población.

Por lo que se plantea la necesidad de tener en cuenta que en la planeación, proyectos y construcción de la Infraestructura vial de La Habana se tenga en cuenta los riesgos que el cambio climático provocan en la movilidad de la población.

## **I. INTRODUCCION**

Cuba es vulnerable a los fenómenos extremos debido a su ubicación en la ruta de los huracanes y depresiones tropicales del Caribe, lo que plantea desafíos adicionales para el mantenimiento de su infraestructura. La ciudad de La Habana ha sido duramente afectada por esos desastres naturales, como es el caso de la red vial y el servicio de transporte público, un contexto que plantea desafíos adicionales para el transporte sostenible, la movilidad urbana y la conectividad. Por ejemplo, los efectos adversos de los desastres naturales a menudo se relacionan con las inundaciones y las mareas altas que afectan a las principales vías y barrios de bajo nivel debido a la capacidad limitada

y a la falta de mantenimiento del sistema de drenaje, principalmente durante la temporada de huracanes.

La movilidad ocupa un papel central en la sociedad, en tanto que permite la comunicación, la actividad económica e integra los espacios y las actividades; es una necesidad de todas las personas para poder acceder a los bienes y servicios básicos que hacen posible una vida digna. Al reconocerla como un derecho de todo ciudadano, genera compromisos y obligaciones del Estado, por lo que las políticas de movilidad bajo este enfoque deben ir dirigidas a cumplir con estas obligaciones por lo que es imprescindible ajustar los criterios de evaluación de políticas a estas obligaciones públicas.

Las implicaciones de estas obligaciones son clave en el planteamiento sobre qué modelo de transporte necesitamos de forma que se garantice la equidad en el acceso, la eficiencia en la disponibilidad, la sustentabilidad y la calidad en la infraestructura y la operación.

La infraestructura es fundamental para alcanzar las prioridades de los programas de desarrollo. Debido a que la infraestructura puede ser costosa y a menudo se construye para que duren varios decenios, estos activos sufren el efecto específico del cambio climático, aunque los impactos pueden variar dependiendo de los diferentes tipos y ubicaciones de dicha infraestructura. Es fundamental que se considere los impactos potenciales del cambio climático como parte de la elaboración general de programas y proyectos. Un proceso continuo de manejo adaptativo puede ayudar a que los tomadores de decisiones comprendan el concepto de vulnerabilidad, evalúen los impactos del clima, identifiquen prioridades y tomen acciones de adaptación apropiadas.

La infraestructura constituye la columna vertebral de las sociedades y sirve como cimiento de la vida económica, social y cultural de las comunidades y países. Una infraestructura resiliente y confiable es esencial para el transporte de bienes y personas. Aun así, los riesgos que plantea el cambio climático para la infraestructura a menudo no se toman completamente en cuenta cuando se les planifica, diseña y construye.

## **II. DESARROLLO**

### **2.1 Efectos del cambio climático en la infraestructura**

La infraestructura también está relacionada de manera particular con el cambio climático en el sentido de que la construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura contribuye de manera significativa al problema del cambio climático en

sí mismo. La infraestructura y operación del sistema del sistema de transporte es fuente clave de las emisiones de gases de invernadero. Apoyar una infraestructura no sostenible puede generar un ciclo vicioso en el que la influencia y factores dominantes de la infraestructura en cuestión perpetúen la dependencia respecto del empleo de combustibles fósiles e incrementen las emisiones de gases de invernadero. Todo ello subraya la importancia de construir infraestructura sostenible que sustente un crecimiento bajo en emisiones. En los países en desarrollo, donde todavía está por construirse una parte importante de la infraestructura requerida para satisfacer las necesidades de desarrollo, es esencial tener en cuenta la ubicación, empleo de energía y conectividad de las instalaciones de infraestructura para asegurar que sean económicas, permitan un mejor acceso, minimicen las emisiones de carbono y sean más resilientes ante las cambiantes condiciones del clima.

Los impactos del cambio climático en la infraestructura deben tenerse en cuenta en una amplia gama de decisiones sobre el desarrollo. Por ejemplo, la vulnerabilidad ante el clima debe evaluarse para la preparación de las estrategias de desarrollo y los planes sectoriales. A nivel del proyecto, los posibles impactos del cambio climático deben tomarse en cuenta en numerosas áreas programáticas, como los recursos hídricos, la seguridad alimentaria y la reducción del riesgo de desastres.

Los impactos del cambio climático sobre la infraestructura de transporte pueden incluir la inundación temporal o permanente de carreteras, puentes y puertos; mayores costos de mantenimiento debido a los daños sufridos o el mayor deterioro; e interrupción del servicio. Ya que el transporte confiable es esencial para contar con comunidades robustas y para el desarrollo económico, los impactos del cambio climático en la infraestructura de transporte pueden tener implicaciones de largo alcance para algunos programas de desarrollo, especialmente aquéllos que dependen del transporte para llegar a las poblaciones que deben atender. Las opciones de adaptación relacionadas al transporte incluyen el diseño de servicios de respaldo, la construcción de barreras contra oleadas por tormentas y elevar las carreteras. En algunos casos podría ser necesario reubicar la infraestructura.

Los cambios en la variabilidad y magnitud de la temperatura, precipitación, el aumento de los niveles de los mares y los eventos climáticos extremos pueden afectar la infraestructura de transporte. Por ejemplo, un aumento de los niveles de los mares puede inundar de manera permanente las redes costeras de transporte, haciendo que las carreteras, aeropuertos y puertos se vuelvan inutilizables; oleadas más fuertes durante tormentas más frecuentes e intensas pueden dañar significativamente la infraestructura; y en las áreas donde las temperaturas se mantienen elevadas por períodos prolongados pueden deteriorarse las carreteras locales o deformarse las vías

férreas, interrumpiendo las rutas de transporte y comercio. Estos impactos afectarán la movilidad de la población a mercados, centros de trabajo, escuelas y centros de salud.

La importancia relativa de los riesgos del cambio climático es variable produciendo una gama de efectos directos sobre los costos, efectos combinados e impactos que afectan los objetivos de desarrollo. La Figura 1 presenta mayor información sobre cómo el cambio climático y la variabilidad del clima pueden afectar la toma de decisiones en el ámbito del transporte y qué factores deben tenerse en cuenta.

**Figura 1 Impactos del cambio climático que pueden afectar las decisiones relacionadas con el transporte**



Para los tomadores de decisiones es importante conocer y evaluar los daños potenciales que estresan los sistemas viales debido al impacto del clima, de esta manera se puede conocer la vulnerabilidad del sistema y los factores inherentes a dicha vulnerabilidad, así como el grado de exposición que tendrá la infraestructura al estar en contacto con las nuevas condiciones climáticas y el riesgo en términos de probabilidad que la infraestructura falle.

Los posibles impactos climáticos permiten describir cómo los efectos del clima pueden afectar el sistema de vías urbanas y rurales a través de su grado de exposición y sensibilidad actual del sistema o de un futuro probable, determinando su vulnerabilidad, su capacidad de adaptación y su criticidad.

En la Tabla 1 se muestran ejemplos adicionales de los impactos del cambio climático en el transporte, muchos de los cuales ya se están experimentando.

**Tabla 1: Ejemplos de posibles impactos del cambio climático en la infraestructura y servicios de transporte**

	<b>Vías urbanas</b>
Cambios en la temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro acelerado de la capa de asfalto debido al calor prolongado.</li> <li>• Mayores costos de mantenimiento y construcción</li> <li>• Aumento de la expansión térmica en las juntas de pavimentos de concreto o de puentes, que provocan estrés en la integridad de la estructura.</li> <li>• Daños en el pavimento, particularmente en la carpeta asfáltica, tales como: surcos, depresiones, canalillos, exudación de asfalto, etc. Los cuales requerirán un mayor mantenimiento correctivo.</li> <li>• Degradación del asfalto que repercute en su pérdida en plazos más cortos.</li> <li>• Limitación en las horas de trabajo durante el periodo diurno para la construcción y mantenimiento de las vías.</li> </ul>
Cambios en las precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores inundaciones de las vías urbanas</li> <li>• Mayor erosión del suelo y destrucción de los drenajes de las carreteras y túneles por inundaciones repentinas</li> <li>• Interrupciones o retrasos del tránsito por el clima, debido a una precipitación excesiva que obligue a bajar velocidades de operación o detenerse, así como una visibilidad inadecuada de los dispositivos para el control del tránsito, accidentes vehiculares, etc.</li> <li>• Deslizamiento y deslaves de material de los taludes y terraplenes por una alta penetración de agua.</li> <li>• Obras de drenaje insuficiente, debido a un incremento del gasto por precipitaciones excesivas y de larga duración.</li> <li>• Aumento de la humedad del suelo que pueden poner en riesgo la integridad estructural de los pavimentos, puentes, alcantarillas, etc.</li> <li>• Incremento de escombros provenientes de taludes, de la vegetación o sedimentos de las escorrentías superficiales debido a su erosión.</li> <li>• Cambios en los patrones superficiales de los escurrimientos que requieren reubicación de las obras de drenaje o la implementación de obras adicionales.</li> <li>• Mayor presencia de agua en la superficie de rodadura, por lo que el bombeo y las alcantarillas resultan insuficientes para desalojar el agua en menor tiempo.</li> <li>• Inestabilidad de las estructuras por aumento de los flujos de agua.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El agua estancada puede tener efectos adversos sobre las capas de base de la vía.</li> <li>• El aumento de los caudales pico podría afectar las tasas de socavación e influir en el requisito de tamaño para los puentes y alcantarillas, tales como el periodo de retorno.</li> <li>• Los daños causados por la fuerza del agua y el daño debido a colisiones con desechos.</li> <li>• Erosión de las terracerías en caminos no pavimentados.</li> <li>• Inundaciones en pasos a desnivel inferiores y túneles carreteros.</li> </ul>
Aumento del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión de la subrasante</li> <li>• Inundación permanente de la infraestructura vial.</li> </ul>
Tormentas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundación temporal y menor acceso a las vías</li> <li>• Cierre de instalaciones debido a desechos (por ejemplo, grúas) y daños a la infraestructura (por ejemplo, obstrucción de sistemas de drenaje).</li> <li>• Caída de árboles, postes de energía eléctrica y anuncios publicitarios sobre la vía.</li> <li>• Inestabilidad de los vehículos sobre las vías y los puentes.</li> <li>• Incremento de la erosión de taludes y terraplenes, provocando acarreo de escombros y basura sobre la superficie de rodadura.</li> <li>• Pérdida de señalamiento vertical bajo y elevado en las vías, así como el daño a dispositivos para el control de tránsito que requieren suministro eléctrico (tales como los semáforos).</li> <li>• Daños estructurales a elementos de los puentes.</li> </ul>

El aumento de la precipitación suele causar interrupciones en las vías urbanas principalmente debido a las inundaciones, mientras que las tormentas y los huracanes de forma más repentina y severa dañan la infraestructura vial. Las tormentas suelen estar acompañadas de vientos fuertes que provocan daños severos en la infraestructura vial y principalmente para su operación.

El aumento en la frecuencia y severidad de temperaturas extremadamente altas pueden conducir a un deterioro del pavimento y la formación de surcos. Estos impactos suelen ser lentos y se pueden corregir mediante mantenimiento rutinario, por lo que se le dan preferencia a los efectos que producen impactos súbitos a la infraestructura; sin embargo, son efectos del cambio climático que están impactando las vías. Impactos mayores se presentan cuando las altas temperaturas se presentan y la duración de los periodos de mucho calor se prolonga (olas de calor). Las temperaturas extremas y sus variaciones pueden causar daños a la estructura del pavimento, implicando retos

importantes de mantenimiento. En la operación, implicar afectaciones a los vehículos por el sobrecalentamiento y un mayor desgaste de neumáticos.

Los impactos del cambio climático sobre la infraestructura vial implican mayores costos para el mantenimiento y reparación de los activos carreteros de la red de transporte.

## 2.2 Parámetros climáticos de La Habana

El clima de La Habana es tropical como en el resto de la isla. Sin embargo, recibe una mayor influencia continental en invierno, lo que hace que las temperaturas sean más frescas en estos meses. El récord de temperatura mínima registrada es de 3,7°C en el área del Aeropuerto Internacional José Martí, en enero del 2010. Además existe una gran influencia oceánica en el clima, debido a que la Corriente del Golfo pasa frente a las costas del occidente cubano. Las precipitaciones son abundantes en octubre y septiembre y bastante escasas entre marzo y mayo. Los huracanes que azotan la isla, en ocasiones han impactado la ciudad o sus alrededores provocando daños considerables.

En la Tabla 2 se muestran los parámetros climáticos promedio de La Habana (precipitación y temperatura).

**Tabla 2: Parámetros climáticos de La Habana**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Precipitación total (mm)</b>	64	69	46	54	98	182	106	100	144	180	88	58	<b>1189</b>
<b>Días de lluvias (≥ 1 mm)</b>	5	5	3	3	6	10	7	9	10	11	6	5	<b>80</b>
<b>Temperatura diaria máxima (°C)</b>	25.8	26.1	27.6	28.6	29.8	30.5	31.3	31.6	31.0	29.2	27.7	26.5	<b>28.8</b>
<b>Temperatura diaria mínima (°C)</b>	18.6	18.6	19.7	20.9	22.4	23.4	23.8	24.1	23.8	23.0	21.3	19.5	<b>21.6</b>
<b>Temperatura mínima registrada (°C)</b>	6.0												

Fuente: <http://www.holiday-weather.com/havana/averages/#chart-head-temperature> agosto de 2016

Se tiene definido que aproximadamente 6 600 ha del territorio de la ciudad son inundables. Las inundaciones que se producen en el territorio obedecen a las siguientes causas:

1. Por el desbordamiento de los ríos.
2. Por el insuficiente desarrollo del drenaje pluvial o deficiente estado técnico del mismo.
3. Por la acción del mar.

4. Otras inundaciones que se producen por la carencia del drenaje natural, o su anulación.

### **2.3 Infraestructura básica de La Habana**

La red vial de nuestro país después de un largo período en que no fue posible garantizar su mantenimiento sistemático por las carencias económicas, ha experimentado una discreta mejoría en los últimos 3 años a partir del Programa de Reordenamiento del Transporte Público con la adquisición de los Ómnibus articulados y la creación de nuevas líneas (P) que mejoran la movilidad de la población, la apertura de nuevas Plantas de Hormigón Asfáltico y un programa de mantenimiento vial que prioriza las vías utilizadas por el transporte público pero que hasta el momento ha sido insuficiente por el alto grado de deterioro alcanzado a lo largo de muchos años sin recibir acciones para su mantenimiento y conservación y donde la demanda para llevar a buen estado el pavimento y demás elementos que conforman la vía ha estado muy por encima de los recursos y las capacidades constructivas disponibles.

La Provincia La Habana cuenta con una red de vías que asciende:

- 3368.26 km de vías de todas las categorías funcionales, que representa una densidad de 4.75 km/km<sup>2</sup> y un Indicador aproximado de 0.16 km/ 100 hab. La trama tiene una distribución radial semiconcéntrica hacia el centro de la ciudad, donde convergen los principales ejes viales, coincidiendo además con las carreteras principales que vinculan a la provincia con el resto del territorio nacional.
- De estas 160 son *Vías Principales* con 622.52 km que son las Autopistas, Arterias Principales, Arterias Menores y Colectoras, de las cuales un 30 % por el estado de deterioro de su pavimento requieren de su rehabilitación con HAC o HH de acuerdo al tipo de pavimento que presentan.
- 3890 vías son *Vías Secundarias* con 2745.74 km de los cuales un 77 % están en *Mal* estado y un 15 % *Regular*, distribuidos en 46 Consejos Populares.
- En las vías principales están instalados 218 semáforos con controles digitales multiprogramas.
  - En la Provincia existen 266 Obras de Fábrica mayores (Puentes), 127 en vías de Interés Nacional y 139 en el resto de las vías, de ellos 105 Puentes (39 %) presentan algún grado de deterioro.

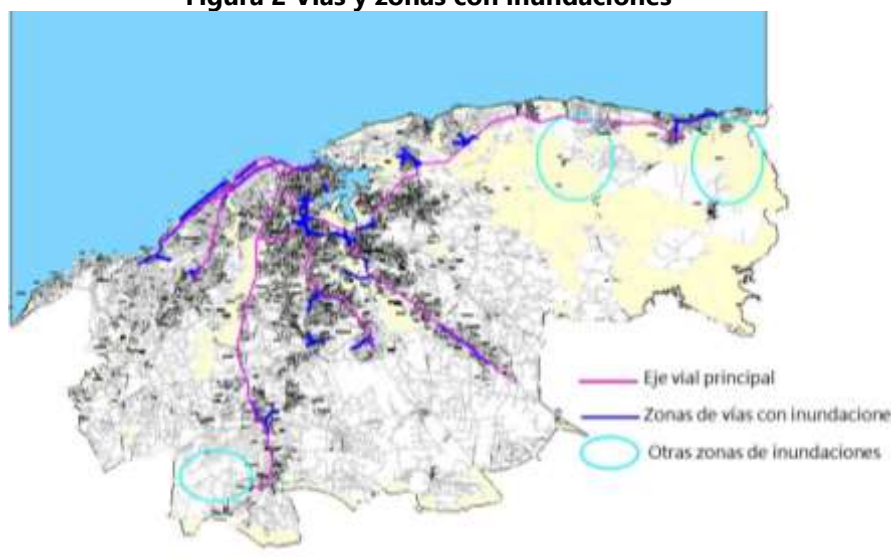
De la Red de Vías de la ciudad son utilizadas por el transporte público todas las vías principales o tramos de las mismas en una longitud total de 663.2 km.



## 2.4 Principales problemas identificados

Las mayores vulnerabilidades de la ciudad ante eventos naturales están asociadas a fenómenos hidrometeorológicos; la incidencia de intensas lluvias, huracanes, frentes fríos y otros, producen inundaciones por desbordamiento de ríos, mal drenaje, topografía baja en diferentes zonas de la ciudad, así como inundaciones costeras por penetraciones del mar a lo largo del litoral, con gran incidencia en la zona del Malecón, los municipios Playa y La Habana del Este como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2 Vías y zonas con inundaciones**



En otras zonas de la ciudad, asociadas al plano de inundación de los ríos, zonas con pendientes débiles y con insuficiencia o carencia del drenaje pluvial, se producen inundaciones asociadas a estos eventos; las inundaciones más peligrosas están asociadas a los ríos Orengo, Luyanó y Quibú.

Una de las situaciones más críticas que presentan las vías de la Ciudad son los drenajes obstruidos o insuficientes, lo que hace que se provoquen inundaciones y esto constituye una de las principales causas del deterioro de los pavimentos y demás elementos de la faja de la vía.

En la Habana las precipitaciones son las que más impactan en las vías urbanas debido a las grandes inundaciones que se producen en zonas de la ciudad como en el Vedado, la Virgen del Camino, Túnel de la Bahía, Túnel de Línea, Túnel de 5ta Avenida, Calle Manglar entre otras las cuales producen interrupciones en la conectividad entre las diferentes zonas de la ciudad, así como la movilidad de la población, por otra parte las inundaciones costeras afectan vías importantes como Ave Malecón y todas sus paralelas en ocasiones hasta calle Línea vías que se encuentran enclavadas en el municipio habanero de mayor atracción y generación de pasajeros de la ciudad.

### **III. SOLUCIONES PROPUESTAS PARA PROBLEMÁTICA PLANTEADA**

- Ejecutar proyectos de protección y adaptación a las penetraciones del mar y al cambio climático: establecer medidas de adaptación a las penetraciones del mar y cambio climático priorizando las zonas con alto valor del suelo urbano
- Garantizar la rehabilitación y el completamiento del sistema de drenaje de aguas pluviales: Priorizar las áreas con mayor vulnerabilidad de inundaciones por intensas lluvias y penetraciones del mar.
- Reconstrucción de las aceras y vías peatonales que se requieran considerando que esta es una importante forma de movilidad de la población teniendo en cuenta los riesgos del cambio climático.

### **IV. CONCLUSIONES**

La movilidad es crucial para la cohesión de las ciudades y para sus procesos de intercambio económico, social y cultural” y constituye por tanto un importante componente de la sustentabilidad de los sistemas urbanos, pero para lograr la movilidad que satisfaga las necesidades de la población se requiere de una ciudad accesible y conectada lo que sola se logra con una proyección estratégica del desarrollo de la infraestructura que contenga en su visión estos elementos.

Una de las situaciones más críticas que presentan las vías de La Habana son los drenajes obstruidos o insuficientes, lo que hace que se provoquen inundaciones y esto constituye una de las principales causas del deterioro de los pavimentos y demás elementos de la faja de la vía y en este sentido los riesgos que se provocan con el cambio climático por las intensas lluvias es un elemento importante a tener en cuenta en la Planeación de la infraestructura no solo de las nuevas vías que se proyecten, si no en la ya existentes dando soluciones que minimicen los riesgos que esta problemática provoca a la movilidad de la población.

### **BILIOGRAFÍA**

Barra, T. d. I. (1989). Integrated land use and transport modelling: decision chains and hierarchies. Cambridge; New York: Cambridge University Press.

Ewing, R. y Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment. JAPA. 76 (3), 265-294

- Garnica Monroy, R. (2012). La accesibilidad como instrumento analítico para comprender la organización espacial de la ciudad de México. Un estudio a dos escalas usando Space Syntax. Tesis doctoral, El Colegio de México A.C., México D.F.
- Gould, P. R. (1969). Spatial Diffusion, Resource Paper No. 4. Washington, D.C.: Association of American Geographers.
- Grupo de Trabajo para el análisis de las necesidades de adaptación al cambio climático de la red troncal de infraestructura de transporte en España, 2013.
- Halden, D. (2002). Using Accessibility Measures to Integrate Land Use And Transport Policy In Edinburgh And The Lothians. *Transport Policy*. 9 (4), 313-324
- Herce Vallejo, M. y Magrinyà Torner, F. (2002). La ingeniería en la evolución de la urbanística. Barcelona, ES.: Edicions UPC.
- <http://www.holiday-weather.com/havana/averages/#chart-head-temperature>.
- Molinero, A. R. Arellano, I. S. (1996) Transporte público: Planeación, Diseño, Operación y Administración. Quinta del Agua Ediciones, S. A. de C. V., México,
- On Line TDM Encyclopedia VTPI. (2012a). Evaluating Transportation Resilience. Consultado el 10/10, 2012, en <http://www.vtpi.org/tdm/tdm88.htm>
- On Line TDM Encyclopedia VTPI. (2012b). Roadway Connectivity. Creating More Connected Roadway and Pathway Networks. Consultado el 10/10, 2012, en <http://www.vtpi.org/tdm/tdm116.htm>
- Owen, W. (1972). The Accessible City. Washington, D.C.: The Brookings Institution.
- Problemas de la Movilidad Urbana: Estrategia y Medidas para su Mitigación, 2014
- RACC. (2004). Criterios de movilidad en zonas urbanas No. 2). Barcelona: Retrieved from <http://www.racc.es/externos/fundacion/Public.pdf>
- Santos y Ganges, L. y de las Rivas, J. L. (2008). Ciudades con Atributos: Conectividad, Accesibilidad y Movilidad. *Ciudades*. 11 13-32
- USAID Medidas para abordar el impacto del Cambio Climático en la infraestructura, 2013.

# LA EXPERIENCIA ACUMULADA DEL PILOTO DE TAXIS ELÉCTRICOS EN BOGOTÁ

**Edder Alexander Velandia Durán**

Universidad de La Salle, Bogotá D.C., Colombia, evelandiad@unisalle.edu.co

**Rojas Suárez Jhan Piero**

Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia, jhanpiero Rojas@ufps.edu.co

## RESUMEN

El transporte urbano es un componente indispensable para el desarrollo de las ciudades, no obstante, las tecnologías y energéticos empleados, principalmente combustibles fósiles, y el uso masivo de modos de transporte motorizados han generado la no sustentabilidad del sector. Resultado de este esquema, ciudades al nivel mundial evidencian serios problemas de sustentabilidad. Las ciudades colombianas no son ajenas a este problema y como estrategia de mejoramiento se considera la implementación de tecnologías de transporte eléctrico como oportunidad de modernización, uso eficiente de la energía y diversificación energética con recursos disponibles en Colombia. El segmento de taxis, por su uso intensivo se convierte en un nicho interesante para emplear tecnologías de tracción eléctrica en las principales ciudades del país. La experiencia en Bogotá durante los últimos cinco años puede ser considerada relevante para validar las bondades de las tecnologías eléctricas frente a tecnologías convencionales de combustión interna.

## 1. INTRODUCCIÓN

En Colombia el sector transporte se configura como el mayor usuario de energía y el que mayores tendencias de crecimiento proyecta en el largo plazo. Para el año 2010 utilizó el 42% de la energía primaria (UPME, 2015).

Bogotá D.C. es la ciudad más importante de Colombia con una población cercana a los 8 millones de habitantes. Con relación a las cifras de transporte, en el año 2012, la SMD presentó los resultados de la encuesta de movilidad 2011. El estudio señaló que el transporte público es el pilar de la movilidad de los bogotanos. Con relación a los viajes con duración mayor a 15 minutos (11.587.750 viajes) se encontró que el 27,5% de los bogotanos se desplaza a pie; el 28% en transporte colectivo; 12,7% en Transmilenio (incluye alimentadores); 14,5% en vehículo particular; 5,1% en taxi; 3,8% en bicicleta y 3% en motocicletas. Para el año 2011, según la SDA (2017), en la ciudad se registraban 269.461 motocicletas y 1.184.387 vehículos particulares.

Por su parte, la SDM presentó en el año 2016 los resultados de la encuesta de movilidad 2015. El estudio señaló que en un día hábil se desarrollaron 12.755.826 viajes mayores

a 15 minutos. Se encontró que el 20,6% de los bogotanos se desplaza a pie; el 26,7% en transporte colectivo; 17,9% en Transmilenio (incluye alimentadores); 13,2% en vehículo particular; 5,5% en taxi; 4,5% en bicicleta y 5,5% en motocicletas. Para esta fecha, según la SDA (2017) en la ciudad se registraban 449.283 motocicletas y 1.567.155 vehículos particulares. En el año 2015, el sistema troncal BRT-TM incluye todas las fases operativas a la fecha y la implementación en un 40% del SITP.

En términos energéticos, el transporte bogotano depende energéticamente de los combustibles fósiles líquidos y una participación menor del gas natural en vehículos de servicio público taxi, flotas y vehículos particulares. Bajo esta estructura energética, el sector fue responsable de la emisión de 6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, 1400 toneladas de material y se estima que las fuentes móviles fueron las responsables del 80% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>x</sub> (SDA, 2009).

Según estudios del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2016), los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones de pesos, equivalentes al 2,6% del PIB del año 2015, relacionados con 13.718 muertes y cerca de 98 millones de síntomas y enfermedades. Dentro de estos costos, la contaminación del aire urbano aportó el 75%, con \$15,4 billones de pesos (1,93% del PIB de 2015) asociados a 10.527 muertes y 67,8 millones de síntomas y enfermedades. En Bogotá, el 10,5% (3.219) del total de las muertes que se presentan en la ciudad, son atribuidas a la contaminación del aire urbano, lo que generó costos estimados en \$4,2 billones de pesos, equivalentes al 2,5% del PIB de la ciudad.

En Bogotá, según la SDM (2017), se registran cerca de 2,5 millones de vehículos, de los cuales, 52 mil son taxis. Es importante destacar que la flota de taxi recorre diariamente la tercera parte del total de kilómetros recorridos por los automóviles en la ciudad. Con la actual flota, la ciudad cuenta con una relación de 6,5 unidades por cada 1000 habitantes, que se considera moderadamente alta. En contraste a otras ciudades como Londres y Buenos Aires, Bogotá posee una mayor cantidad de taxis para la población. El congestionamiento en algunos corredores de la ciudad, el aparcamiento excesivo en sitios públicos, indicadores bajos de ocupación por kilómetro recorrido y las dificultades para sostener financieramente el negocio se consideran hechos que evidencian la sobre-oferta de unidades en la ciudad. Bajo esta consideración se definió la restricción a la circulación por número de placa que restringe diariamente a cerca del 20% de la flota.

Bajo el actual modelo normativo, cada vehículo debe estar afiliado a una empresa debidamente registrada y aprobada por la ciudad a la cual cada propietario debe cancelar una cuota mensual de afiliación; cada vehículo debe contar con una tarjeta de operación vigente que le permite prestar el servicio público de transporte individual;

cada conductor, propietario o asalariado, debe tener un registro para la prestación del servicio; el pago del servicio por un usuario se realiza por registro digital (taxímetro) bajo tarifas que se definen anualmente por el gobierno distrital.

La capacidad transportadora definida entre el Ministerio de Transporte y la ciudad (número de vehículos con tarjeta de operación aprobada) se encuentra restringido desde el año 1993. Bajo este hecho no es permitido el ingreso de unidades adicionales a la flota y la reposición de un vehículo por chatarrización o cualquier otro motivo debe realizarse sobre el "cupó" que posee el vehículo objeto de cambio. Como resultado de esta reglamentación se ha generado dentro del gremio transportador un valor por el "cupó" que dispone un vehículo registrado para prestar el servicio público. Este valor se negocia en cada transacción de compra/venta y su magnitud puede ser estimada en dos veces el valor de un vehículo tipo sedan última referencia. No obstante a su valor, la transacción oficial no evidencia su movimiento, evadiendo la fiscalización de bienes y el pago de impuestos.

En la operación, la flota de taxis bogotanos se desarrolla tres tipos de estrategias: la "ruleta" en la cual cada vehículo recorre continuamente la ciudad en búsqueda de usuarios en vía o por indicación de operadora; estacionamiento en puesto base a la espera de usuario en el sitio o por despacho; operación continua y estacionamiento en vía pública en proximidad a sitios de demanda del servicio (centros comerciales, supermercados, universidades, zonas empresariales). En general, la operación del servicio de taxi se realiza sin regulación. Según Rodríguez et.al (2012), el 35% de los servicios realizados en taxi tienen una distancia menor a 4 Km y la distancia promedio es de 6,6 Km (34 minutos).

Con relación a la forma de operación individual, un taxi puede operar bajo dos conceptos: turno largo y turno corto. En turno largo, un conductor que trabaja 14 horas al día puede recorrer cerca de 240 Km (cerca del 80% de los vehículos); en doble turno, dos conductores en 24 horas recorren en conjunto 400 Km. Este hecho significa que un taxi en promedio puede recorrer 7 veces más que un vehículo particular en Bogotá, es decir, unos 84 mil kilómetros anuales. Bajo estas consideraciones, la flota de taxis que representa un 4% de la flota vehicular de Bogotá, tiene un recorrido equivalente al 30% de la flota vehicular.

Con relación a la tecnología, la flota de Bogotá es predominantemente de gasolina, no obstante, un porcentaje de la flota ha sido convertida a GNV. Cerca del 70% de los vehículos de cilindraje mayor a 1400 cc poseen sistema GNV, mientras que el 35% de los vehículos de bajo cilindraje poseen sistema GNV. En general, el 58% de la flota utiliza gasolina, el 40% utiliza GNV y un 2% diésel (Rodríguez, 2011).

De acuerdo con la SDM (2008), la edad promedio de la flota de taxis es de 5 años. Para el año 2009, aproximadamente el 57% de la flota tenía una antigüedad menor a 5 años y solo el 9% tenía una antigüedad mayor a 10 años (CCB, 2009). La modernización de la flota se asocia a un modelo en el cual los vehículos se pagan en un periodo menor a 5 años con una operación de costo moderado y alta intensidad de uso (kilómetros recorridos); a partir del 5 año de servicio los costos de mantenimiento aumentan considerablemente bajo lo cual los propietarios deciden la renovación del vehículo. Es importante resaltar que bajo esta lógica no se considera la recuperación de la inversión relacionada con la compra del "cupo", el cual se considera un activo intangible que puede ser valorizado en el tiempo.

## **2. MARCO NORMATIVO ALREDEDOR DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN COLOMBIA**

El transporte eléctrico es una tecnología con alta eficiencia energética, cero emisiones urbanas y confort al usuario. La tecnología es una opción que durante la última década ha tomado mayor relevancia en el mundo, reconociendo la posibilidad de sustituir el uso de combustibles fósiles, mejorar la calidad del aire en zonas urbanas y reducir las emisiones de gases efecto invernadero. En este sentido, el servicio público individual tipo taxi se ha identificado como un potencial segmento para el empleo de los vehículos eléctricos, reconociendo su alta intensidad de uso (kilómetros recorridos).

Son visibles los desarrollos en vehículos eléctricos, así como en baterías y equipos de recarga, los cuales son presentados por la gran mayoría de empresas vinculadas a la industria automotriz. De igual manera, empresas del sector energía eléctrica y automatización trabajan en conjunto para la adaptación de la tecnología en las distintas configuraciones de distribución de la energía eléctrica. Este tipo de trabajos se ejecutan en algunos casos con el apoyo de gobiernos interesados en el desarrollo y masificación de la tecnología en el mediano plazo como es el caso de Estados Unidos, Japón, Francia, Dinamarca y Alemania.

Los vehículos eléctricos poseen una eficiencia energética cercana al 90%. La mayor eficiencia de la tracción eléctrica radica en el mejor aprovechamiento del potencial energético del combustible (energía eléctrica) y la simplicidad de los procesos de transformación de la energía. En esta configuración el vehículo depende energéticamente de baterías que pueden ser recargadas desde la red eléctrica doméstica, estaciones de recarga rápida y a través de la regeneración de energía durante el frenado. Estas tecnologías se consideran "cero emisiones urbanas" y su consumo energético por pasajero transportado en vehículos es comparable a los modos de transporte masivo eléctrico (Velandia, 2010).

Teniendo en cuenta los beneficios de la tecnología BEV, el Gobierno Nacional y Distrital han generado distintas políticas para facilitar la implementación de la tecnología en el contexto operativo local. Algunas de estas políticas se presentan a continuación.

- Artículo 424-5 del Estatuto Tributario en su numeral cuarto establece que son bienes excluidos del IVA, “los equipos y elementos nacionales o importados que se destinen a la construcción, instalación, montaje y operación de sistemas de control y monitoreo, necesarios para el cumplimiento de las disposiciones, regulaciones y estándares ambientales, para lo cual deberá acreditarse su condición en el Ministerio de Ambiente”.
- Resolución 180919 de 2010. Programa Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas No Convencionales PROURE. Identificación de las oportunidades de la tecnología eléctrica desde la diversificación energética del sector transporte y la relevancia de electrificar el transporte público urbano en el corto plazo como un plan de reducción del consumo energético nacional.
- Acuerdo Distrital 391 de 2009. "Por medio del cual se dictan lineamientos para la formulación del Plan Distrital de Mitigación y Adaptación al cambio climático y se dictan otras disposiciones" establece en su artículo 2° las estrategias que deberán incluirse en el Plan, entre ellas: "b. Mejorar la observación sistemática del clima, los gases de efecto invernadero –GEI- y sus precursores (...) e. Generación de nuevos hábitos, consumo y promoción de renovación tecnológica (...)".
- Decreto 098 de 2011. El Plan Decenal de Descontaminación del Aire de Bogotá y el Plan de Desarrollo de la actual administración consideran relevante la implementación de tecnologías que contribuyan a la reducción de las emisiones y al mejoramiento de las condiciones ambientales.
- Ley 1715 de 2014. Regula la integración de las energías renovables al sistema energético nacional e igualmente contiene aspectos relacionados con eficiencia energética y respuesta de la demanda, así como incentivos tributarios que permitieran maximizar los beneficios para el país por la ejecución de este tipo de proyectos y programas.
- Resolución 40634 de 2016. Por el cual se prorroga la vigencia del Programa Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas No Convencionales PROURE 2010-2015.
- Plan de Acción indicativo PAI 2017–2022”. Plan para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía PROURE 2016. El plan propone el uso de



electricidad en las categorías: Flota sector oficial, taxis en las principales ciudades del país, motos y automóviles y transporte público de pasajeros de las principales ciudades del país.

Teniendo en cuenta que la tecnología BEV no se desarrolla localmente y que el precio es una barrera para su masificación en el país, la normatividad nacional propende por la reducción de los costos adicionales que se asignan a cualquier vehículo que ingresa al país para su comercialización. Este beneficio busca trasladarse al usuario final con el propósito de generar una mayor accesibilidad a la tecnología.

- Resolución 978 de 2007. Exclusión IVA para vehículos eléctricos destinados a la prestación de servicio público.
- Decreto de 2012. Definición 5% de arancel para vehículos eléctricos destinados a la prestación de servicio público.
- Decreto 575 de 2013. Exclusión a los vehículos propulsados con motores eléctricos de la restricción denominada "pico y placa" que le impide operar durante ciertos días al mes en Bogotá.
- Resolución 585 de 2017. Por la cual se establece el procedimiento para conceptuar sobre los proyectos de eficiencia energética y gestión eficiente de la energía.
- Resolución 41286 de 2016, adoptada por el MME. Es la base técnica PAI – PROURE 2017 – 2022, define metas, acciones y medidas de Eficiencia Energética.

### **3. PILOTO TAXIS ELÉCTRICOS EN BOGOTÁ**

Al nivel mundial son visibles iniciativas de prueba y puesta en marcha de taxis eléctricos en esquemas reales de operación urbana. En Shenzhen (China), se inició en el año 2010 un piloto con 40 e-taxis; para finales del año 2011, la flota se había incrementado a 300 unidades (BYD, 2014). Por su parte en Beijing, opera una flota de 50 e-taxis la cual se espera incrementar en 100 unidades adicionales en el corto plazo. Este tipo de iniciativas en China se desarrolla con el apoyo del gobierno a través de la compañía State Grid. Esta empresa provee el 100% del desarrollo, instalación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica requerida para recargar los buses y vehículos. Otras ciudades que se han sumado a la iniciativa mundial de taxis eléctricos son Londres, Dublín, Tokyo, Valladolid, Múnich y Milán.

En América latina, la ciudad de México ha puesto en consideración el inicio de un piloto con 100 e-taxis Nissan Leaf. Entre los incentivos considerados por el gobierno se encuentran la eliminación de la tenencia y la verificación vehicular, exención del pago de impuestos, respaldo para la obtención de financiamiento, contarán con estacionamiento y circulación preferente y permiso de circulación en zonas restringidas. Para el año 2012 se encontraban operando 20 unidades y una estación de recarga ubicada en el centro histórico.

En este contexto, Bogotá es un referente por su experiencia acumulada con taxis eléctricos en el último quinquenio. Para la ciudad, los vehículos eléctricos en el servicio taxi buscan reducir el consumo de combustibles y las emisiones de gases efecto invernadero, pero existe un especial interés en mejorar la calidad del aire urbano.

En el año 2011 se presentó el piloto mediante el Decreto 677, en el cual se articularon gobierno nacional y gobierno distrital, sector privado (proveedor de tecnología, empresas del sector eléctrico, academia) y empresas de transporte. En el decreto se adoptaron medidas para incentivar el uso del vehículo eléctrico y un "cupo" de 50 e-taxis por 5 años. En esta labor se han articulado las diferentes instituciones distritales (movilidad, ambiente, gobierno), el Ministerio de Ambiente, la UPME, Codensa, BYD y Fundación Clinton.

Los objetivos del piloto son evaluar el comportamiento de la tecnología en un esquema operacional de taxis en Bogotá; valorar esquemas de recarga integrados a la operación y a futuras redes inteligentes; construir la cadena de aprovisionamiento y mantenimiento para BEV; identificar la competitividad de la tecnología frente a otras soluciones en Bogotá; monitorear el comportamiento de las baterías en un servicio de alta exigencia operacional.

Las primeras dificultades radicaron en la selección de los beneficiarios de los "cupos", por lo cual se expide un nuevo decreto, el 407/2012. Para ese año fue viable la importación sin arancel para los vehículos eléctricos, sin embargo, por temas administrativos no fueron beneficiarios de la exclusión del IVA. Posteriormente, se identificaron dudas acerca de la rentabilidad a 5 años y nuevos problemas con la selección, bajo lo cual se expidió el Decreto 376/2013. Con este último decreto inició el proyecto piloto en septiembre con una flota parcial y un tiempo de 10 años.

Por intereses de empresarios, siete cupos se perdieron por uso de vehículos con tecnologías no viables con baterías de baja densidad energética. Por su parte, los demás "cupos" son asignados a propietarios que adquieren vehículos BYD-E6 (Figura 1). Con esta flota se presentaron problemas con los seguros de los vehículos y el

financiamiento. Los E6 han mostrado confiabilidad, rendimiento cercano a 4 Km/KWh y autonomía superior a 300 kilómetros/carga.

**Figura 1. Estación de recarga para taxis eléctricos en Bogotá (Codensa, 2016)**



Por su parte, Codensa SA (Empresa comercializadora de energía en Bogotá) desarrolló una red de electrolineras con capacidad para 350 vehículos eléctricos. Asimismo, la compañía desarrolló un concepto de cobro (Unidad de Recarga Vehicular) que incluye el costo de la energía eléctrica, impuestos (19% IVA) y parte de los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica. Es importante destacar que el valor de la URV no cubre la totalidad de las inversiones y costos operacionales, hecho que demuestra la existencia de subsidio a la recarga de los vehículos eléctricos. Asimismo, la compañía desarrolló una aplicación móvil – APP, para la gestión de carga (EVA). Con esta aplicación los propietarios de los vehículos eléctricos pueden gestionar el sitio y hora para realizar la recarga de las baterías del vehículo.

Codensa SA (2015), informó que el 50% de los vehículos lograron eficiencias superiores a 4,43 km/kWh (272 kilómetros de autonomía equivalente) y un 70% de la flota logró eficiencias superiores de los 3,91 km/kWh (258 kilómetros de autonomía equivalente). Como aspecto a destacar, se identificó que un 11% de los taxistas lograron eficiencias superiores a los 4,89 km/kwh que equivalen a los 300 km de autonomía por carga definidos por el fabricante. Se identificó que los taxis eléctricos están recorriendo un menor kilometraje diario en comparación al realizado por un vehículo convencional. En promedio, los taxis eléctricos recorrieron menos de 170 kilómetros al día, por lo que no era necesaria una recarga completa sino parcial de las baterías. Lo más común fue una recarga diaria en las electrolineras de una hora y media para pasar de un nivel de carga del 20% al 100% en la batería.

Las limitaciones del BEV se asocian a autonomía y tiempos de recarga. Bajo este hecho se consideró el uso de la tecnología eléctrica en taxi turno largo, operación regulada en paraderos y no opción de transporte de carga. En el año 2017, BYD ofreció la posibilidad de nuevos vehículos eléctricos E6 con autonomías superiores a los 400 kilómetros. Es importante mencionar que en ciudades diferentes a Bogotá, dicha autonomía satisface las necesidades de los taxistas en varios días.

Aun con los beneficios tributarios existentes, un BEV posee un costo superior en 2,5 veces respecto a un vehículo de gasolina y dos veces respecto a un vehículo gas natural dedicado. Por ejemplo, un vehículo BYD referencia E6 posee un costo estimado en Bogotá de USD\$ 50 mil (considerando beneficios de reducción del arancel e IVA). En contraste, los vehículos a combustión más utilizados en Bogotá para taxi corresponden a las marcas Chevrolet, Hyundai, JAC y KIA con precios entre USD\$ 16-20 mil.

En términos de costos por energía, un BEV en Bogotá representa un costo menor en 60% respecto al vehículo de gasolina. En el tiempo, los beneficios son mayores teniendo en cuenta la creciente tendencia de precios de los combustibles fósiles, con tasas que superan los valores promedio del IPC y no subsidios en el país. En términos de mantenimiento, un BEV reduce los costos en aspectos como lubricantes, empaquetaduras, sistema de escape, inyección de aire, filtros, frenos, transmisión y mantenimiento del motor. Un BEV puede representar un ahorro del 50% respecto a un vehículo convencional.

Con relación a las baterías, se requiere reposición cuando su capacidad de almacenamiento se reduce a tal punto de afectar la operatividad del vehículo. Estas baterías representan un costo cercano al 45-55% del BEV. Para una operación turno largo, con dos recargas diarias, se estima que la reposición se realizaría a los 6 años ó para una recarga un tiempo de servicio de hasta 12 años, tiempo que se puede definir como horizonte útil máximo de un taxi. Es importante destacar que las baterías pueden tener un uso secundario y ser recicladas, hecho que ofrece un posible salvamento.

Un BEV es la única opción cero emisiones urbanas y sus emisiones totales están asociadas con las fuentes de generación de la energía eléctrica. El ahorro estimado de CO<sub>2</sub> por el uso de un e-taxi respecto a un vehículo de gasolina en operación turno largo es de 18 ton/año.

A diciembre de 2017, la flota acumulaba cerca de 8 millones de kilómetros, siendo la mayor experiencia de la tecnología eléctrica en flotas de servicio público individual en Latinoamérica. Las percepciones de la tecnología han sido positivas entre propietarios y usuarios. Las mayores dificultades se han relacionado con la ubicación y oferta de puntos de recarga en la ciudad, el cargo de IVA al precio de los servicios de recarga, la

falta de servicios complementarios en los sitios de recarga de los vehículos, algunas dificultades con la rapidez en el soporte de partes por parte del proveedor y cambios en las políticas de fomento por parte de la administración distrital.

Sobre este último aspecto, el Decreto 600/2015 consideraba la renovación gradual de los taxis por tecnologías eléctricas en 10 años; este decreto sería derogado por la actual administración de la ciudad. Esta decisión generó incertidumbre política, más no técnica, al proyecto de masificación de los taxis eléctricos en Bogotá.

En los últimos años se han presentado algunos problemas con la oferta de puntos de recarga al reconocerse que la infraestructura estaba sobredimensionada para la flota existente y que la administración de la ciudad no ha respaldado los planes de expansión del piloto. Asimismo, las críticas por parte de los conductores se han realizado por las condiciones de los sitios de recarga, especialmente relacionada con ubicación y servicios complementarios. Por último, se han presentado problemas de enlace entre los equipos de recarga y los equipos de comunicaciones, aplicaciones y redes locales. Sin embargo, los vehículos han seguido demostrando su confiabilidad y rendimientos energéticos, y además, han otorgado confort y estatus a los taxistas que operan los vehículos eléctricos. Los resultados operacionales han sido positivos en Bogotá y hoy sirven para que la ciudad de Medellín considere planes para iniciar un programa de taxis eléctricos. La administración de Medellín proyecta 1500 unidades de vehículos eléctricos a 3 años con el crecimiento de la infraestructura de recarga.

#### **4. CONCLUSIONES**

Con la masificación del uso de los vehículos eléctricos no sólo se busca una reducción en el consumo de combustibles, la reducción de emisiones contaminantes y desechos como lubricantes, sino que además se proyecta la reformulación del concepto de aprovechamiento de fuentes renovables y de distribución de energía eléctrica. Las fuentes de energía eólica y solar, así como los "Smart Grid" serán una alternativa que se aproxima con el uso de la energía eléctrica en el transporte urbano. Desde el aspecto de innovación y nuevas oportunidades de negocio, la inclusión de nuevas tecnologías permitirá el desarrollo de nuevos mercados en el país.

Un estudio base comparativo entre vehículos de gasolina y eléctricos en el escenario Bogotá, para un horizonte de 6 años, que consideró la tendencia de costo de los combustibles, los costos de mantenimiento y los beneficios gubernamentales existentes y otros potenciales para tecnologías BEV, mostró que los e-taxis representan una oportunidad para el operador bajo ciertas condiciones operacionales y políticas,

los mayores beneficios ambientales para la ciudad e importantes beneficios por eficiencia energética, innovación y competitividad al nivel país.

Bajo el estudio, la opción BEV en flotas de taxis representa una opción competitiva frente a tecnologías gasolina, sin embargo, los beneficios de los BEV en términos energéticos, ambientales, confiabilidad y visibilidad son los mayores. La experiencia muestra que la competitividad de los vehículos eléctricos frente al gas natural no son amplios, sin embargo, aspectos ambientales y confort inclinan la preferencia por las tecnologías eléctricas.

Se requieren de otros incentivos a las nuevas tecnologías como el desmonte del cargo de contribución al precio del KWh que equivale al 20% y la exclusión de IVA 19% a los servicios de recarga. Estos tributos incrementan el precio del KWh para usuarios de transporte público eléctrico. Asimismo, es fundamental el diseño y puesta en marcha de un plan de modernización de los vehículos usados para el servicio de taxi en Bogotá en el cual se definan los estándares mínimos de las tecnologías, privilegiando las tecnologías eléctricas en un plan de mediano plazo.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

Cámara de Comercio de Bogotá CCB (2009). Informe Observatorio de Movilidad. En conjunto Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.

Codensa SA (2015). Cifras piloto taxis eléctricos em Bogotá. Colombia.

Departamento de Energía US (2010). Transforming america's transportation sector. Batteries and electric vehicles. Estados Unidos.

Departamento Nacional de Planeación (2017). Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia. [www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co)

Rodríguez A. y Acevedo J. (2012). Taxi, el modo de transporte olvidado en Bogotá. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente SDA (2010). Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá. Estudio realizado por la Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Movilidad SDM (2012). Encuesta de movilidad para Bogotá 2011. Estudio realizado por Steer Davies & Gleave y Centro Nacional de Consultoría. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Movilidad SDM (2016). Encuesta de movilidad para Bogotá 2015. Colombia.

Unidad de Planeación Minero y energética UPME (2015). Cifras consumo energético en Colombia. Subdirección de demanda de energía. Colombia.

Velandia E.A. (2010). Energía Eléctrica, alternativa energética para un transporte urbano sustentable para Colombia. Bogotá, Colombia.

# **Desarrollo de Dispositivo Electrónico para muestreo de VOC del parque automotor de Bucaramanga**

**Pardavé W, Sánchez M, y Ariza D.**

Grupo Ambiental de Investigación Aplicada GAIA, Universidad de Santander,  
Bucaramanga Colombia. [wpardaveudes@gmail.com](mailto:wpardaveudes@gmail.com)

## **Resumen**

Este trabajo de investigación presenta los resultados de la primera fase de un estudio que trata sobre estimación del contaminantes atmosféricos, compuestos orgánicos volátiles (VOC) provenientes principalmente de fuentes móviles en la zona urbana del área metropolitana de Bucaramanga, conformada por los municipio de Girón, Floridablanca, Piedecuesta y Bucaramanga con una población superior a un millón de habitantes. El parque automotor del área de estudio ha tenido un incremento exponencial que ha diciembre de 2016 reporta 646.848 vehículos, los cuales han aumentado significativamente las emisiones de gases y material particulado, y entre ellas VOC. Al momento no se encuentra registros ni estudios de cantidad, concentración, efectos ni impactos de VOC por fuentes móviles en el área metropolitana de Bucaramanga.

Mediante un dispositivo electrónico que registra valores totales de VOC en cinco puntos estratégicos, se han tomado registros en ppb, encontrando una media de 96.85, y como la zona que tiene la mayor concentración es el centro (Carrera 15 con calle 36) con un valor de 145.5 ppb; coincidente con la zona de mayor tráfico terrestre de la ciudad. En una segunda fase se realizarán muestreo de los VOC más conocidos por sus efectos sobre la salud humana y estos datos serán comparados con estimaciones del software AERMOD.

## **1. INTRODUCCION**

En Colombia la calidad del aire representa uno de los retos más grandes que tiene el país por afrontar en términos de contaminación; por esto el deterioro de la calidad de aire ha provocado que se vea comprometida la salud de los Colombianos especialmente con la proliferación de enfermedades respiratorias.

Según el Observatorio de Salud Pública de Santander (OSPS), en Bucaramanga y el área metropolitana el deterioro en la calidad del aire y el aumento de la contaminación atmosférica se deben principalmente a las emisiones de gases de vehículos que utilizan combustibles fósiles, o diésel, en el caso de los buses y vehículos de carga pesada. Los carros contaminan más que la industria porque en la localidad solo hay pequeñas y medianas empresas cuyo impacto ambiental no alcanza a ser mayúsculo.

El crecimiento del parque automotor también es un factor trascendental al analizar la contaminación del aire. Cifras presentadas por la Dirección de Transito de Bucaramanga (DTB) muestran que el municipio tenía 76.576 automóviles y 24.503 motocicletas matriculado a 31 de diciembre de 2011.

Las cifras a Diciembre de 2016 muestran un parque automotor 646.848 vehículos de los cuales 378.677 motocicletas (59%), 146.591 vehículos (23%) y el resto entre camiones y otros vehículos pesados (18%). Los conflictos que se generan a raíz del aumento de vehículos en el área tienen que ver con los frecuentes trancones en los que los conductores se ven obligados a frenar y arrancar consecutivamente, siendo esta una acción que genera más contaminación que la que produce un carro que anda a 60 kilómetros por hora sin detenerse.

Hasta el momento no se encuentran datos de VOC en el aire de Bucaramanga, por consiguiente este trabajo pretende cubrir esta falta de información para conocer el real impacto en la salud humana de los bumangueses y las zonas de riesgo, para ello empleando en una primera fase un dispositivo electrónico diseño para registro de VOC, y posteriormente en otra fase se realizará una simulación con el software Aermod y la respectiva validación del modelo con mediciones directas de VOC.

## **2. MARCO TEORICO DE LOS VOC**

Los contaminantes convencionales en ambiente se miden de forma rutinaria en las redes de vigilancia de la calidad del aire y existen bases de datos muy extensas y, en general, de buena calidad, pero para ciertos contaminantes atmosféricos no convencionales como los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), los datos suelen ser poco consistentes y poco extensivos (en el espacio y en el tiempo). De acuerdo con criterios ampliamente aceptados, en el término COV se agrupan compuestos con carbono presentes en la atmósfera que tengan una presión de vapor superior a 0,01 kPa a 293,15 K, exceptuando el metano que por sus especiales características es tratado aparte. Los COV están constituidos por una mezcla compleja de compuestos de bajo peso molecular, con un número de átomos de carbono normalmente entre 2 y 12[1]. La disponibilidad de los datos de concentración ambiente de COV es esencial para cualquier evaluación de riesgo, ya que en última instancia, la evaluación de los riesgos para la salud humana derivados de la contaminación atmosférica requiere información sobre los niveles de exposición de la población a los diferentes contaminantes, el número de personas expuestas (incluyendo grupos de riesgo) y el conocimiento de las relaciones cuantitativas entre exposición y efectos en la salud[2].

En atmósferas urbanas las principales fuentes antropogénicas de COV, aunque no las únicas, son las fuentes móviles. De ellas, destacan las emisiones debidas al tráfico rodado, principalmente emisiones por el tubo de escape y pérdidas por evaporación, además de las emisiones propias de la gasolina líquida que están presentes en el aire ambiente de prácticamente cualquier área urbana[4]. Estas emisiones dependen no sólo del tipo de motor (explosión, diésel, etc.), sino también del propio régimen de funcionamiento del mismo, del combustible que utilicen y de la edad del vehículo.



Incluso la composición de la gasolina varía dependiendo de la región geográfica, la estación del año, requerimientos de octanaje o la fuente de crudo de la que proceda. También son de particular importancia en áreas urbanas las emisiones fugitivas del transporte y distribución de combustibles (gasolinas, gasóleos y GLP), las emisiones procedentes de gas natural y del uso de disolventes. La realización de las medidas no es tarea sencilla dado el gran número de compuestos y los bajos niveles de concentración en que muchos de ellos se encuentran en aire ambiente (ppbv-pptv). Se requiere instrumentación analítica con capacidad multicomponente y de alta sensibilidad y resolución. Las técnicas más utilizadas para análisis de COV en aire ambiente, se basan actualmente en cromatografía de gases, principalmente por tratarse de instrumentación analítica muy especializada, con capacidad multicomponente, alta sensibilidad y resolución. Las medidas no son sencillas debido a la dificultad para especiar mezclas complejas de COV, como son las presentes en aire ambiente, que proceden de diversas fuentes de emisión antropogénicas y naturales, y sus productos de oxidación atmosférica. También hay que tener en cuenta el gran número de compuestos y los bajos niveles de concentración en que muchos de ellos se encuentran en aire ambiente [5].

Muchos COV procedentes de fuentes antropogénicas y biogénicas (Ver Tabla 1 y 2) participan en reacciones químicas atmosféricas que, junto con los óxidos de nitrógeno y la presencia de radiación solar, son los principales precursores de ozono troposférico y otros oxidantes fotoquímicos. Hay que tener en cuenta la composición cualitativa de la mezcla de compuestos orgánicos en la atmósfera, ya que unos COV reaccionan más eficazmente que otros, es decir que tienen entre sí diferente capacidad de generación de oxidantes fotoquímicos, como consecuencia de sus distintas reactividades y estructura. Entre ellos el ozono suele ser considerado como el más importante debido a las altas concentraciones del mismo que pueden alcanzarse (hasta varios cientos de ppb) y a los importantes efectos documentados en la salud humana, plantas y materiales.

**Tabla 3. Lista de algunos de los 62 COV identificados y cuantificados. [3]**

COLUMNA PLOT		COLUMNA BP1	
Nº pico	Compuesto	Nº pico	Compuesto
1	Etano	28	n-Hexano
2	Eteno	29	Metilciclopentano
3	Propano	30	2,4-Dimetilpentano
4	Propeno	31	Benceno
5	i-Butano	32	Ciclohexano
6	n-Butano	33	2-Metilhexano
7	Acetileno	34	2,3-Dimetilpentano
8	trans-2-Buteno	35	3-Metilpentano
9	1-Buteno	36	Tricloroetileno
10	i-Buteno	37	1-Hepteno

11	cis-2-Buteno	38	2,2,4-Trimetilpentano
12	Ciclopentano	39	n-Heptano
13	i-Pentano	40	Metilciclohexano

**Tabla 4. Lista de los principales COV tóxicos determinados [3]**

1,3-butadieno	2,2,4-trimetilpentano	m&p-xileno
n-hexano	Tolueno	estireno
benceno	Tetracloroetano	o-xileno
tricloroetano	Etilbenceno	isopropilbenceno

### 3. METODOLOGIA

El sistema de modelación de dispersión atmosférica con AERMOD es un sistema integrado conformado por tres módulos. El primero de ellos corresponde al modelo de dispersión en estado estacionario, el cual constituye la dispersión del aire basado en conceptos como la capa límite planetaria, turbulencia y escalado, a la vez que permite la modelación de fuentes superficiales y elevadas, tanto en terrenos simples como complejos. Este programa resuelve las ecuaciones aplicando el método gaussiano para diferentes períodos de tiempo, tanto cortos (horas) como largos (años), de acuerdo a la necesidad o características de cada escenario a simular. Este modelo de dispersión es muy versátil en su uso, dado que tiene un tiempo de cálculo relativamente corto y requiere de información de mediana complejidad.

El modelo requiere como datos de entrada las condiciones meteorológicas del lugar, al igual que su topografía y las emisiones de cada una de las fuentes que están sujetas de análisis [12,13].

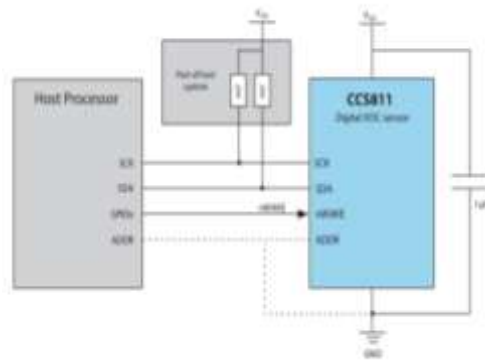
En la figura 1 se presenta la aplicación sistemática de la metodología para realizar un modelamiento de dispersión de contaminante (COV) en el aire.



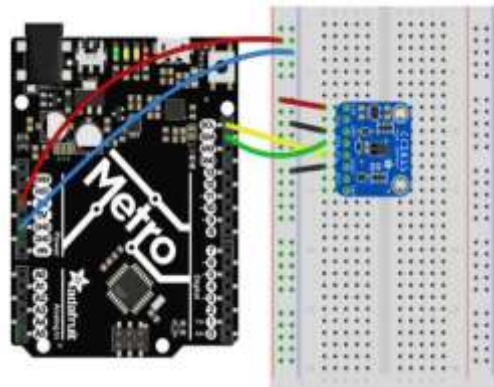
**Figura 1. Esquema de metodología a seguir para realizar modelamiento de dispersión de contaminante (COV) en el aire [2].**

#### 4. DESARROLLO

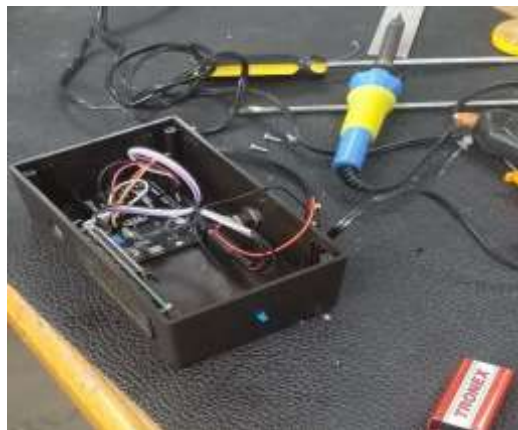
En la figura 2, 3,4 y 5 se muestra un dispositivo electrónico de medición de VOC en aire, basado en un sensor creado por Deán Miller, el cual fue llevado a una caja con visor de temperatura, concentración de CO<sub>2</sub> y concentración de VOC en ppb.



**Figura 2. Diagrama de Bloques Del sensor de VOC en aire.**



**Figura 3. Conexión del sensor**



**Figura 4. Construcción de caja**



**Figura 5. Visor de caja dispositivo**

La figura 6 muestra el trabajo de toma de datos de campo basado en mediciones de 8 horas en cada punto tomado en cuenta.

Estas mediciones fueron realizadas cada 5 minutos y luego se promedió el valor en cada hora, se registró 6 valores por cada día de toma.



**Figura 6. Toma de datos en los puntos estratégicos de la ciudad de Bucaramanga AMB.**

Los muestreos y toma de datos se realizaron en cinco puntos estratégicos del área metropolitana de Bucaramanga, que comprende los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y Girón, que en total tienen una población que supera el millón de habitantes.

La Figura 7 presenta el primer punto ubicado en la intersección de la carrera 33 y la calle 52 del municipio de Bucaramanga, un lugar donde confluyen tráfico automotor, área comercial y es el inicio hacia la escarpa occidental del pulmón verde de la ciudad.



**Figura 7. Punto estratégico de la Carrera 33 con calle 52.**

<b>Mediciones realizadas en Carrera 33 con Calle 52</b>	
73	167
31	194
49	86
133	288
201	202
130	192

Valor promedio = 145.5 ppb VOC

La figura 8 presenta el segundo punto estratégico de toma de datos de VOC, ubicada en el Colegio Aurelio Martínez de la zona Ciudadela Real de Minas del municipio de Bucaramanga

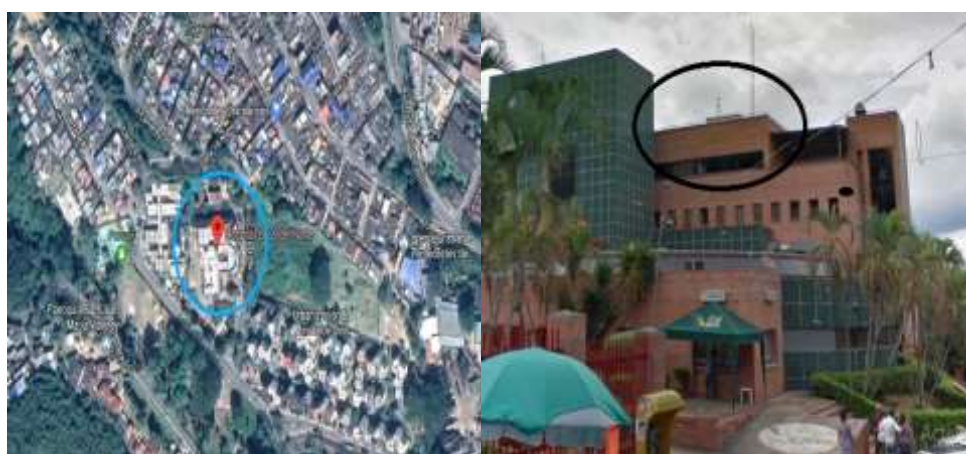


**Figura 8. Punto estratégico de la ciudadela de minas**

<b>Mediciones realizadas en punto de la ciudadela de minas</b>	
11	206
21	113
8	58
81	19
117	51
48	12

Valor promedio = 62.08 ppb VOC

El punto estratégico tres, se ubica en el Hospital del Norte, zona cercana a barrios periféricos y también de zonas industriales del municipio de Bucaramanga. (Ver figura 9)



**Figura 9. Punto de registro del Hospital del Norte, Bucaramanga**

<b>Mediciones realizadas en punto Hospital del Norte, Bucaramanga</b>	
1	8
15	262
11	90
33	177
91	135
27	54

Valor promedio = 75.33 ppb VOC

El punto cuatro corresponde a la estación de registro de la Calle 34 con Carrera 15, punto neurálgico del municipio de Bucaramanga. (Ver figura 10).



**Figura 10. Punto de muestreo de la calle 34 con carrera 15, Bucaramanga**

<b>Mediciones realizadas en Calle 34 con carrera 15</b>	
98	88
111	109
223	54
85	99
172	118
39	159

Valor promedio = 112.91 ppb VOC

La figura 11 muestra el punto estratégico cinco, dado en el anillo vial específicamente, lugar de confluencia de los municipios de Girón, Floridablanca y Piedecuesta.



**Figura 11. Punto de registro del anillo vial**

<b>Mediciones realizadas en el punto anillo vial</b>	
90	79
6	93
27	207
92	121
69	112
112	53

Valor promedio = 88.41 ppb VOC

## **5. CONCLUSION**

La concentración promedio de VOC en el área metropolitana de Bucaramanga es 96.85 ppb, el mayor registro se encuentra en el centro de la ciudad (Carrera 15 con calle 36) con una concentración de 145.5 ppb; y el menor valor se ubica en el punto estratégica de la ciudadela real de minas con un valor de 62.08 ppb. Estos valores coinciden con el incremento exponencial del tráfico terrestre conformado por vehículos y especialmente motocicletas. En posterior trabajo se evaluará las correlaciones de parque automotor, emisiones de fuentes móviles y efectos en la salud humana por VOC.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

[1] Zuluaga Gómez Carlos Mario. Estudio de la dispersión de contaminantes en la jurisdicción de Cornare. Convenio Cornare-UPB Medellín, Colombia. (2015). Disponible en [https://www.cornare.gov.co/SIAR/aire/CALIDAD\\_DE\\_AIRE/CONTENIDO/Informe\\_Modelo\\_Dispersion\\_Valles\\_de\\_San\\_Nicolas.pdf](https://www.cornare.gov.co/SIAR/aire/CALIDAD_DE_AIRE/CONTENIDO/Informe_Modelo_Dispersion_Valles_de_San_Nicolas.pdf)

[2] Torres Jerez Agustín. Aplicación Práctica del Modelo de dispersión de contaminantes en la atmósfera ISC. Escuela de Negocios. Madrid. España. (2008). Disponible en [file:///C:/Users/Walter/Downloads/componente45570%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Walter/Downloads/componente45570%20(1).pdf)

- [3] Gómez Navazo María del Carmen. Evaluación de COVs en emplazamiento urbano del País Vasco. Environment and Systems. Bilbao. España. (2010). Disponible en [http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/esia\\_fundiguel/es\\_doc/adjuntos/modelo\\_dispersio\\_n\\_contaminantes.pdf](http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/esia_fundiguel/es_doc/adjuntos/modelo_dispersio_n_contaminantes.pdf)
- [4] Sánchez Montejo. José María. COVs en el medio ambiente. Universidad Complutense de Madrid España. (2008). Disponible en <http://ritsq.org/wp-content/uploads/reach-uah/Sanchez-UAH-2008.pdf>
- [5] Behera S. Scope of Algae as Third Generation Biofuels. Front Bioeng Biotechnol. (2014); 2: 90. Disponible <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4324237/>**
- [6] Chandra A.and Sharma S. Simulation of Air Quality using an ISCST3 Dispersion Model. Clean soil Air Water. Volume 36, Issue 1 January (2008). Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/clen.200700036/abstract>**
- [7] Patiño Mario. Modelos de Dispersión Gaussianos Principales Parámetros que Afectan la Dispersión de Contaminantes en el Aire. Escuela Superior Politécnico del Litoral. Guayaquil. Ecuador. (2007). Disponible en <http://www.cdts.espol.edu.ec/documentos/Presentaci%C3%B3n%20DISPERION%20MP.pdf>
- [8] Silva Adrian y Arcos Dagoberto. Aplicación del programa AERMOD para modelar dispersión de PM10 emitido por equipos de calefacción a leña en la ciudad de Constitución. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Chile. (2011). Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/oy/n9/art01.pdf>
- [9] Prato Sánchez Daniel. Estudio de dispersión de contaminantes en zona minera del César Colombia, usando Fluent. Universidad EAN. (2012). Disponible en <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/4607/PratoDaniel2012.pdf?sequence=3>
- [10] Hernandez Anel y otros. Aplicaciones del modelo lagrangiano de dispersión atmosférica. Ciencias de la tierra y el espacio. España. (2016). Disponible en <http://www.iga.cu/publicaciones/revista/assets/calpuffreview2.pdf>
- [11] Méndez Juan Felipe y otros. Estimación de factores de emisión de material particulado resuspendido antes, durante y después de la pavimentación de una vía en Bogotá. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. (2017). Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n1/v27n1a03.pdf>
- [12] González-Cruz M.B. Sensibilidad del modelo ISCST3 en la emisión de contaminantes conservativos. Caso de estudio. Revista Mexicana de Ingeniería Química. (2012). Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-27382012000200008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000200008)
- [13] Ramos Alfredo. Modelamiento de material particulado emitido por coquización. Samacá. Revista Logos, Ciencia y tecnología. (2017) Disponible en <http://revistalogos.policia.edu.co/index.php/rlct/article/viewFile/303/pdf>





**DESARROLLO URBANO Y  
TRANSPORTE**

# **ESTUDIO DE CASO: EFECTOS DE LAS DINÁMICAS TERRITORIALES Y DE MOVILIDAD EN LA INTERSECCIÓN DE LA AUTOPISTA SUR POR CALLE 63 SUR, EN EL SECTOR DE BOSA LA ESTACIÓN.**

**Yenny Andrea Montenegro Salazar**

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia. correo-e: yamontenegros@unal.edu.co

**Freddy Jesús Acosta Padilla**

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia. correo-e: fjacostap@unal.edu.co

## **RESUMEN**

En el presente documento se resumen los resultados del estudio aplicado en la intersección semaforizada de la Autopista Sur por Calle 63 Sur en la ciudad de Bogotá, en el sector conocido como "Bosa La Estación". Esta se ve afectada por la habitual situación de movilidad registrada a diario sobre la Autopista Sur, una de las vías de entrada a la capital, y a su vez, el principal acceso a la ciudad desde municipios vecinos como Soacha y Sibaté, así como los departamentos del suroccidente del país. De hecho, es el corredor de ingreso desde el puerto de Buenaventura hacia la capital, lo que implica una importancia no sólo de escala local, sino de nivel nacional.

Para entender la expresión de la movilidad en la intersección, se delimitó una zona de análisis que consideró el municipio de Soacha y la localidad de Bosa, en Bogotá. Esto debido al avanzado proceso de conurbación que se presenta entre ellos, convirtiendo la intersección, en un paso casi obligatorio para los habitantes de esta zona. Se encontró que la compleja situación de movilidad en la intersección es el resultado de una dinámica territorial de urbanización sin considerar los mínimos criterios de planeación del territorio. Esto, sumado a factores como las condiciones socioeconómicas poblacionales, la jerarquización vial existente y la estructura urbana, generan una expresión de movilidad conflictiva que condiciona maniobras de movilidad riesgosas para todos los actores viales, afectando en mayor medida a los usuarios más vulnerables (peatones, ciclistas, motociclistas).

## **INTRODUCCIÓN**

Los procesos de relación social no operan sólo en el tiempo o el espacio, sino en el espacio-tiempo, de donde se deriva que la producción del territorio debe pensarse en los términos que implica esta relación, es decir, desde el punto de vista de relatividad, incertidumbre, indeterminismo, movilidad y cambio permanente (Montañez & Delgado, 1998).

La dinámica territorial que se ha desarrollado en Colombia en las diferentes escalas se expresa, por ejemplo, en los acelerados procesos de urbanización y metropolización

del territorio, sin considerar el transporte como un elemento esencial en su desarrollo, situación que se observa en mayores proporciones en el Distrito Capital y en el impacto socioeconómico y urbanístico de los municipios aledaños.

En el presente documento se analizará la intersección semaforizada de la Autopista Sur por calle 63 Sur, ubicada en límites entre las localidades de Bosa y Ciudad Bolívar en Bogotá, en el sector conocido como "Bosa La Estación" (dada la localización de la antigua estación de ferrocarriles de Bosa). Afectada por la compleja situación de movilidad que se registra diariamente sobre la Autopista Sur, que es una entrada a la capital, y, que constituye el principal acceso a la ciudad de Bogotá desde municipios vecinos como Soacha y Sibaté, así como los departamentos del suroccidente del país.

En el desarrollo del presente estudio se buscó demostrar que esta compleja situación de movilidad es el resultado de una dinámica territorial de urbanización sin considerar los mínimos criterios para una adecuada planeación del territorio, con un efecto más pronunciado en la condición particular de la intersección de estudio, teniendo en cuenta aspectos como la estructura urbana del sector, las características socioeconómicas de la población y la jerarquización vial existente.

En consecuencia, se evidencia que las dinámicas territoriales de la localidad de Bosa, el municipio de Soacha y los efectos observados en la movilidad de la intersección, deben entenderse teniendo en cuenta la relación en doble vía existente entre la movilidad y el territorio, pues a partir de dicha relación se comprueba que el proceso de transformación del territorio ha afectado los patrones de movilidad en el sector de estudio y de igual forma, los cambios en los patrones de movilidad afectan la forma en que se desarrolla el territorio.

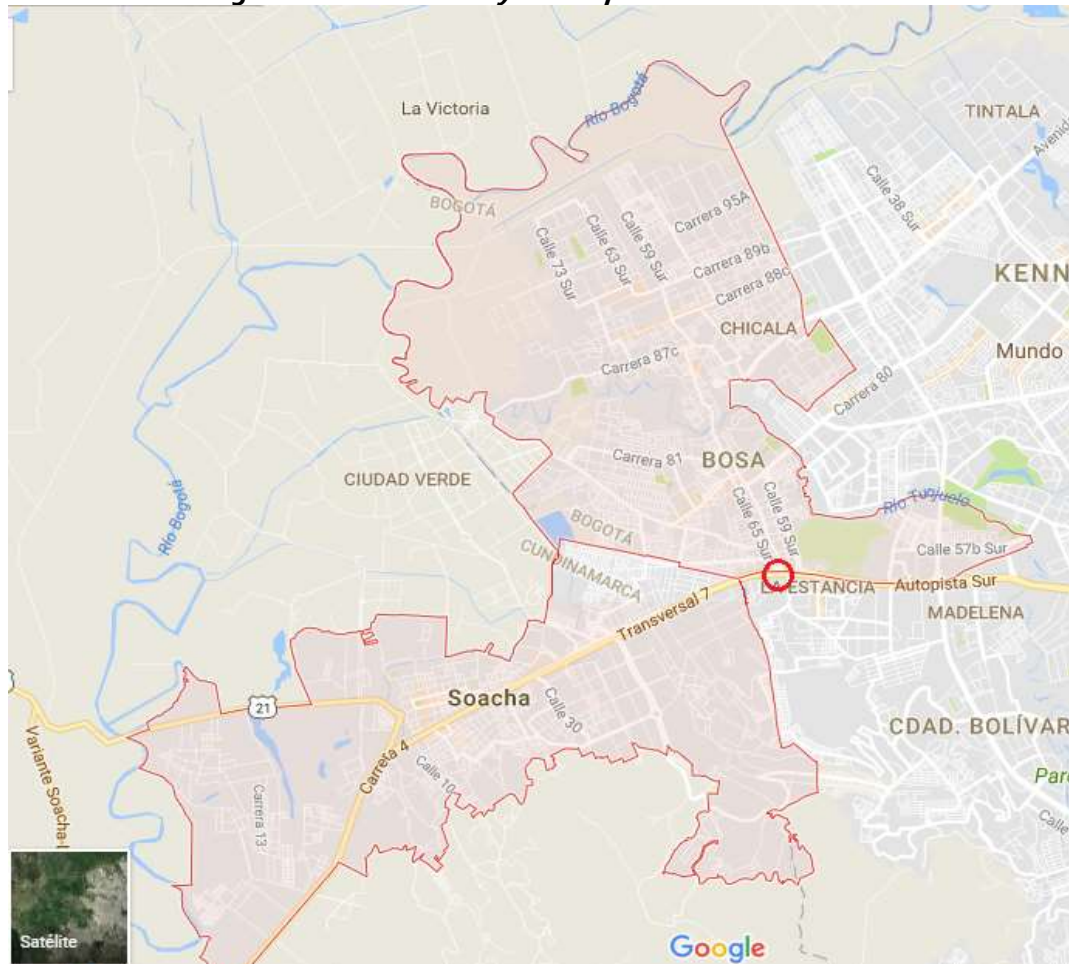
Es importante inferir que detrás de esos patrones de movilidad en la intersección existe una estructura urbana que da soporte a esos comportamientos, más allá de una estructura física, y que de su influencia depende la expresión de la movilidad, que para el caso de estudio resulta en una expresión compleja y conflictiva, pues condiciona comportamientos riesgosos para todos los actores, en especial para los vulnerables.

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CASO DE ESTUDIO**

La expresión de la movilidad en la intersección de la Autopista Sur con la calle 63 Sur, no puede entenderse si no se tiene en cuenta un contexto más amplio, pues para definir la noción de movilidad en la intersección, es necesario conocer el "Quién" de la movilidad. Para esto, se definió la localidad de Bosa y el municipio de Soacha, pues ambos se encuentran cerca de la intersección de estudio (definida en la Figura 3).

Siendo la Autopista Sur un corredor importante para la movilidad de esta zona e incluso de la ciudad, ya sea en bicicleta, a pie o en transporte motorizado, pasar por esta intersección es prácticamente un paso obligatorio; de ahí su relevancia en el presente estudio.

**Figura 3. Entorno local y municipal – caso de estudio.**

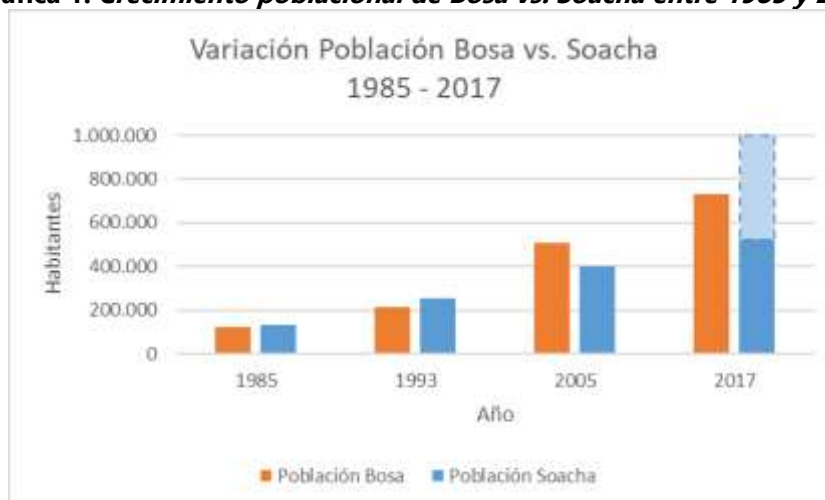


Fuente: Elaboración propia a partir de (Google, 2017).

### **Evolución histórica de la población de Bosa y Soacha**

A partir de las cifras oficiales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, la población de la localidad de Bosa superó a la del municipio de Soacha, dado su acelerado crecimiento en comparación con este, el cual fue de 137% en Bosa contra 58% de Soacha entre 1993 y 2005 (SDP & DANE, 2017), (DANE, 2010). Sin embargo, según cifras no oficiales, la población de Soacha hoy incluso puede superar el millón de habitantes, contrario a la información oficial (Flórez, 2017), como se observa en la Gráfica 1. Entre 1951 y 1973, la localidad de Bosa pasó de 16.918 habitantes a 250.000, aumento aproximado de 15 veces su población y Bogotá pasó de 648.324 a 2'718.546 en ese mismo periodo, un poco más de 4 veces su población (Rosero & Gómez, 1983).

**Gráfica 1. Crecimiento poblacional de Bosa vs. Soacha entre 1985 y 2017**



Fuente: Elaboración propia a partir de (SDP & DANE, 2017), (DANE, 2010).

Este incremento poblacional en la localidad de Bosa se debe entre otras causas a la segregación social causada por los diferentes ingresos de las personas y por las rentas del suelo urbano. Aquellas personas que llegaban a la ciudad de Bogotá y se situaban inicialmente en zonas con múltiples ventajas comparativas, con mejores suministros de servicios públicos, redes viales y otros elementos que dan valor a las rentas del suelo urbano, con el tiempo se vieron obligados a desplazarse hacia zonas donde dicha renta no fuese tan alta, por lo cual sólo aquellas personas que tuvieran la capacidad de pagar por esas ventajas asociadas se quedarían en esas zonas “privilegiadas”.

En la localidad de Bosa y eventualmente en el municipio de Soacha las rentas del suelo eran tan bajas, que por eso las personas migraban hacia esa zona de la ciudad. De hecho, entre los años 2005 y 2015 ingresaron a Bosa un total de 63.981 personas, lo que corresponde al 40% del total de migrantes a la ciudad de Bogotá durante el mismo periodo (SDP & DANE, 2017).

La búsqueda de rentas más bajas crea un personaje clave en la urbanización anárquica de esa zona, y es el “urbanizador pirata” el cual genera ganancias por la venta de lotes que en muchos casos no tenían una escritura registrada, pero se generaba una transacción entre el comprador del terreno y el propietario. Debido a esta situación, la mayoría de los barrios se construyeron sin los mínimos requisitos urbanísticos establecidos en la normatividad nacional y distrital. Factores como el poco nivel de urbanización; la baja o nula presencia de servicios públicos básicos; vías sin pavimentar, y especialmente, sin espacios adecuados para vías de acceso, influyeron para que con el paso del tiempo la implementación de un transporte público eficiente para los nuevos residentes tuviera un proceso más complejo.

El ingreso per cápita de un habitante de la localidad de Chapinero era 8 veces en 2011 el de un habitante de Bosa, lo que implica mayores esfuerzos para mejorar la movilidad de los habitantes de este sector. Además, Bosa es una de las localidades con menores índices de calidad urbana (SDP, 2013). Hoy se encuentra conformada en más del 90% por personas entre los estratos 1 y 2, siendo el estrato 2 el que prevalece (SDP, 2017). Una realidad parecida a la del municipio de Soacha, donde el porcentaje de viviendas sin estratificación fue del 54% para el año 2005, y, de las viviendas que están estratificadas, el 45% pertenece a estrato 1 (CCB, 2005).

Por otra parte, Soacha fue el municipio que más aumento presentó en el área licenciada para uso residencial de la región metropolitana de Bogotá periodo 2007 a 2013, cerca de 3.000 metros cuadrados, frente a los casi 1.200 que alcanzó Chía. Lo que se tiene, es una ciudad con una alta demanda de viajes creciente a satisfacer, de más de 76 mil viajes diarios por motivos de trabajo comparados con los 14 mil que se presentan en el municipio de Chía (SDP, 2014).

Siendo la localidad de Bosa y el municipio de Soacha, sectores con niveles socioeconómicos bajos, el uso de transporte público y la bicicleta sobre el vehículo particular tienden a ser mayores. Sin embargo, siendo la Autopista Sur el corredor de mayor importancia para el uso de sus habitantes, la intersección se convierte en un punto crítico para la movilidad. Y al ser un punto en el cual, la importancia del vehículo motorizado (que contempla vehículos de carga de alto tonelaje) está por encima de los ciclistas y peatones, se genera un conflicto entre todos ellos, poniendo en riesgo la vida de los que transitan por este sector, en especial de los más vulnerables.

### **Características infraestructura y geometría en la intersección de estudio**

La intersección de estudio se ubica sobre el corredor de la Autopista Sur, muy cerca al límite entre la ciudad de Bogotá y el municipio de Soacha (Figura 4). Es conocida como la "entrada" a Bosa, ya que al continuar por la Calle 63 Sur hacia el interior de la localidad se accede al centro fundacional del antiguo municipio de Bosa (Cortés Díaz, 2006). Este corredor conforma un par vial con la calle 65 sur, y en conjunto constituyen el principal corredor de entrada y salida de la localidad hacia el suroriente de la ciudad.

Las calzadas centrales de la Autopista Sur, de dos carriles por sentido cada una, corresponden al corredor exclusivo del sistema Transmilenio por la Av. NQS entre Bogotá y Soacha. Las calzadas externas, en sentido este - oeste y viceversa, tienen 3 carriles ingresando desde el municipio de Soacha, pero a menos de 200 metros de la intersección, entrando a Bogotá (sentido oeste – este) aumenta a 5 carriles para la incorporación al giro occidente-norte. En este punto de la Autopista Sur circulan

vehículos particulares, motocicletas, bicicletas, vehículos intermunicipales, de carga, vehículos del convenio de transporte Bogotá – Soacha, y de transporte masivo.

Sobre el costado norte de la Autopista Sur se encuentra una ciclorruta en el andén, la cual tiene conexión con la ciclorruta de la Av. Bosa (Calle 59 Sur) y más al oriente con la Av. Villavicencio. En el costado occidental de la intersección, se encuentra un puente peatonal, que brinda acceso a la estación Bosa del sistema Transmilenio y un paso seguro para peatones y ciclistas sobre la Autopista Sur.

**Figura 4. Características generales intersección Autopista Sur x Calle 63 Sur**



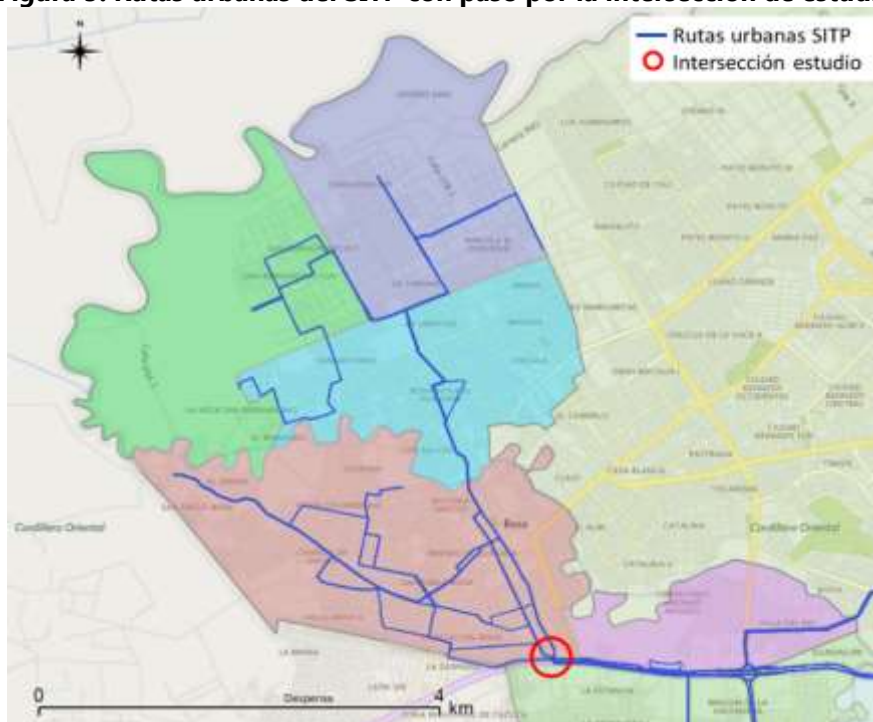
Fuente: (IDECA, 2017).

## DINÁMICAS TERRITORIALES Y DE MOVILIDAD

### Efectos de la Jerarquización Vial

Teniendo en cuenta que la calle 63 Sur es la única que brinda conectividad entre las UPZ (Unidades de Planeación Zonal) Bosa Central, Bosa Occidental y Porvenir, las rutas de transporte público circulan en gran medida por dicho corredor. En la Figura 5 se muestra el trazado de las 10 rutas urbanas del componente zonal que tienen paso por la intersección de estudio y que brindan cobertura a toda la localidad, en donde se evidencia cómo todas confluyen en la intersección de estudio. Algo similar sucede con las demás rutas del SITP con paso por el sector (TMSA, 2017).

**Figura 5. Rutas urbanas del SITP con paso por la intersección de estudio**



Fuente: Elaboración propia a partir de (TMSA, 2017).

Si se tiene en cuenta la escala nacional, la Autopista Sur es la entrada a la capital del corredor Bogotá – Buenaventura, primordial para el desarrollo del país, dado que representa la conexión directa entre el Distrito Capital y uno de los puertos más importante del país (Figura 6). De hecho, al comparar el número de toneladas de alimentos de primera necesidad (granos, cereales, abarrotes, frutas y verduras) que ingresan a Bogotá por las diferentes vías de acceso, se encuentra que el 22% de la carga total anual de alimentos llega a Bogotá por la Autopista Sur, que para el año 2010 fue de 627.991 Toneladas/año, siendo el corredor más importante (SDP, 2010).



**Figura 6. Principales corredores de comercio exterior**



Fuente: (ANDI, 2014).

### **Efectos de la Estructura Urbana y consecuencias en la siniestralidad vial**

En el sector de la intersección, el asentamiento urbano presenta, como en muchas ciudades de Colombia, una retícula ortogonal en su forma urbana, definidas por las intersecciones de las calles. Sin embargo, en este caso no es una retícula perfectamente ortogonal, debido a la forma desorganizada por la cual se urbanizó este sector. No obstante, tanto la localidad de Bosa como el municipio de Soacha fueron sectores que se desarrollaron teniendo como arteria principal a la Autopista Sur, por ende, un alto porcentaje de sus vías no arteriales llevan a vías que finalmente convergen en esta vía, como la intersección de estudio.

Podría pensarse que la organización territorial tanto física como funcional que tienen la localidad de Bosa y el municipio de Soacha ha ocasionado este panorama. Como se mencionó anteriormente, la localidad de Bosa y el municipio de Soacha son zonas principalmente residenciales, y siendo sectores con una alta densidad poblacional, el número de viajes desde y hacia Bogotá es muy alto, en comparación con los demás municipios aledaños.

Si además de estas características, se tiene en cuenta cómo es la morfología de la localidad de Bosa y del municipio de Soacha, que generan jerárquicas de la estructura vial, haciendo que las vías locales lleven todos los flujos vehiculares a la Autopista Sur, se entiende que esas variables dan soporte a la estructura territorial. Esta jerarquía no solo orienta a los vehículos, sino también a los demás actores viales, pues todos, en su

afán por encontrar el camino más rápido o por ser su única alternativa para llegar a su destino, confluyen en la Autopista para reducir sus costos de transporte.

Estos comportamientos pueden explicarse debido a esa estructura. Es la morfología del territorio sumado a las actividades de uso del suelo y las características socioeconómicas de la localidad y el municipio, lo que genera en este sector este comportamiento por tipo de actor vial en el punto de estudio: algunos *peatones* en su afán por reducir sus tiempos de desplazamientos prefieren atravesar la Autopista Sur que utilizar la infraestructura a desnivel existente; algunos *conductores* que usan este corredor diariamente invaden el carril exclusivo de Transmilenio para avanzar más rápido en medio de la congestión vehicular. Los *ciclistas* prefieren cruzar la Autopista Sur junto con los vehículos para luego invadir el espacio peatonal en el costado sur, considerando las barreras físicas y obstáculos que se encuentran en la ciclorruta existente en el costado norte entre este punto y la Avenida Villavicencio (vía arterial con paso a desnivel por puente vehicular sobre la Autopista Sur y glorieta a nivel, al oriente de la intersección de estudio, ver Figura 5), que impiden un movimiento continuo o en su defecto exigen un mayor esfuerzo.

Caso contrario ocurre en el costado sur de la Autopista Sur (localidad Ciudad Bolívar), pues entre la intersección de estudio y la Avenida Villavicencio hay mayores beneficios para los ciclistas en términos de continuidad y practicidad, pero el costo de esta maniobra es cruzar indebidamente la Autopista Sur e invadir el sendero peatonal en este costado. Según cifras estimadas por la Secretaria Distrital de Movilidad, en el periodo pico de la mañana se registraron más de 1000 ciclistas cruzando a riesgo por la intersección en la hora de máxima demanda (incluso sin visualizar en algunos casos el dispositivo de control semafórico), mientras que entre los peatones se registraron más de 320 que se comportaron de forma similar a los ciclistas (SDM, 2017).

Los múltiples conflictos que se pueden observar entre los actores viales (vehículo – peatón, vehículo – bicicleta, bicicleta – peatón), los cuales se pueden apreciar en la Fotografía 1 y la Fotografía 2, se reflejan en la siniestralidad vial. Según cifras de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, entre enero de 2014 y septiembre de 2017 se registraron un total de 190 siniestros viales en el sector de estudio, lo que representa alrededor de 4 siniestros viales al mes, de los cuales el 82% no registraron víctimas. Sin embargo, el 16% de los siniestros dejaron 45 personas lesionadas y el 2% restante dejaron como saldo cuatro personas fallecidas (SDM, 2017).

Finalmente, cabe destacar que al ser la intersección un punto de integración regional, donde confluyen lo nacional, local e intermunicipal, potencia el efecto de la expresión de la movilidad y sus relaciones de causa y efecto con el territorio en sus diferentes escalas.

**Fotografía 1. Operación intersección Autopista Sur x calle 63 Sur en periodo pico-am.**



Fuente: Elaboración propia, (tomada desde el paso a desnivel).

**Fotografía 2. Operación intersección Autopista Sur x calle 63 Sur en periodo pico-pm.**



Fuente: Elaboración propia, (tomada desde el paso a desnivel).

## **CONCLUSIONES**

La situación descrita en el presente documento es el reflejo de la situación cotidiana que padecen miles de habitantes de este sector, y cualquier solución que represente un intento por modificar la infraestructura presente hoy en día, es una solución sumamente costosa y de compleja implementación. Es allí donde la organización del territorio que tiene en cuenta los elementos de transporte y movilidad se vuelve

fundamental para asegurar un desarrollo óptimo para sus habitantes, pues serán ellos mismos los que sufran las consecuencias de una inadecuada planeación.

La inconveniente planeación y gestión del territorio que se presentó en el municipio de Soacha y la localidad de Bosa, da como resultado el panorama que se tiene hoy en día en la intersección semaforica de la Autopista Sur con calle 63 Sur, pues la morfología territorial, sumado a la funcionalidad del territorio y usos del suelo predominantemente residenciales, dan como resultado una expresión de movilidad conflictiva entre los usuarios de las vías, pues es la combinación de todas esas características lo que crea la estructura urbana que da soporte a los comportamientos de desplazamiento que se presentan en dicha intersección.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ANDI. (2014). Boletín Gerencia de Logística, Transporte e Infraestructura, 7(176), 7.
- CCB. (2005). *Plan Económico para la Competitividad de Soacha*. Retrieved from [http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2929/656\\_2005\\_9\\_14\\_9\\_13\\_25\\_plan\\_soacha\\_def.pdf?sequence=1](http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2929/656_2005_9_14_9_13_25_plan_soacha_def.pdf?sequence=1)
- Cortés Díaz, M. E. (2006). *La anexión de los 6 municipios vecinos a Bogotá en 1954*. (Universidad Nacional de Colombia, Ed.).
- DANE. (2010). Proyecciones de población. Retrieved from <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Flórez, J. (2017, September 23). Soacha: el karma de crecer a la sombra de un gigante. *Semana*. Retrieved from <http://www.semana.com/nacion/articulo/soacha-historia-censo-y-crecimiento-poblacional/541529>
- Google. (2017). google maps - Bogotá. Retrieved November 26, 2017, from <https://www.google.com.co/maps/@4.6012501,-74.1906304,14.35z>
- IDECA. (2017). Mapa de Bogotá. Retrieved from <http://mapas.bogota.gov.co/>
- Montañez, G., & Delgado, O. (1998). Espacio, Territorio y Region: Conceptos Basicos Para Un Proyecto Nacional. *Cuadernos de Geografía, VII*(1–2), 120–135. <https://doi.org/ANTRORPOLOGIA>
- Rosero, G., & Gómez, C. (1983). *El proceso de urbanización en Bosa*. (Universidad Nacional de Colombia, Ed.).
- SDM. (2017). Secretaría Distrital de Movilidad. Bogotá.
- SDP. (2010). *Diagnóstico de la Región Capital Bogotá - Cundinamarca*. Bogotá.
- SDP. (2013). Índice de desigualdad en Bogotá, D.C. *Bogotá, D.C. Ciudad de Estadísticas*, (56), 20.
- SDP. (2014). Región Metropolitana de Bogotá: Una Visión de la Ocupación del Suelo.
- SDP. (2017). *Estratificación socioeconómica urbana - localidad Bosa (Dec. 394 de 2017)*. Retrieved from [http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionTomaDecisiones/Estratificacion\\_Socioeconomica/Mapas](http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionTomaDecisiones/Estratificacion_Socioeconomica/Mapas)

SDP, & DANE. (2017). Estadísticas - Secretaría de Planeación. Retrieved from <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionTomaDecisiones/Estadisticas/ProyeccionPoblacion:Proyecciones de Poblaci%F3n>

TMSA. (2017). TRANSMILENIO S.A. Retrieved November 26, 2017, from <http://www.transmilenio.gov.co/>

# **TRANSPORTE Y DESARROLLO URBANO EN TOPOGRAFÍAS COMPLEJAS. EL CASO DE LOS CERROS DEL BARRIO ALMENDRAL DE VALPARAISO.**

**Marcela Soto Caro**

Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile. marcela.soto@usm.cl

**Jorge León Canales**

Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile. jorge.leon@usm.cl

## **RESUMEN**

Diversas metrópolis latinoamericanas se ubican en territorios de alta complejidad topográfica que condicionan profundamente la movilidad, el transporte y el desarrollo urbano. Dentro de la Región, y en Chile en particular, hace más de tres décadas se han mantenido modelos difusos de crecimiento urbano, las cuales muchas veces carecen de previa planificación. De esta manera es usual encontrar asentamientos informales hacia la periferia de estas ciudades por lo general segregados e incomunicados, en gran medida por el modelo poco equitativo que rige la expansión urbana, y acentuado a su vez por la complejidad topográfica que los alberga. Entendiendo la movilidad y el sistema de transporte público como un medio para la integración social, la investigación pretende evaluar la movilidad y cobertura del transporte público en un territorio de alta complejidad topográfica que además combina áreas tanto formales como informales con altos grados de pobreza: los cerros del barrio Almendral de Valparaíso. Para ello se realizó un examen de las condiciones topográficas del lugar para luego realizar un análisis de movilidad en base a los tiempos de accesibilidad peatonal a las redes de transporte público que sirven en el sector. Como resultado, se identifica un sistema de transporte público eficiente y de carácter semi-informal, que estaría influyendo en la consolidación de barrios informales en las afueras de la ciudad.

## **1. INTRODUCCION**

Es indudable que el transporte y lo urbano están estrechamente relacionados. Diversos son los autores que se suman a la dialéctica de cómo estos dos conceptos se entrelazan, se influyen y evolucionan juntos, quedando atrás los análisis de principios del siglo XIX en que se alude al transporte urbano como un elemento técnico resultante de una causa, o bien, efecto del desarrollo de la ciudad y viceversa (Zahavi, 1980; Miralles-Guasch, 2002; Gutierrez, 2010).

Asumiendo este paradigma de la causalidad, surge la exploración analítica de la *Sinergia Transporte-Ciudad* (Herce, 2012) que, siendo el análisis de esta relación indiscutible y compleja, pasa por la comprensión profunda de las dinámicas territoriales en que se insertan los medios de transporte. Si bien las nuevas tecnologías de información y comunicación, junto con el rápido desarrollo del transporte privado han generado un modelo de extensión territorial que generan demandas de movilidad cada vez mayores, tal como plantea Herce (2009), esta nueva concepción consideraría viajes con una gama más amplia de motivos, modos, y direcciones, que dejan atrás los viajes pendulares característicos del crecimiento portfordista (García Palomares, 2008). Hoy nos enfrentamos a viajes en todas direcciones en ciudades latinoamericanas caracterizadas por una expansión urbana que ocupa espacios con alto valor agrícola, ecológico o paisajístico (Soto & Escobar, 2016; Soto & León, 2016); y conduce a un modelo de movilidad basado en el automóvil, que es costoso y desigual en la distribución de oportunidades, como también ambientalmente insostenible (Calatayud et al, 2006). Además este modelo de crecimiento urbano acentúa los problemas de segregación social, el difícil acceso al empleo para los grupos más desfavorecidos o la vulnerabilidad geológica de algunas zonas urbanizadas (De Mattos, 2002). Es en este escenario donde el transporte público cobra una importancia fundamental en la integración de la población a los centros de ciudad y en la construcción de movilidad e inclusión social. Esto se ve reflejado sobre todo en barrios informales donde existiría una baja tasa de motorización privada de su población (Rodríguez, Comntois y Slack, 2006), siendo así indispensable una mejor comprensión de este fenómeno y nuevas metodologías empíricas para estudiarlo.

Siguiendo la línea metodológica del caso estudio, este trabajo se basa en un contexto particular, donde la topografía única y compleja del territorio influye drásticamente en la movilidad de su población, el funcionamiento del transporte público y las estructuras urbanas que lo componen: los cerros del barrio Almendral de Valparaíso. El objetivo de esta investigación es evaluar, desde una perspectiva geográfica, la cobertura del transporte público y su relación con los asentamientos informales. Para ello primeramente realizó una evaluación topográfica-territorial del sector, para luego elaborar un análisis de la movilidad de la población basado en los tiempos de accesibilidad peatonal a las redes de transporte público.

## **2. DESARROLLO URBANO EN AREAS DE TOPOGRAFIA COMPLEJA**

Las grandes ciudades latinoamericanas a menudo se ubican en territorios de alta complejidad topográfica que condicionan profundamente el desarrollo urbano. A pesar de ser una situación común en la región, material bibliográfico que profundice

este tema escasea. Los procesos de expansión urbana en América Latina se caracterizan por un desarrollo urbano descontrolado y no planificado que conduce a graves problemas de exclusión social, degradación y falta de infraestructura básica en asentamientos informales emergentes (De Mattos, 2002; Oviedo Hernández y Titheridge, 2015). Sumado a la anterior, la fragmentación se acentúa en varias de las metrópolis de la región debido a sus complejas topografías y modelos de desarrollo monocéntrico donde las centralidades fuertes en servicios y administrativas están en las áreas planas y bajas de la ciudad (Soto y Álvarez, 2012). De esta manera la diferenciación social del espacio se ha reflejado en una organización espacial basada en la oposición centro-periferia. En consecuencia, precarias viviendas a menudo se ubican en las periferias de las metrópolis, las que generalmente se encuentran aisladas debido a la deficiente conectividad.

A su vez, el proceso de expansión y consolidación del espacio urbano depende en gran medida del establecimiento de redes de infraestructura. De hecho, "los factores espaciales y de ubicación, especialmente la disposición del asentamiento y su relación con su contexto urbano, desempeñan un papel importante en el camino del desarrollo de los asentamientos y en los diferentes grados en que se han consolidado" (Hillier et al. 2000 p.62). En consecuencia, la complejidad topográfica del territorio puede agotar el ciclo de desarrollo infraestructural-urbano, presionando algunos de estos factores de tal manera que se vuelve extremadamente difícil su re-promoción. Tales operaciones aumentan la complejidad tecnológica, por lo tanto, se vuelven más caras, más inalcanzables. Finalmente, tales dinámicas restringen el acceso desde los asentamientos periféricos (ya a menudo informales), afectando a los grupos vulnerables.

### **3. CASO DE ESTUDIO**

La ciudad-puerto de Valparaíso, capital de la Provincia y Región del mismo nombre, se ubica sobre la costa del Océano Pacífico, a 110 km al oeste de Santiago, capital de Chile. Con una densidad poblacional de 679,1 hab/km<sup>2</sup> (Censo 2002), es centro histórico del conglomerado metropolitano del AMV<sup>4</sup>. Una de las particularidades de esta ciudad es su singular geografía la cual se presenta en forma de gran anfiteatro

---

<sup>4</sup> El Área Metropolitana de Valparaíso (AMV) está conformada por los municipios de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana y Concón. Con una población cercana a los 900,000 habitantes, representa el 51% de la población de la región y cubre la mayoría de las provincias de Valparaíso y Marga Marga.



natural, emplazada en la bahía homónima y rodeada de cerros en los cuales vive casi el 90% de la población porteña (Sánchez, Bosque y Jiménez, 2009).

Tanto la estructuración como poblamiento de la ciudad de Valparaíso se rigió a partir de las características naturales de su emplazamiento donde tempranamente se produjo una sectorización. En las zonas bajas se ubicaron los comerciantes extranjeros donde se logró la consolidación urbana, expresada en distintas obras de adelanto y dotación de servicios públicos mientras que, por razones de costos y saturación de espacio del *plan*<sup>5</sup>, los cerros fueron ocupados por los grupos sociales más pobres (Sánchez et al, 2009).

Si bien se ha logrado la consolidación en algunos sectores de los cerros de la ciudad- como aquellos ubicados bajo avda. Alemania (cota +100m)- la persistencia de la atomización y precarización está aún latente en el territorio. Estos sitios son conocidos desde la década de los '70 como *campamentos*, término que básicamente considera agrupaciones de viviendas que carecen al menos uno de los servicios básicos que ofrece la urbanización y que se encuentran en una situación irregular de tenencia del terreno (Techo-Chile, 2015). Dentro de los cerros del barrio Almendral -ubicados hacia el este del centro histórico de la ciudad, con una extensión de alrededor de 9,7 km<sup>2</sup> y una población de 53.217 habitantes (Censo 2002)-existen 19 campamentos en los que viven 790 familias (Techo-Chile, 2013) (ver Figura 1).

Cabe mencionar que hoy en día la identificación y caracterización de campamentos intentan no sólo centrarse en las carencias habitacionales, sino que buscan indagar en las características de las familias y en el territorio como un espacio físico que puede ofrecer tanto amenazas (suelos inestables, vulnerables a catástrofes ambientales) como también oportunidades, ya que no se desestimaría una eventual consolidación de éstos (Secretaría Ejecutiva de Campamentos, 2011). De esta manera el sector de estudio se presenta actualmente como un territorio que combina tanto áreas formales como informales con altos grados de pobreza. Incluso, en algunos sectores, se agrega un déficit generalizado de servicios urbanos como electricidad, servicios sanitarios, transporte colectivo, pavimentación de calles, etc. pero que se reconoce no como un ente inmóvil en su dimensión de precariedad, sino que es susceptible a sufrir procesos de progresiva consolidación.

Sobre esta situación entonces, cobra gran interés evaluar qué tan bien sirve la cobertura del sistema de transporte público en un área de crecimiento informal y de características topográficas complejas. En este contexto, los cerros del barrio Almendral son un interesante objeto de estudio para esta investigación en virtud de la topografía compleja condicionante de la movilidad y la estructura urbana existente.

---

<sup>5</sup> El 'plan' es la forma popular de denominar la estrecha planicie costera existente entre la bahía y sus cerros.

## 4. METODOLOGIA

De manera de guiar el proceso metodológico se definió la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la cobertura del transporte público que sirve a los cerros del barrio Almendral de Valparaíso y cómo la movilidad de sus habitantes está condicionada por la compleja topografía presente en el área?

En este apartado se presentará la recopilación de la información, su procesamiento y la descripción de operaciones que, a través de un análisis de superposición ponderada en el software ArcGis, plataforma que crea y utiliza sistemas de información geográfica (SIG), se responderá la pregunta de investigación antes planteada.

### 4.1 Análisis topográfico en base a SIG

Los cerros del barrio Almendral se extienden desde el nivel del 'plan' hasta la cota +450 m.s.n.m., aproximadamente. Esta topografía se caracteriza por presentar tres terrazas claramente diferenciadas, a los 40, 110 y 200 m.s.n.m. (generadas por antiguos procesos de abrasión marina), las cuales se interrumpen a su vez por profundas quebradas. Estas condiciones geomorfológicas determinan variaciones abruptas e irregulares de la pendiente del terreno, la cual a su vez tiene impacto en las características de la edificación, la accesibilidad y la división predial en el sector.

Con el objetivo de evaluar las pendientes del terreno en el sector de estudio se llevó a cabo un análisis con la ayuda del software ArcGIS y su extensión Spatial Analyst, a partir de cartografía digital provista por la Ilustre Municipalidad de Valparaíso. Las pendientes obtenidas se clasificaron en 5 intervalos iguales (entre 0° y 70°) para 4 zonas de estudio, identificadas a partir de las terrazas previamente descritas (ver Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de superficie según tipo de pendiente (total cerros barrio Almendral)

ZONA DE ANÁLISIS	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	TOTAL
	0° - 14°	14° - 28°	28° - 42°	42° - 56°	56° - 70°	
Zona 1 (0-40 m.s.n.m.)	56.6	18.9	15.1	7.2	2.3	100.0
Zona 2 (40-110 m.s.n.m.)	37.1	27.9	22.0	9.4	3.7	100.0
Zona 3 (110-200 m.s.n.m.)	42.3	34.7	17.0	5.2	0.8	100.0

Zona 4 (200-450 m.s.n.m.)	41.9	44.0	12.5	1.5	0.1	100.0
---------------------------	------	------	------	-----	-----	-------

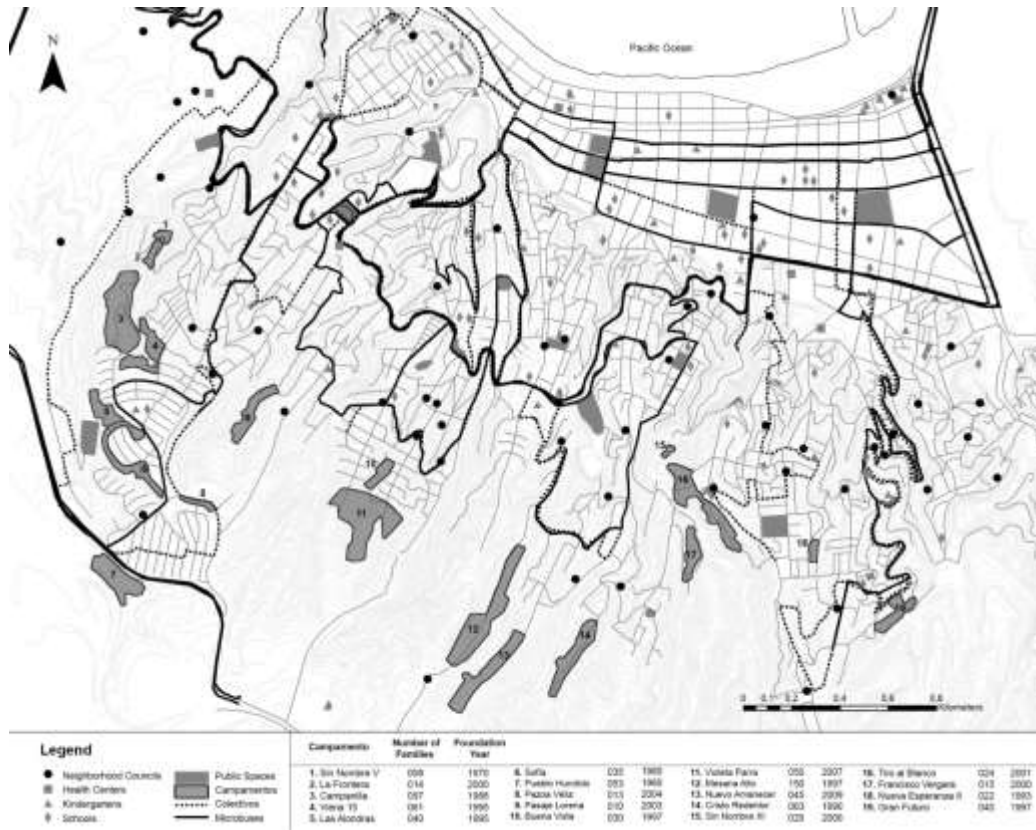
Fuente: Elaboración Propia

## 4.2 Análisis de Movilidad en base a la cobertura de red de transporte público

El sistema de transporte público en el AMV se desglosa de la siguiente manera: considera microbuses, taxis colectivos, línea ferroviaria, trolebuses y ascensores posicionando al conglomerado metropolitano como el sistema más variado a nivel nacional. Las mayores diferencias entre estos modos de transporte radican en su forma de desplazamiento permitiendo clasificarlos en dos grupos; mientras algunos son lineales (metroval, trolebuses y ascensores), otros como microbuses y taxi colectivos tienen cierta flexibilidad de desplazamiento que permite 'irrigar' la ciudad y sus cerros convirtiéndolos en los modos más relevantes y populares del sistema de transporte público. Dado lo anterior éstos dos últimos fueron elegidos como objetos de estudio para esta investigación.

El acceso peatonal a las redes de transporte público (autobuses y taxis colectivos) se consideró clave dado que es considerado por muchos investigadores (Pozueta et al., 2009; Talavera-García, 2012 entre otros) como el factor que unifica e integra diferentes modos de transporte, espacios públicos y, por lo tanto, ilustra la capacidad para la movilidad humana. En segundo lugar, el bajo nivel de motorización en Valparaíso (0,17 automóviles por persona, por debajo del promedio de 0,25 nacional (SECTRA, 2014) hace que la relación entre la accesibilidad peatonal y las redes de transporte público sea indispensable para este estudio. Se levantó la red existente de ocho líneas de microbuses y siete líneas de taxis colectivos que operan en los cerros del barrio Almendral. Esto se realizó a través de fuentes secundarias (Ministerio de Transporte, empresas privadas de transporte) como también primarias de información (verificación in situ, mapeo de trayectorias con GPS). La información sobre la existencia de equipamiento urbano como escuelas, centros preescolares, centros vecinales, centros de salud y espacios públicos se consideraron complementariamente como generadores clave de la movilidad (ver Figura 2). Se registraron las distancias entre estos equipamientos y la red de transporte público, como información que complementa este estudio de movilidad. Toda esta información fue mapeada y georeferenciada en el software ArcGis, utilizando la extensión Network Analyst, la cual proporciona herramientas de análisis espacial basadas en la red de trabajo para resolver complejos problemas de enrutamiento.

Figura 1. Red de Transporte Público, Campamentos y Equipamiento Urbano



Fuente: Elaboración Propia

Una vez desplegada esta información sobre el territorio, se procedió a medir los niveles de accesibilidad peatonal a las redes de transporte público. Para ello, se evaluó el área de servicio que estas líneas de transporte definían en el sector a partir de los tiempos de caminata que eran necesarios para acceder a ellas considerando una velocidad base de 1,4m/s (velocidad de caminata generalmente citada en la literatura). Teniendo en cuenta que el estudio se realiza sobre un territorio con diversos niveles de pendiente, se consideraron parámetros de conservación de velocidad establecidos por Post et al., 2009 (Tabla 2), por lo que esta podía ser disminuida según el grado de inclinación de la calle y con ello, un resultado más exacto sobre la movilidad de los habitantes de los cerros del barrio Almendral. A su vez, considerando una distancia de escala barrial de 600m<sup>6</sup>, los tiempos de caminatas fueron acotados de 1 a 5 y de 5 a 10 minutos tal como se muestra en las Figuras 2 con respecto a las líneas de taxi colectivo.

Table 2

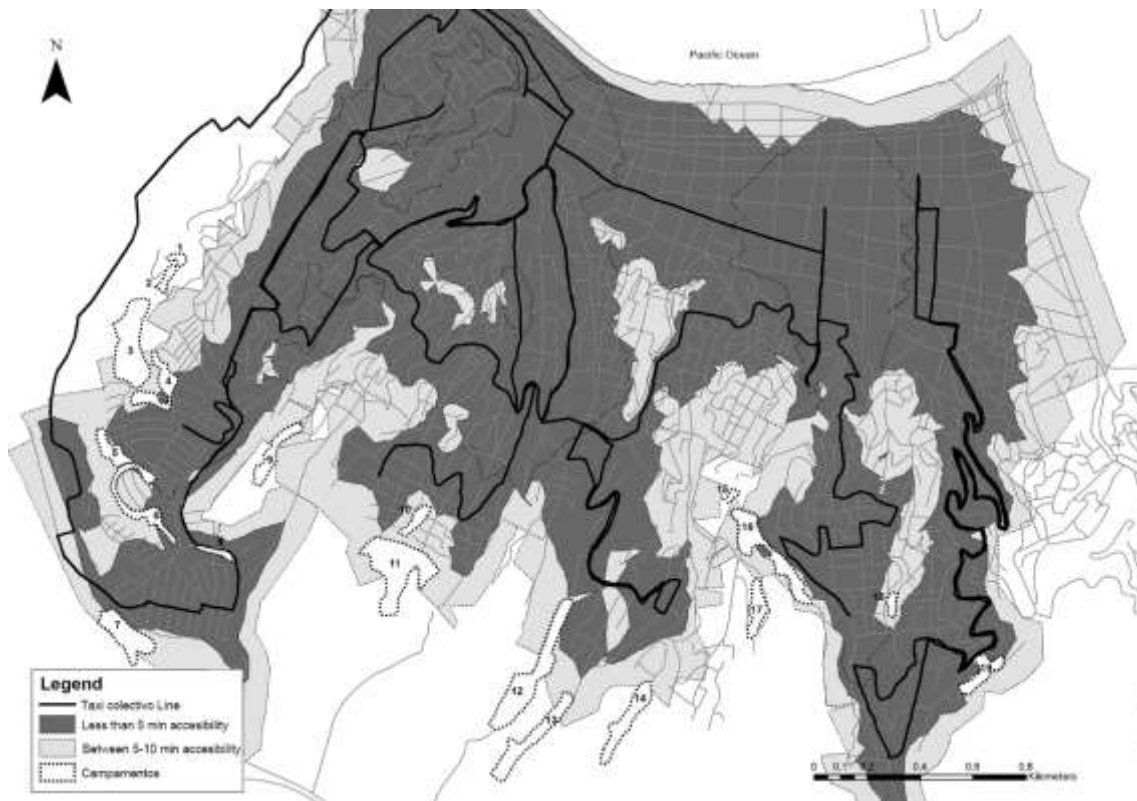
Terrain slope and pedestrian speed conservation

<sup>6</sup> 600 metros es la distancia habitualmente considerada como límite para identificar dinámicas de funcionamiento “barrial” en el ámbito del diseño urbano, es decir, distancia que la población está dispuesta a recorrer peatonalmente en función de sus actividades cotidianas.

Slope (degrees)	Speed conservation (%)
0	100
0-5	90
0-15	80
15-30	40
30-45	15
More than 45	5

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3. Accesibilidad peatonal a red de taxis colectivos



Fuente: Elaboración Propia

## 5. RESULTADOS Y DISUSION

Los resultados de este estudio demuestran que los cerros del barrio Almendral cuentan con un sistema de transporte público suficientemente completo y bien distribuido geográficamente para proporcionar un servicio de transporte de alta cobertura a pesar

de su topografía compleja, un hecho que excede nuestras expectativas para el sistema. Topográficamente hablando, los resultados de este análisis muestran que aproximadamente un 42% del total de la superficie estudiada en el sector se encuentra en el rango más bajo establecido de pendientes (menor a 14°, es decir, una pendiente de 25%), por lo que según la Ordenanza Chilena de Urbanismo y Construcción (art. 6.2.5) no requiere obras especiales de contención. En tanto, aproximadamente un 53% se ubica entre los 14° y 42°, en torno al límite de pendiente del 80% que el Plan Intercomunal de Valparaíso fija como límite autorizado para la edificación. Por otro lado, un análisis de la distribución espacial de las pendientes en el territorio (ver Figura 1) muestra una alta fragmentación y discontinuidad del terreno, especialmente a partir de la terraza ubicada en la cota 110 m.s.n.m.

En cuanto al nivel de accesibilidad peatonal a la red de transporte público, alrededor de 28,4kms de la trama urbana (21%) se ubica a un tiempo de caminata menor a 1 minuto desde el recorrido de un microbús, mientras que 112,9kms (87,9%) se ubica a menos de 10 minutos. En el caso del servicio prestado por taxi colectivo, 30,9km (24,1%) de la trama urbana se encuentra a menos de 1 minuto de caminata, mientras que 118kms (92%) está a menos de 10 minutos de esta red. El estudio además relevó 96 equipamientos urbanos de importancia en el sector (jardines infantiles, escuelas de enseñanza básica/media, unidades vecinales y centros de salud). De ellos, 32 (33%) se ubican a menos de 1 minuto caminando desde el recorrido de un microbus o taxi colectivo, mientras que 95 (98,9%) se ubican a menos de 10 minutos. Sumado a lo anterior, de los diecinueve campamentos existentes en el sector sólo seis (1, 2, 11, 13, 14 y 17) superan los 10 minutos de accesibilidad peatonal a la red de transporte público (microbuses y taxi colectivos).

Ambos medios de transporte son condicionados por la topografía existente en los cerros del barrio Almendral. Con pendientes promedio en torno al 10% en el sector, los microbuses alcanzan una velocidad promedio de aproximadamente 19 km/hora, mientras que los taxi colectivos de 24km/hora app, es decir, un 26.3% mayor que la de los microbuses. Por ello éstos últimos demoran menos de la mitad del tiempo empleado por microbuses tanto en alcanzar camino Cintura (100 m.s.n.m.) como al límite urbano mayor +450 m.s.n.m.). Así, esta red otorga una eficaz conectividad 'plan'-cerro, permitiendo conectar en menos de 15 minutos el sector del Almendral (núcleo urbano de servicios y comercio) con las partes más altas de la ciudad. Sin embargo, la conectividad transversal cerro-cerro es deficitaria debido a la falta de infraestructura vial para salvar la compleja topografía.

Durante el análisis de campo, la red de taxi colectivo demostró un cierto grado de flexibilidad. La falta de regularización y estructuración del sistema caracterizada por una alta atomización de la industria, sumado a su falta de fiscalización permite que los operadores de estos servicios alteren sus recorridos, frecuencias, incluso tarifas convirtiéndolo en un sistema inseguro. A pesar de esto, los taxis colectivos tienen

ventajas que incluyen una llegada más rápida a los destinos y una mejor gestión de las laderas empinadas y de las calles angostas y complejas típicas del sector. Aquí es donde surge la discusión sobre la influencia que ejerce este sistema de transporte público en el desarrollo urbano. En ese sentido, el rol pasivo de las autoridades frente a estas prácticas informales sugiere la existencia de un sistema que se desarrolla bajo un contexto de *laissez-faire*, en el que de acuerdo a Cervero (2000) se estaría permitiendo cierta flexibilidad en su operar puesto que sería visto como un mal necesario. Sin embargo, su irregularidad como tal dificulta su planificación y control afectando a su vez la calidad y seguridad de un servicio tan básico y esencial como lo es el transporte público ante el desarrollo urbano.

## 6. CONCLUSIONES

La población de los cerros del barrio de Almendral en Valparaíso goza de niveles adecuados de acceso a la movilidad debido a un sistema de transporte público "flexible" que, a pesar de operar en un entorno geográfico complejo, logra adaptarse al constante desarrollo urbano de la zona. Este sistema puede clasificarse como semi-informal ya que, aunque su funcionamiento está autorizado por el gobierno nacional, tiene prácticas informales, como la flexibilidad en las rutas de viaje, el itinerario y la frecuencia (entre otros).

La naturaleza fragmentada de las intervenciones gubernamentales y las complejas condiciones topográficas del sitio (que afectan a la gran mayoría de estos hogares, a menudo exacerbando su vulnerabilidad especialmente en caso de desastres naturales) son solo dos de los factores externos negativos que han contribuido a la informalidad tanto en la planificación urbana como logística de transporte en Valparaíso. En ese sentido, la investigación logra abrir una discusión que se puede desarrollar con diferentes enfoques en futuras investigaciones. Con respecto a esto, si el transporte semi-informal que se ha desarrollado en la ciudad de Valparaíso beneficia a los barrios informales de la ciudad, ¿las autoridades considerarán este sistema como un mal necesario? ¿Cómo lograr la regularización de este sistema sin perjudicar la movilidad de las personas en los barrios más vulnerables? ¿Contribuirá su regularización a la reducción de asentamientos en barrios informales de la ciudad de Valparaíso

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Cervero, R., 2000. *Informal Transport in the Developing World*, UN-HABITAT. Nairobi.
- De Mattos, C., 2002. Santiago De Chile De Cara a La Globalización : *Revista de Sociología y Política* 19, 31–54.
- Kaufmann, V. (2014). Mobility as a tool for sociology. *Sociologica* Vol.8 (1). doi: 10.2383/77046
- Miralles-Guasch, 2002. *Ciudad y Transporte: El binomio imperfecto*. Ariel, Barcelona.
- Oviedo Hernandez, D., Titheridge, H., (2016). Mobilities of the periphery: Informality, access and social exclusion in the urban fringe in Colombia. *Journal of Transport Geography*. 55, 152–164.
- Soto, M., Álvarez, L.A., 2012. Análisis de tendencias en movilidad en el Gran Valparaíso: El caso de la movilidad laboral. *Revista Geografía Norte* Grade. 36 (52), 19–36.
- Hillier, B., Greene, M., Desyllas, J., 2000. Self-generated neighbourhoods: The role of urban form in the consolidation of informal settlements. *Urban Design International*. 5 (2), 61–96.
- Sánchez, A., Bosque, J., Jimenez, C., 2009. Valparaíso : su geografía , su historia y su identidad como Patrimonio de la Humanidad. *Estudios Geográficos* LXX, 269–293. doi:10.3989/estgeogr.0445
- Censo INE (Instituto Nacional de Estadística), 2002. *Síntesis de Resultados Censo 2002*. Santiago: INE.
- CIS (Centro de Investigación Social Techo-Chile), 2015. *Informe Encuesta Nacional de Campamentos*. Santiago, Chile: CIS.
- Secretaría Ejecutiva de Campamentos, MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo), 2013. *Mapa Social de Campamentos*. Santiago, Chile: MINVU.
- Talavera-García, R., 2012. Improving pedestrian accessibility to public space through Space Syntax analysis, in: *Eighth International Space Syntax Symposium*. Santiago, pp. 1–16.
- Pozueta, J., Lamíquiz, F.J., Porto, M., 2009. *La Ciudad Paseable: Recomendaciones para la consolidación de los peatones en el planeamiento, el diseño urbano y la arquitectura*. CEDEX, Madrid.
- Post, J., Wegscheider, S., Mück, M., Zosseder, K., Kiefl, R., Steinmetz, T., Strunz, G., 2009. Assessment of human immediate response capability related to tsunami threats in Indonesia at a sub-national scale. *Natural Hazards Earth System Science*. 9 (4), 1075–1086.



# **INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E O GERENCIAMENTO DA MOBILIDADE: O CASO DO CAMPUS RECIFE DA UFPE**

**Katarini Wanini Gonçalves de Araújo**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

katariniaraujo@hotmail.com

**Maurício Oliveira de Andrade**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

mauandrade@gmail.com

## **RESUMO**

Campi universitários são Polos Geradores de Viagens diferenciados que tem um papel preponderante na discussão da mobilidade urbana sustentável, uma vez que representam centros de inovação. Este trabalho analisa o que tem sido feito pela administração do campus Recife da UFPE em relação à sustentabilidade nos deslocamentos de alunos e funcionários e as experiências de gerenciamento da mobilidade em campi universitários brasileiros e estrangeiros que poderiam contribuir para melhorar a mobilidade no campus em estudo. Os resultados mostram que apesar de intervenções pontuais realizadas na infraestrutura do campus, como a construção de novas calçadas e ciclovia, a UFPE apresenta problemas graves como o grande percentual de viagens em automóvel particular com baixa taxa de ocupação por veículo. A falta de um plano específico para a mobilidade sustentável, com estratégias e ações claras, pode ser considerada o principal obstáculo para que a UFPE atinja a sustentabilidade pretendida. Com isso, conclui-se que para obter resultados positivos é necessário ter planejamento com a participação de todos os atores envolvidos para determinar ações e medidas visando incentivar modos mais sustentáveis, porém o processo depende da mudança de comportamento dos usuários e ocorre lentamente.

## **1. INTRODUÇÃO**

Entre transporte e uso do solo há uma relação de ações cíclicas, na qual o sistema de transporte influencia no uso do solo e o uso do solo, por sua vez, influencia a configuração do sistema de transporte. Para analisar o planejamento de um sistema de transporte urbano é essencial a compreensão de que esta atividade faz parte de um processo amplo e complexo, o planejamento estratégico urbano. Os centros atratores

de viagens (CAVs), ou Polos Geradores de Viagens (PGVs), são pontos fundamentais no contexto urbano, pois são locais onde são desenvolvidas atividades em porte e escala capazes de exercer grande atratividade sobre a população, produzir um contingente significativo de viagens, necessitar de grandes espaços para estacionamento, carga e descarga e embarque e desembarque, promovendo, conseqüentemente, potenciais impactos em seu entorno (REDE PGV, 2016).

Os campi universitários são CAVs diferenciados devido ao seu papel preponderante na discussão da mobilidade urbana sustentável no âmbito social, econômico e ambiental, uma vez que representam centros de inovação (PARRA, 2006). As estratégias de gerenciamento da mobilidade aplicadas aos campi universitários dependem das necessidades identificadas em cada localidade. Entre as estratégias adotadas no gerenciamento da mobilidade em campi universitários destacam-se dois programas principais, a "Gestão de Transportes do Campus" (Campus Transport Management - CTM), desenvolvido nos Estados Unidos, e as "Estratégias de Gestão da Mobilidade para as Próximas Décadas" (Mobility Management Strategies for the Next Decades - MOST), desenvolvido na Europa. No Brasil, muitas universidades possuem planos que visam a mobilidade sustentável, porém não há um programa geral comum a todas.

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) está entre as maiores universidades do Brasil e reafirma seu compromisso com a sustentabilidade. Apesar disso, o maior campus da UFPE, o campus Recife, enfrenta problemas como o baixo percentual de viagens por modos não motorizados, o elevado índice de uso de carros particulares com baixa taxa de ocupação e o uso indiscriminado do estacionamento interno da universidade. Diante disso, a questão central deste artigo é: quais são os principais obstáculos, motivações e as alternativas possíveis para promover a mobilidade sustentável no campus Recife da UFPE?

Este trabalho propõe-se a entender o perfil da mobilidade no campus Recife da UFPE e o que tem sido feito pela administração do CAV em relação à sustentabilidade nos deslocamentos diários. Além disso, pretende-se analisar, com base em revisão bibliográfica, estratégias de gerenciamento da mobilidade aplicadas a campi universitários e, a partir dessa análise, identificar ações que poderiam contribuir para a melhoria dos deslocamentos da população do campus Recife.

## **2. GERENCIAMENTO DA MOBILIDADE EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS**

A ideia de incentivar modos de transporte mais sustentáveis não é nova. No início dos anos 2000, um estudo da Comissão Europeia (2000) afirmava que o uso exagerado do carro tem consequências sociais, econômicas e ambientais negativas, uma vez que, contribui para um desperdício do espaço urbano, consome muitos recursos e gera poluição. No entanto, Banister (2008) constata a dificuldade em reduzir a dependência do automóvel e melhorar a atratividade de modos como caminhada, bicicleta e transporte público. Nesse sentido, o conceito de mobilidade urbana sustentável estabelece como fatores fundamentais o estudo da complexidade das cidades e o fortalecimento das conexões entre transporte e uso do solo.

Gestão da Demanda de Transporte (*Transport Demand Management – TOD*) e Gestão da Mobilidade (*Mobility Management – MM*) são as formas mais comuns de abordagem dos problemas de mobilidade urbana. Segundo Ali (2015), o conceito de TOD, muito utilizado nos EUA na década de 1970, defende a implementação de políticas e estratégias para a redução da demanda de viagens, especialmente as viagens de transporte individual. Já o conceito de MM, surgiu na década de 1990, na Europa. Essa abordagem visa reduzir o número e a extensão das viagens de automóvel, sem impor a proibição do seu uso, mas incentivando a população à mudança de comportamento para a escolha de modos mais sustentáveis (PARRA, 2006).

Em suma, o gerenciamento da mobilidade deve incluir processos de planejamento e organização do sistema de transportes, que supram as necessidades de mobilidade e acessibilidade e que permitam a convivência dos diversos modos de transporte. Para Ferreira e Silva (2012), as IES têm a responsabilidade de liderar modelos de educação que privilegiem a sustentabilidade, pois ali se formam futuros profissionais e decisores com um papel ativo perante a sociedade e as gerações futuras. As subseções a seguir apresentam programas de gerenciamento da mobilidade em campi universitários na Europa e nos Estados Unidos e algumas experiências em Universidades brasileiras.

## **2.1 Estados Unidos - CTM**

A “Gestão de Transportes do Campus” (*Campus Transport Management - CTM*) surgiu na *University of California* (San Diego, EUA), em 1969. O programa conta com a participação de 72 instituições e tem como objetivo melhorar as opções de transporte e reduzir o número de viagens para a universidade. O *Victoria Transport Police Institute - VTPI* (2015), sugere algumas medidas que podem ser implementadas em campi

universitários para atenuar os problemas de mobilidade, das quais pode-se destacar: (i) descontos nas tarifas do transporte público; (ii) sistema de caronas; (iii) gerenciamento de estacionamentos; (iv) melhorias na infraestrutura para pedestres e ciclistas; (v) programas de horários alternativos de trabalho ou teletrabalho; e (vi) marketing e campanhas de incentivo aos modos mais sustentáveis.

Entre as estratégias do CTM, o UPASS (*Unlimited Access Programs*) é uma das mais adotadas e consiste em um programa de acesso ilimitado ao transporte público. Essa medida contribui para a redução da demanda por estacionamento nos campi e melhora as condições de acesso, reduzindo os custos de frequentar a universidade. Além disso, o UPASS favorece as empresas de transporte público à medida que aumenta o número de passageiros em cada viagem e reduz o custo operacional por passageiro transportado. O número de estudantes usuários do transporte público cresceu entre 71% e 200% no primeiro ano do programa e, entre 2% e 10% nos anos seguintes (BROWN *et al*, 2001).

## **2.2 Europa - MOST**

As "Estratégias de Gestão da Mobilidade para as Próximas Décadas" (*Mobility Management Strategies for the Next Decades - MOST*) operou na Europa entre os anos 2000 e 2002. Esse projeto aborda seis grupos de atividades: instituições de ensino; turismo; instituições de saúde; desenvolvimento local (construção/reestruturação de locais como áreas de lazer ou de negócios); eventos especiais e; centros de mobilidade e consultoria. (STEIN, 2013). As instituições de ensino participantes do projeto foram escolas em Limburg (Bélgica) e Survey (Reino Unido) e a Universidade Politécnica da Catalunha (UPC), na Espanha. O objetivo comum, independente das características de cada CAV, era estimular os modos de transporte mais sustentáveis para melhorar as atividades e a segurança de tráfego nesses estabelecimentos.

Na UPC, foram realizadas campanhas de educação ambiental e conscientização e marketing sobre mobilidade; entrevistas sobre necessidades de deslocamento dos usuários; criação de um sistema de caronas e aumento da oferta de transportes sustentáveis; e contratação de um Coordenador de Mobilidade. Além disso, um "planejador de viagens" foi disponibilizado no website da UPC, como forma de incentivar o uso de transporte público, bicicleta e carros compartilhados (MOST, 2003).

Na bibliografia consultada são encontradas muitas experiências de MM em campi universitários na Europa, além da demonstrada no programa MOST. Entre as medidas adotadas destacam-se: (i) sistemas de promoção de viagens em automóvel compartilhado; (ii) incentivo aos modos sustentáveis; (iii) alteração dos horários de trabalho; (iv) promoção do transporte público; (v) implementação de sistemas de bicicletas públicas; (vi) promoção do teletrabalho e *e-learning*; (vii) gestão do estacionamento e (viii) adequação de soluções de *traffic calming* (PARRA, 2006; CASTRO, 2006; FERREIRA e SILVA, 2012; PIRES, 2013; STEIN, 2013).

### 2.3 Experiência brasileira

Muitos estudos abordam a mobilidade em campi no Brasil, analisando possíveis estratégias, como Parra (2006), Stein (2013), Pires (2013) e Ferreira e Sanches (2013). Se sobressaem na bibliografia pesquisada as experiências da Universidade de Brasília (UnB), Universidade de São Paulo (USP) e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), que serão detalhadas a seguir.

- Universidade de Brasília - UnB

O “Plano de Circulação do Campus Darcy Ribeiro” se baseia nos fundamentos de *Traffic Calming*, um conjunto de medidas físicas e de regulamentação para tornar o trânsito mais seguro e menos agressivo ao meio ambiente. Nesse contexto, o Programa Carona Solidária UnB, em 2015 apoiou alunos do Departamento de Ciência da Computação para o desenvolvimento de um aplicativo para smartphones que facilita o encontro entre quem precisa e quem oferece transporte. Em relação ao ciclismo, desde 2007, a UnB conta com o Bicicleta Livre, projeto de extensão cujo objetivo é incentivar o uso da bicicleta como meio de transporte. Para isso, foi implementado um sistema de bicicletas comunitárias no campus. Em 2010, foi iniciada a obra para construção e revitalização das calçadas. Para os usuários do transporte público, o Passe Livre Estudantil do DFTRANS (autarquia de Transporte Urbano do Distrito Federal) garante o acesso gratuito de estudantes ao sistema de transporte público (UnB, 2016).

- Universidade de São Paulo – USP

O Campus USP da cidade de São Paulo (PUSP-C) desenvolveu o “Programa Campus Sustentável USP”, que pretende instituir ações de gestão estratégica para a sustentabilidade em diversas áreas de atuação. Em relação a mobilidade, podem-se destacar ações como a pintura de faixa exclusiva de ônibus, inaugurada em 2015. Junto com a faixa exclusiva, foi inaugurado o primeiro trecho da ciclovia no campus, que

quando estiver completa deverá totalizar 8 km. O programa Pedalusp incentiva a utilização de bicicletas, através do empréstimo destes veículos, que são disponibilizados em uma estação do metrô e no interior do campus. O BUSP, cartão que permite que os alunos e funcionários da USP utilizem gratuitamente os ônibus circulares que ligam o campus ao metrô, também está em funcionamento, beneficiando em média 50,4 mil passageiros por dia (USP, 2016).

- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio

No encontro denominado "Colóquio Global de Reitores de Universidades", convocado pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2007, a PUC-Rio assumiu o compromisso de se tornar uma universidade sustentável. Atualmente, a universidade possui bicicletário gratuito, táxis localizados próximos à entrada principal do campus e uma linha de ônibus com integração direta com o metrô. O website da PUC-Rio disponibiliza informações sobre as linhas de transporte público que passam perto do campus, as principais vias próximas onde os veículos trafegam, e informações sobre pontos de estacionamento rotativo para alunos e visitantes, pontos de carona e taxi, e estacionamento para motocicletas e bicicletas. Acrescenta-se que o website possui um mapa virtual onde é possível buscar informações sobre as linhas de ônibus, ruas e ciclovias existentes no campus (PUC-Rio, 2016).

### **3 A UFPE**

A Universidade Federal de Pernambuco conta com três campi localizados nas cidades de Recife, Vitória de Santo Antão e Caruaru. O Campus Joaquim Amazonas, campus Recife, está localizado em uma área de 149 hectares na zona oeste da cidade do Recife, onde existem 99 cursos de graduação presenciais e 128 cursos de pós-graduação *stricto sensu*. A infraestrutura é formada por mais de 40 prédios, entre eles a Reitoria, nove Centros Acadêmicos, oito Órgãos Suplementares, Centro de Convenções, Concha Acústica, Clube Universitário, Creche, Casas dos Estudantes Masculina e Feminina e o Restaurante Universitário (UFPE, 2014). Segundo Meira *et al* (2014), a população do Campus Recife é de 34.922 pessoas, entre docentes, técnicos, estudantes de graduação e estudantes de pós-graduação.

Em 1990, a Declaração Talloires (*The Talloires Declaration*) formalizou o empenho de líderes universitários para o desenvolvimento sustentável. Atualmente, 499 universidades participam, sendo 52 instituições brasileiras, entre as quais, a UFPE. Esse documento consiste em um plano de ação com dez aspectos para incorporação da

sustentabilidade ambiental no ensino, pesquisa, extensão e operação em faculdades e universidades (ULSF, 2016).

No ranking geral do *Green Metric University Sustainability Ranking*, a UFPE aparece na posição 391 com 2.308 pontos, representando a oitava melhor colocação entre as universidades brasileiras. No quesito transporte, a UFPE ficou na posição 312 com 376 pontos, terceira melhor entre as universidades brasileiras. Esse ranking, organizado pela Universidade da Indonésia, avalia indicadores de sustentabilidade em 407 campi universitários. Considerando o tamanho da universidade e seu perfil de zoneamento (se urbana, suburbana ou rural), são avaliados consumo de energia, transporte, uso da água, gestão de resíduos, ambiente e infraestrutura, energia e alterações climáticas, e educação. A categoria transporte avalia o número de veículos próprios da universidade e de carros que entram diariamente, o número de bicicletas no campus, a política de transporte usada para reduzir o número de veículos motorizados, a política de transporte usada para reduzir a área de estacionamento no campus, os ônibus e as políticas para pedestres e ciclistas dentro do campus (GREEN METRIC, 2016).

### **3.1 Padrões de mobilidade na UFPE**

Entrevistas realizadas no segundo semestre de 2013 com frequentadores do campus Recife com em um dia típico viabilizaram duas pesquisas sobre os padrões de mobilidade na UFPE. Meira *et al* (2014) apontam que aproximadamente 58,60% dos entrevistados são usuários do transporte público, 30,60% usam automóvel particular e a soma dos modos a pé e bicicleta representam a escolha de 6,90% das pessoas entrevistadas, o restante se distribui entre motocicleta, táxi e transporte fretado.

O trabalho de Monteiro *et al* (2015) analisou os padrões de deslocamento dos estudantes para o Campus Recife. Esse trabalho revela que 26,30% dos estudantes usam o automóvel nos deslocamentos diários para a universidade com uma média geral de ocupação de 1,57 pessoas por veículo. Os estudantes que usam o carro particular estacionam na própria universidade (86% dos usuários), onde permanecem por, em média, 6h30min. Com isso, esses estudantes geram aproximadamente 15 mil viagens de automóvel por dia e utilizam mais de 6 mil vagas de estacionamento. A pesquisa apontou também que os picos horários das viagens para o campus coincidem com o pico de tráfego do sistema viário da cidade. A maioria dos alunos chega a Universidade entre 7:00 e 9:00 horas (43,4% das viagens). Já 47,8% das viagens de saída ocorrem predominantemente entre 16:00 e 19:00 horas, gerando um pico mais

distribuído que o da manhã, porém se intensificando com a existência de viagens de chegada dos alunos do turno noturno neste período.

### **3.2 Planejamento**

Para elaboração do Plano Estratégico Institucional da Universidade Federal de Pernambuco 2013-2027 (PEI/UFPE) foi feito o diagnóstico da instituição através da matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*), ou seja, a ilustração dos seus pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças. Em relação à mobilidade sustentável, as fraquezas listadas na matriz foram: ausência de uma política de sustentabilidade; a acessibilidade nos campi; a qualidade e manutenção dos espaços físicos. Já entre as ameaças destacam-se a falta de autonomia da instituição e a infraestrutura urbana, como mobilidade, segurança e habitabilidade. A partir do diagnóstico foram definidos objetivos estratégicos para a UFPE, entre os quais ressalta-se a promoção de uma política de sustentabilidade, o que inclui estimular o comprometimento das pessoas com a sustentabilidade (UFPE, 2013).

O Plano de Desenvolvimento Institucional da Universidade Federal de Pernambuco 2014-2018 (PDI/UFPE) indica que a UFPE visará ampliar e difundir iniciativas e programas que assegurem os princípios da sustentabilidade, bem como aplicando esse conceito na sua gestão administrativa (UFPE, 2015). No entanto, não estão previstas ações especificamente voltadas para solucionar os problemas de mobilidade enfrentados pela instituição.

Embora a universidade não tenha desenvolvido um plano para a mobilidade e circulação nos campi, algumas medidas para melhoria na infraestrutura para pedestres e ciclistas foram implementadas no campus Recife. O projeto de requalificação das calçadas internas ao campus conta com passeios largos, travessia em nível, piso regular e local reservado para lixeiras, placas de sinalização e serviços de posteamo. Tudo isso agregado a ciclovias. As novas calçadas foram concebidas com atenção à NBR 9050, norma que regulamenta as questões de acessibilidade no Brasil (UFPE, 2016a).

O Campus Recife conta, ainda, com três estações de bicicletas de uso compartilhado, que funcionam todos os dias, das 6h às 22h. A universidade oferece, também, o serviço gratuito de ônibus circular no campus Recife, que funciona de segunda à sexta, das 7h30 às 22h05, com viagens cada 30 minutos. Adicionalmente, o website da UFPE disponibiliza informações sobre as estações de bicicletas compartilhadas, as linhas de



transporte público que passam perto ou dentro do campus e sobre o ônibus circular do campus de Recife (UFPE, 2016b).

#### 4 RESULTADOS

Os objetivos básicos da mobilidade urbana sustentável são a redução do número de viagens por automóvel particular e o incentivo a modos mais sustentáveis, como bicicleta, caminhada e transporte coletivo. O Campus Recife é um dos principais CAVs da Região Metropolitana do Recife (RMR), visto que cerca de 35 mil pessoas frequentam diariamente o campus. Retomando o que Parra (2006) afirmou, cabe à universidade desempenhar um papel de liderança nas discussões sobre mobilidade sustentável. Para isso é essencial que haja planejamento e organização, visando suprir as demandas de mobilidade e acessibilidade no campus.

Estados Unidos e Europa têm programas específicos para o gerenciamento da mobilidade em campi universitários, CTM e MOST, respectivamente. Os projetos demonstraram resultados positivos e apresentam medidas semelhantes, como: (i) promoção do transporte público, oferecendo descontos nas tarifas; (ii) adoção de sistemas de caronas; (iii) gestão do estacionamento; (iv) melhorias na infraestrutura para pedestres e ciclistas; (v) programas de horários alternativos e promoção de teletrabalho e *e-learning*; e (vi) campanhas de incentivo aos modos sustentáveis. No Brasil, entre as IESs que adotaram medidas de gerenciamento, destacam-se UnB, USP e PUC-Rio. Essas universidades possuem planos com diretrizes, estratégias e ações para promover a mobilidade sustentável em seus campi. Algumas medidas são semelhantes como: (i) promoção do transporte público, por meio investimento em infraestrutura e descontos nas tarifas; e (ii) melhorias na infraestrutura para pedestres e ciclistas. Além dessas medidas, a UnB e a PUC-Rio tem programas de incentivo a carona solidária.

Em comparação com programas internacionais, a estratégia das universidades brasileiras tem sido mais restrita à melhoria da infraestrutura para pedestres e ciclistas. Embora a UFPE não tenha desenvolvido um plano para a mobilidade e circulação nos campi, algumas medidas semelhantes funcionam no campus Recife, como: construção de calçadas e ciclovias; estações de bicicletas de uso compartilhado; serviço gratuito de ônibus circular; e divulgação de informações de mobilidade para o campus no website da instituição (UFPE, 2016b). Apesar dessas ações, os trabalhos de Meira *et al* (2014) e Monteiro *et al* (2015) apontam problemas como: (i) os picos horários das

viagens para o campus coincidem com o pico de tráfego do sistema viário da cidade; (ii) o baixo percentual de viagens nos modos não-motorizados; (iii) o elevado índice de uso dos automóveis particulares combinado à baixa taxa de ocupação dos mesmos e (iv) o uso indiscriminado do estacionamento interno da universidade.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conseguir uma mobilidade mais sustentável tende a ser um processo lento, pois as estratégias de gerenciamento se baseiam na mudança de comportamento. A bibliografia pesquisada indica que para obter resultados satisfatórios é necessário ter um plano estratégico claro, que determine ações e medidas a serem implementadas visando alcançar uma mobilidade sustentável. A melhoria da infraestrutura nos campi universitários é um passo importante, porém essa melhoria deve ser expandida para além do campus para que a pretensão de ampliar o número de viagens usando modos sustentáveis seja possível. Assim é imprescindível a parceria entre Universidade, Prefeitura e Governo do Estado.

No caso do Campus Recife da UFPE, nota-se a necessidade de melhorias em relação às estratégias de gerenciamento da mobilidade. A análise dos PEI/UFPE e PDI/UFPE demonstra que não há referência a estratégias voltadas para a mobilidade. Recomenda-se, então, que seja desenvolvido um planejamento específico voltado para a mobilidade, onde sejam previstas campanhas de educação e incentivo aos modos mais sustentáveis visando a redução do percentual de usuários de automóvel particular. A melhoria na infraestrutura favorece a atratividade e conveniência dos modos sustentáveis. Outro ponto importante são ações que encorajem as caronas, como campanhas de marketing e divulgação de aplicativos para smartphone e instalação de pontos de carona. Como solução para o problema dos horários de pico coincidentes, sugere-se que seja pensada uma política de horários alternativos para a universidade.

Esse conjunto de ações poderia contribuir de forma significativa para a redução da quantidade de viagens para o campus usando automóveis particulares e, assim, colaborar para a melhoria do trânsito na cidade. Em relação aos transportes públicos, cabe ao órgão gestor metropolitano, priorizar a UFPE, como grande polo gerador que é. Algumas medidas para alcançar maior atratividade para o sistema de transporte público seriam a priorização do modo por meio de faixas exclusivas e linhas diretas,

visando reduzir o tempo de viagem. O objetivo dessas ações seria produzir uma migração dos usuários do automóvel particular para este modo e, conseqüentemente, diminuir no número de veículos no entorno da UFPE, melhorando a fluidez do tráfego na área.

Aponta-se, como recomendações para trabalhos futuros, um estudo mais aprofundado sobre as medidas de gerenciamento de mobilidade aqui propostas, com pesquisa de opinião e análise das dificuldades e benefícios para implantação das mesmas.

### REFERÊNCIAS PRINCIPAIS

- ALI, I. A. (2015) *Transport Demand Management*. Management and Transport studies, Nottingham Trent University. Disponível em: <<http://nottinghamtrent.academia.edu/IsseAbdiAli>>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- BANISTER, D. (2008) *The Sustainable Mobility Paradigm*. Transport Policy, v. 15. p. 73-80.
- BROWN, J.; D.B. HESS; e D. SHOUP (2001) *Unlimited Access*. Transportation, v. 28. p. 233-267. Disponível em <<http://shoup.bol.ucla.edu/UnlimitedAccessUCLA.pdf>> Acesso em: 11 jul. 2016
- CASTRO, M. A. G. (2006) *Uma Contribuição Metodológica para a Definição de uma Política Integrada dos Transportes no Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- COMISSÃO EUROPEIA (2000) *Cidades para bicicletas, Cidades de Futuro*. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- FERREIRA, D. I. R.; e J. P. C. SILVA (2012) *Contributos da gestão da Mobilidade na Mudança de Mentalidades: O Caso do Instituto Politécnico de Leiria*. Revista Transportes, v. 20, n.3. p. 18-27.
- FERREIRA, M. A. G.; S. P. SANCHES (2013). *Mobilidade Ciclovária em Campus Universitário*. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Transporte e Transito. p. 1-9.
- GREEN METRIC. Green Metric University Sustainability Ranking. Disponível em: <<http://greenmetric.ui.ac.id/>>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- MEIRA, L. H.; M. L. A. MAIA; A. BRASILEIRO; e M. O. ANDRADE (2014). *A Influência da Qualidade do Transporte Público na Rotina Acadêmica: O Caso da Universidade Federal De Pernambuco*. Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. p. 1-12.
- MONTEIRO, M. M.; E. M. SANTOS; L. H. MEIRA (2015). *Caracterização dos Padrões de Viagens dos Estudantes para o Campus Recife da UFPE*. Anais do XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. p. 2189-2200.
- MOST (2003) *Final Report D9 - Management Committee*. Disponível em: <[http://www.transport-research.info/sites/default/files/project/documents/20081002\\_160428\\_7564\\_Most%20Final%20Report.pdf](http://www.transport-research.info/sites/default/files/project/documents/20081002_160428_7564_Most%20Final%20Report.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2016.
- PARRA, M. C. (2006) *Gerenciamento da Mobilidade em Campus Universitários: Problemas, Dificuldades e Possíveis Soluções no Caso da Ilha do Fundão - UFRJ*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PIRES, L. S. P. (2013) *Mobilidade Sustentável em Campi Universitários: Um Estudo de Caso a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Campus Seropédica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PUC-Rio (2016). *Sobre a PUC-Rio*. Disponível em: <<http://www.puc-rio.br/sobrepuc/campus/acessos/estacio.html>>. Acesso em 14 jul. 2016.

REDE PGV. (2016) *O que é um PGV*. Rede Íbero-americana de Estudos em Polos Geradores de Viagens. Disponível em <<http://redpgv.coppe.ufrj.br>> Acesso em: 09 jun. 2016.

STEIN, P. P. (2013) *Barreiras, Motivações e Estratégias para mobilidade Sustentável no campus São Carlos da USP*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos.

UFPE (2014). *A Instituição*. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/ufpenova/index.php?option=com\\_content&view=article&id=99&Itemid=178](https://www.ufpe.br/ufpenova/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=178)> Acesso em: 19 jul. 2016.

UFPE (2013). *Plano Estratégico Institucional UFPE 2013-2027*. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/proplan/index.php?option=com\\_content&view=article&id=173&Itemid=205](https://www.ufpe.br/proplan/index.php?option=com_content&view=article&id=173&Itemid=205)> Acesso em: 11 jul. 2016.

UFPE (2015). *Plano de Desenvolvimento Institucional UFPE 2014-2018*. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/proplan/index.php?option=com\\_content&view=article&id=173&Itemid=205](https://www.ufpe.br/proplan/index.php?option=com_content&view=article&id=173&Itemid=205)> Acesso em: 11 jul. 2016.

UFPE (2016a). *Projeto “Calçadas da UFPE” revitaliza passeios do campus*. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/agencia/index.php?option=com\\_content&view=article&id=48024:projeto](https://www.ufpe.br/agencia/index.php?option=com_content&view=article&id=48024:projeto)> Acesso em: 15 jul. 2016.

UFPE (2016b). *Portal do Estudante – Mobilidade Urbana*. Disponível em: <<http://estudante.ufpe.br/mobilidade-urbana/>> Acesso em: 15 jul. 2016.

ULSF - University Leaders For A Sustainable Future (2016) *Talloires Declaration*. Disponível em: <[http://www.ulsf.org/programs\\_talloires.html](http://www.ulsf.org/programs_talloires.html)>. Acesso em: 10 jun. 2016.

UnB (2016). Notícias da Universidade de Brasília. Disponível em: < <http://www.unb.br/noticias/>>. Acesso em 14 jul. 2016.

USP (2016). *Prefeitura do campus da capital da Universidade de São Paulo*. Disponível em: <<http://www.puspc.usp.br/>>. Acesso em 14 jul. 2016.

VTPI (2015) *Campus Transport Management: Trip Reduction Programs on College, University and Research Campuses*. Disponível em <<http://www.vtpi.org/tdm/tdm5.htm>> Acesso em: 10 jun. 2016



## ECONOMÍA Y FINANCIAMIENTO

# **ANÁLISE ECONÔMICA DO POTENCIAL DE REDUÇÃO DE ACIDENTES EM RODOVIAS RURAIS MULTIFAIXAS DE PERNAMBUCO**

**Artur Ívano do Nascimento Moura<sup>1</sup>**

artur.ivano.01@gmail.com

**Álamo DiTarso Sousa Pessoa<sup>1</sup>**

**Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani<sup>1</sup>**

**Rodrigo Aguiar dos Santos<sup>1</sup>**

**Márcia Rejane Oliveira Barros Carvalho Macedo**

Universidade de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

**Jessica Helena de Lima**

Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil

## **RESUMO**

O alto índice de acidentes de trânsito nas vias públicas brasileiras evidencia a necessidade de estratégias que os reduzam e a infraestrutura oferecida nas vias tem grande influência no risco de ocorrência de um acidente. Objetivou-se neste artigo analisar economicamente o potencial de redução de acidentes relacionado a mudanças propostas para um trecho rural hipotético por meio da aplicação do Modelo de Previsão de Acidentes básico do *Highway Safety Manual*, AASHTO (2010), para rodovias rurais multifaixas. O fator de calibração utilizado nos cálculos foi obtido por Santos (2017) para trecho do Lote 08 da obra de duplicação da BR-101 em Pernambuco. Coletaram-se dados como os Volumes Médios Diários Anuais (VMDAs) e o comprimento do segmento que vai do quilômetro 116,16 ao 120,08 do Lote 07 da obra de duplicação da BR 101 em Pernambuco, para que fosse possível a aplicação do método ao segmento hipotético. As características foram modificadas isoladamente para que não houvesse interferência, de uma melhoria incremental sobre a outra, na variação da frequência média prevista. Sugere-se para o trecho hipotético de 3,92km uma largura de faixa em torno de 3,65m, uma largura de acostamento em torno de 1,22m e um canteiro central em torno de 6,10m e condições de existência de iluminação e controle de velocidade. Estima-se para este conjunto de condições, com relação à condição inicial, uma economia anual de aproximadamente R\$ 1.073.382,36 com relação a custos de acidentes.

## 1. INTRODUÇÃO

O alto índice de acidentes de trânsito nas vias públicas brasileiras evidencia a necessidade de estratégias que os reduzam. Estatísticas do Observatório Nacional de Segurança Viária (2015, 2017) mostram que, de 2005 a 2012, o número de mortes no trânsito passou de 35.994 para 38.651, atingindo um pico de 44.812 mortes no ano de 2012.

A infraestrutura oferecida nas vias tem grande influência no risco de ocorrência de um acidente, dessa forma vias mal projetadas e/ou em mau estado de manutenção aumentam esse risco afetando a segurança dos usuários e podendo, muitos destes, sofrer lesões ou até perder a própria vida. Quando associadas aos fatores humanos que são descritos por Diniz et al. (2003) como estando “relacionados aos desvios de comportamento do homem, como, por exemplo, alcoolismo no trânsito, estresse, desatenção, entre outros” elevam ainda mais o risco de ocorrência de acidentes, tornando a via um local inseguro.

Nesse contexto, os modelos de previsão de acidentes são ferramentas que possibilitam a simulação de cenários futuros para uma determinada via ou trecho, auxiliando nas abordagens relacionadas à segurança viária daquele local. Segundo Cunto et al. (2012) um dos estudos pioneiros de modelagem de previsão de acidentes realizado no Brasil foi feito por Cardoso (2006) a partir de segmentos de vias arteriais urbanas de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Objetivou-se neste artigo analisar economicamente o potencial de redução de acidentes relacionado a mudanças propostas para um trecho rural hipotético por meio da aplicação do Modelo de Previsão de Acidentes básico do *Highway Safety Manual (HSM)*, desenvolvido pela AASHTO (2010) para rodovias rurais multifaixas calibrado para as condições de rodovias rurais de Pernambuco. Para isto, adotaram-se os VMDAs e comprimento do segmento que vai do quilômetro 116,16 ao 120,08 do Lote 07 da obra de duplicação da BR 101, em Pernambuco, cuja escolha se deu por se tratar de um ponto crítico de acidentes de acordo com banco de dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF).

## 2. ESTIMATIVA DO CUSTO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO EM RODOVIAS

Os impactos sociais são, sem dúvida, os mais significativos tanto para os usuários quanto para seus familiares e sociedade, por representarem perdas significativas: da capacidade produtiva e, principalmente, de vidas humanas. Por outro lado, os impactos econômicos representam, para os cofres públicos, gastos anuais bilionários que poderiam ser utilizados, inclusive, na prevenção de acidentes.

Na Tabela 1, com dados do Observatório Nacional de Segurança Viária (2017) e do OECD/ITF (2016), observa-se que a taxa de mortalidade brasileira representa aproximadamente mais que o dobro da taxa americana, que é a segunda maior entre os países analisados.

**Tabela 1: Comparação do número de mortes no trânsito para diversos países em 2014.**

País	População	Número de mortes	Taxa de mortes por cem mil habitantes
Estados Unidos	318.563.456	32.675	10,3
Brasil	204.213.133	43.780	21,4
Alemanha	80.982.500	3.377	4,2
França	66.331.957	3.384	5,1

Fonte: Autor.

### 2.1 Brasil

A estimativa dos custos de acidentes de trânsito no Brasil, divulgada em nota técnica pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA (2015), baseia-se em dados de acidentes da Polícia Rodoviária Federal (PRF), tendo 2014 como ano-base, e atualização monetária dos custos unitários utilizados nas pesquisas originais, divulgadas no ano de 2006. No estudo, a estimativa dos custos totais de acidentes em rodovias federais brasileiras é feita tomando-se como base os valores médios atualizados dos componentes de custo dos acidentes que segundo IPEA (2015) "são fatores aditivos



de custos associados às vítimas, aos veículos envolvidos nos acidentes, à via/ambiente e custos institucionais”.

Para obtenção dos custos médios, nas pesquisas originais, o IPEA (2006) realizou “pesquisas de mercado com as prestadoras de serviço para obtenção de preços praticados e de outras informações adicionais necessárias à composição dos custos” e utilizou dados de acidentes ocorridos entre o segundo semestre de 2004 e o primeiro semestre de 2005, disponibilizados por fontes como a PRF, as polícias estaduais, o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e o Ministério da Saúde.

Segundo o IPEA (2015), o custo total de cada acidente é feito por meio da soma de cada componente de custo calculado. A Tabela 2 com o resumo dos componentes de custo está apresentada a seguir, bem como a Tabela 3 com os custos totais e médios por tipo de acidente para o ano de 2014:

**Tabela 2: Componentes de custo utilizados para estimativa de custos de acidentes.**

Custos associados às pessoas	Custos associados aos veículos	Custos institucionais e danos patrimoniais
Pré-hospitalares	Remoção/pátio	Custos institucionais e danos patrimoniais
Hospitalares	Danos materiais	
Pós-hospitalares	Perda de carga	
Perda de produção		
Remoção		

Fonte: IPEA (2015).

**Tabela 3: Custo total e médio por gravidade de acidente.**

Gravidade do acidente	Quantidade de acidentes	Custo total (R\$ de dez/2014)	Custo médio (R\$ de dez/2014)
Com fatalidade	6.743	4.482.891.117	664.821,46

Com vítimas	62.346	6.031.838.004	96.747,79
Sem vítimas	98.158	2.306.592.728	23.498,77
Total	167.247	12.821.321.848	261.689

Fonte: IPEA (2015).

### 3. MODELO DE PREVISÃO DE ACIDENTES

O *Highway Safety Manual* (AASHTO, 2010) é um manual desenvolvido pela Associação Americana de Rodovias em que estão apresentadas metodologias utilizadas na previsão da frequência média de acidentes para segmentos e interseções de estradas. Em seu capítulo 11 está descrito um modelo de previsão de acidentes que trata, especificamente, de segmentos e interseções de rodovias rurais multifaixas (três e quatro faixas) para um determinado período de tempo. A previsão é realizada por meio da utilização de três elementos básicos, que segundo AASHTO (2010) são: Funções de Desempenho de Segurança (SPFs), Fatores de Modificação de Acidentes (AMFs) e Fator de Calibração (Cx).

O método fornece Funções de Desempenho de Segurança (SPFs) para previsão da frequência de acidentes nas condições base num determinado ano. Para segmentos rurais multifaixas divididos por canteiro central, a frequência de acidentes (considerando todas as gravidades) é dada pela Equação 1:

$$N_{spf\ rd} = \exp(-9,025 + 1,049 \cdot \ln(VMDA) + \ln(L)) \quad (1)$$

Em que:  $N_{spf\ rd}$ : previsão de frequência média de acidentes para as condições de base para um segmento individual [acidentes/ano];

VMDA: Volume de tráfego diário médio anual [veículos/dia];

L: comprimento do trecho em questão [milhas];

A obtenção da frequência estimada para um determinado conjunto de condições da via e o cálculo do Fator de Calibração (Cx) se baseiam, respectivamente, nas equações 2 e 3, que foram propostas por AASHTO (2010), a dizer:

$$N_{prev} = N_{spfx} * (AMF_{1x} * AMF_{2x} * \dots * AMF_{ix}) * C_x \quad (2)$$

Em que:  $N_{prev}$ : frequência média de acidentes prevista para um determinado ano e local de um tipo  $x$  [veículos/ano];

$N_{spfx}$ : frequência média de acidentes prevista para a condição base em um determinado ano e local de um tipo  $x$  [veículos/ano];

$AMF_x$ : fatores de modificação para a condição  $i$  no local de um tipo  $x$ ;

$C_x$ : fator de calibração às condições regionais para local de um tipo  $x$ ;

$$C_x = N_{real} / N_{prev} \quad (3)$$

Em que:  $C_x$  = Fator de calibração para as condições em uma determinada seção  $x$ ;

$N_{real}$  = Número de acidentes ocorridos para uma determinada seção  $x$ ;

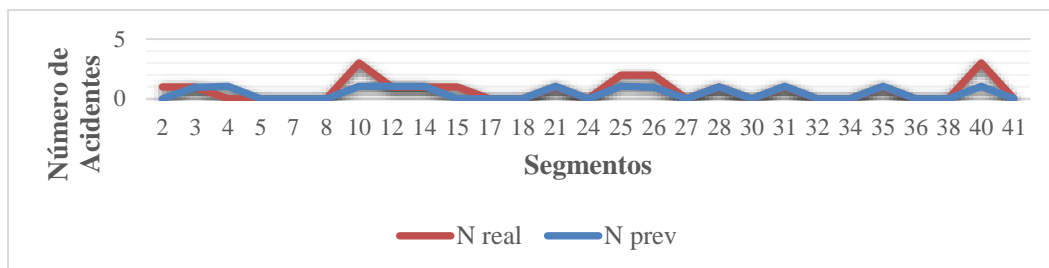
$N_{prev}$  = Frequência Anual de acidentes previstos para uma determinada seção  $x$ ;

Os Fatores de Modificação de Acidentes (AMFs) para segmentos de rodovias rurais multifaixas divididos se aplicam às seguintes características da via: largura da faixa (ft), largura do acostamento externo (ft), largura do canteiro central (ft), presença de iluminação e presença de controle automático de velocidade.

### 3.1 Fator de Calibração

O fator de calibração utilizado nos cálculos foi obtido no trabalho de dissertação de Santos (2017) para trecho rural do Lote 08 da obra de duplicação da BR-101 em Pernambuco. O trecho foi dividido em 42 segmentos homogêneos, numerados de 1 a 42, dos quais 15 não foram considerados no cálculo por se tratarem de segmentos com retorno e/ou interseção, em ponte ou em travessia urbana. A Figura 1 apresenta comparação entre o número real e o total (considerando os dados registrados nos anos de 2013 a 2015) previsto de acidentes sem calibração.

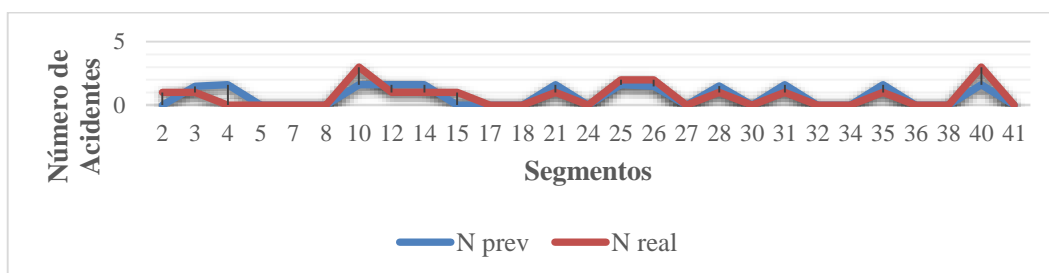
**Figura 7: Comparação entre o número real e a previsão de acidentes sem calibração.**



Fonte: Santos (2017).

Na comparação entre a frequência real, de 19 acidentes por ano, e a frequência prevista, de 12 acidentes por ano, obteve-se um fator de calibração de 1,53. Em seguida, após a calibração, ambas as frequências, real e prevista, resultaram em 19 acidentes por ano. Percebe-se dessa forma que o método é aplicável a rodovias rurais multifaixas desta região do estado de Pernambuco, desde que devidamente calibrado. A Figura 2 mostra a comparação entre o número real e o previsto de acidentes após a calibração.

**Figura 8: Comparação entre o número real e o previsto de acidentes após a calibração.**



Fonte: Santos (2017).

#### 4. METODOLOGIA

A metodologia teve início por meio de uma revisão bibliográfica em publicações nacionais e internacionais. Coletaram-se dados como os VMDAs e o comprimento do segmento que vai do quilômetro 116,16 ao 120,08 do Lote 07 da obra de duplicação da BR 101 em Pernambuco, por meio dos projetos executivos (JBR, 2004; TORC et al., 2015), para que fosse possível a aplicação do método a um segmento hipotético - mas que pudesse servir de modelo para outros segmentos das rodovias rurais de Pernambuco.

O segmento hipotético segue as mesmas características do segmento do Lote 07 que é rural, com duas pistas independentes. Se enquadra na categoria Segmento Rural de Quatro Faixas Dividido (4D), que é aquele em que os fluxos em sentidos opostos estão separados por um canteiro central. Foi, inicialmente, considerado com as condições mais desfavoráveis possíveis, dentro dos limites do método. A Tabela 4 relaciona as condições de base previstas no HSM para as quais o método foi desenvolvido com as condições adotadas inicialmente, com o segmento hipotético.

**Tabela 4: Comparação entre as condições de base e as condições iniciais hipotéticas.**

Características	Condições de base	Condições iniciais hipotéticas
Largura de faixa	3,66m (12ft)	2,75m (9ft)
Largura do acostamento do lado direito	2,44m (8ft)	0m (0ft)
Largura do canteiro central	9,15m (30ft)	3,1m (10ft)
Iluminação	Ausente	Ausente
Controle de velocidade	Ausente	Ausente

Fonte: Autor.

No estudo foram realizadas diversas previsões da frequência média de acidentes para um trecho rural hipotético por meio da aplicação do Modelo de Previsão de Acidentes básico do HSM (AASHTO, 2010) calibrado para trecho de rodovia rural multifaixa, localizado em Pernambuco, para um período de três anos de análise. Cenários foram testados, por meio de iterações, modificando-se as características isoladamente (abrangendo todo o espectro descrito no HSM) para que não houvesse interferência, de uma melhoria incremental sobre a outra, na variação da frequência média prevista, de modo a se obter o custo relacionado à redução de acidentes devido a cada melhoria.

No cálculo do custo foi feita a multiplicação do custo médio unitário pela previsão de acidentes para cada alteração em uma condição específica. O valor médio de um acidente adotado seguiu o valor obtido pelo IPEA (2015) de R\$ 261.689, conforme Tabela 3. A coluna Economia se refere à economia em relação à condição inicial.

## 5. RESULTADOS

Para o segmento hipotético adotou-se que o comprimento do trecho homogêneo é igual a 3,92 km (2,44 mi). Os VMDAs obtidos nos projetos executivos (JBR, 2004; TORC et al., 2015) foram estimados em aproximadamente 9.984, 10.279 e 10.584, em média 10.282, para o trecho em questão em veículos/dia. De tal forma, a frequência média de acidentes estimada para as condições base,  $N_{spf\ rd}$ , é de 4,743 acidentes/ano. E com a utilização dos fatores de modificação, para as condições iniciais, e do fator de calibração, a média da frequência de acidentes estimada,  $N_{prev}$ , é igual a 10,019 acidentes/ano.

### 5.1 Melhorias Incrementais

As tabelas 5 a 9 relacionam as mudanças nas características com a frequência média prevista de acidentes e os custos estimados destes para as respectivas características.

**Tabela 5: Mudanças na largura da faixa e economia anual proporcionada.**

Largura (m)	Largura (ft)	AMF	N prev (acidentes/ano)	Redução relativa no N prev (acidentes/ano)	Custo dos acidentes (R\$)	Economia (R\$)
≤ 2,71	≤ 9	1,125	10,0194284	-	2.621.974,19	-
3,05	10	1,075	9,5741205	0,45	2.505.442,01	116.532,19
3,36	11	1,015	9,0397509	0,53	2.365.603,38	256.370,81
≥ 3,65	≥ 12	1,00	8,9061586	0,13	2.330.643,73	291.330,47

Percebe-se que a maior redução, na frequência média prevista, ocorre quando a largura é alterada de 3,05m para 3,36m.

**Tabela 6: Mudanças na largura do acostamento e economia anual proporcionada.**

Largura (m)	Largura (ft)	AMF	N prev (acidentes/ano)	Redução relativa no N prev (acidentes/ano)	Custo dos acidentes (R\$)	Economia (R\$)
0	0	1,18	10,0194284	-	2.621.974,19	-
0,61	2	1,13	9,3062883	0,71	2.435.353,29	186.620,90
1,22	4	1,09	8,6428152	0,66	2.261.729,67	360.244,52
1,83	6	1,04	8,1666749	0,48	2.137.128,98	484.845,21
2,44	8 >	1,00	7,8525720	0,31	2.054.931,71	567.042,48

Observa-se que o maior impacto na redução da frequência de acidentes ocorre quando o acostamento passa de inexistente para 0,61m.

**Tabela 7: Mudanças na largura do canteiro central e economia anual proporcionada.**

Largura (m)	Largura (ft)	AMF	N prev (acidentes/ano)	Redução relativa no N prev (acidentes/ano)	Custo dos acidentes (R\$)	Economia (R\$)
3,1	10	1,04	10,0194284	-	2.621.974,19	-
6,1	20	1,02	9,8267471	0,19	2.571.551,61	50.422,58
9,14	30	1,00	9,6340658	0,19	2.521.129,03	100.845,16
12,19	40	0,99	9,5377251	0,10	2.495.917,74	126.056,45
15,24	50	0,97	9,3450438	0,19	2.445.495,16	176.479,03
18,29	60	0,96	9,2487031	0,10	2.420.283,87	201.690,32
21,34	70	0,96	9,2487031	0,00	2.420.283,87	201.690,32
24,38	80	0,95	9,1523625	0,10	2.395.072,58	226.901,61
27,43	90	0,94	9,0560218	0,10	2.369.861,29	252.112,90
30,48	100	0,94	9,0560218	0,00	2.369.861,29	252.112,90

Percebe-se que a partir da alteração da largura do canteiro central de 15,24m para 18,29m as reduções na frequência alternam entre 0,10 e nenhuma redução.

**Tabela 8: Mudanças nas condições de iluminação e economia anual proporcionada.**

Iluminação	AMF médio	N prev (acidentes/ano)	Redução relativa no N prev (acidentes/ano)	Custo dos acidentes (R\$)	Economia (R\$)
Não	1	10,019428	-	2.621.974,19	-
Sim	0,93	9,316458	0,70	2.438.014,61	183.959,59

Para iluminação, o AMF varia com a quantidade de acidentes noturnos que envolvem fatalidades/feridos bem como aqueles que envolvem apenas danos materiais num determinado ano. O AMF para Controle Automático de Velocidade varia com a quantidade de acidentes que envolvem fatalidades e feridos. No cálculo do número previsto de acidentes utilizou-se a média dos AMFs anuais em ambos os casos.

**Tabela 9: Mudanças nas condições de controle de velocidade e economia anual proporcionada.**

Controle de velocidade	AMF médio	N prev (acidentes/ano)	Redução relativa no N prev (acidentes/ano)	Custo dos acidentes (R\$)	Economia (R\$)
Não	1	10,019428	-	2.621.974,19	-
Sim	0,929	9,303215	0,72	2.434.549,14	187.425,05

## 6. REFLEXÕES FINAIS

Em face da aplicação da metodologia proposta, o trabalho avaliou as mudanças no número previsto de acidentes (incluindo todos os tipos e gravidades) para um segmento hipotético rural multifaixas dividido por canteiro central para as condições de rodovias rurais em Pernambuco. Diante das mudanças que foram simuladas, buscou-se para o segmento hipotético um conjunto de condições que levasse em consideração, de forma equilibrada, os aspectos econômicos e de segurança. Uma das possíveis soluções seria um design com uma largura de faixa em torno de 3,36m,



largura do acostamento em torno 0,61m, largura do canteiro central em torno de 15,24m e condições de existência de iluminação e controle de velocidade.

Porém, considerando o que está descrito em DNIT (1973), para a classe da rodovia da qual foram extraídos os dados necessários à aplicação do método (Classe I), percebe-se que para atender as condições mínimas de acostamento, 1,20m, e de largura de pista, 7,00m com 3,50m cada faixa, seria necessário que o design do trecho hipotético fosse alterado nessas características e no canteiro central para um valor mais usual nas rodovias brasileiras. Ficando o trecho hipotético com uma largura de faixa em torno de 3,65m, uma largura de acostamento em torno de 1,22m e um canteiro central em torno de 6,10m, que apresenta a mesma redução relativa de acidentes da largura de 15,24m, já que esta última é menos usual em rodovias brasileiras. Mantendo-se as demais características.

Diante do exposto, pode-se classificar as melhorias propostas por ordem de prioridade quanto ao potencial de redução de acidentes, considerando como critério as economias anuais estimadas para cada uma: largura de acostamento em torno de 1,22m: economia anual estimada em R\$ 360.244,52; largura de faixa em torno de 3,65m: economia anual estimada em R\$ 291.330,47; existência de controle de velocidade: economia anual estimada em R\$ 187.425,05; existência de condições de iluminação: economia anual estimada em R\$ 183.959,59; e largura do canteiro central em torno de 6,10m: economia anual estimada em R\$ 50.422,58;

Estima-se para este conjunto de condições, com relação à condição inicial, uma redução anual de aproximadamente 40,9%, ou 4,1 acidentes por ano, e uma economia anual de aproximadamente R\$ 1.073.382,36 com relação a custos de acidentes. Considerando a manutenção das características pela vida útil da rodovia por um período de 30 anos, por exemplo, a redução seria de aproximadamente 123 acidentes. Percebe-se que o modelo do HSM se adequa bem às características das rodovias rurais de Pernambuco, mediante calibração, e que pode ser utilizado para identificar as melhorias viárias mais eficazes quanto à redução de acidentes.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AASHTO (2010). *Highway Safety Manual*, Washington, EUA, 2010.

Cardoso, G. (2006) *Modelos para previsão de acidentes em vias arteriais urbanas*. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul–UFRGS.

Cunto, F. J. C., Castro Neto, M. M., Barreira, D. S. (2012). Modelos de previsão de acidentes de trânsito em interseções semaforizadas de Fortaleza. *Revista TRANSPORTES* v. 20, n. 2, 2012. ISSN: 2237-1346 (online). Disponível em: <DOI:10.4237/transportes.v20i2.558> Acesso em: 26 jun. 2017.

Diniz, C. E. M., Tapajós, D. M., Santos, E. M., Capistrano, E. O. (2003) Uma análise dos investimentos públicos nas políticas de trânsito e suas consequências para a redução de acidentes de trânsito, *Revista da FARN*, Natal, v.2, n.2, p. 21-3 2, 2003.

DNIT (1973). *Normas para os Projetos das estradas de Rodagem*. Rio de Janeiro. Serviço de Publicações. 1973.

IPEA (2006). *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – Relatório Executivo* – Brasília : IPEA/DENATRAN/ANTP, 2006.

IPEA (2015). *Estimativa dos Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil com Base na Atualização Simplificada das Pesquisas Anteriores do Ipea*. Brasília: IPEA e PRF, 2015. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/160516\\_relatorio\\_estimativas.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/160516_relatorio_estimativas.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2017.

JBR (2004). *Projeto executivo de engenharia para adequação de capacidade e restauração: BR-101/PE. Segmento km 104,6 – km 148,5*. Recife, jul. 2004.

Observatório Nacional de Segurança Viária (2015). Atualização do custo total de acidentes de trânsito no Brasil. Disponível em: <<http://iris.onsv.org.br/iris-beta>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

Observatório Nacional de Segurança Viária (2017). Iris beta: Estatísticas. Disponível em: <<http://iris.onsv.org.br/iris-beta/#/stats/tables>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

OECD/ITF (2016). *Road Safety Annual Report 2016*, OECD Publishing, Paris, 2016.

SANTOS, R. A. (2017). *Avaliação do impacto de medidas construtivas na segurança viária: estudo de caso da BR-101*. Qualificação de dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação da Universidade de Pernambuco. Recife, 2017. Disponível em: <https://goo.gl/bYs9vg> Acesso em: 09 jan. 2018.

TORC, CONVAP, SD Consultoria (2015). *Projeto básico e executivo e execução das obras de duplicação com restauração, melhoramentos e obras de arte especial: BR-101/PE*. Recife, mar. 2015.

# **RENTABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE MOTORISTAS DE UBER EM RECIFE, BRASIL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO COM SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO**

## **Luiz Guimarães Ribeiro Neto**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil  
Instituto Federal de Pernambuco, Igarassu-PE, Brasil  
luizgribeiro39@gmail.com

## **André Fillippe Farias de Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil  
andrefillippe@yahoo.com.br

## **Enilson Medeiros dos Santos**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil  
enilson@interjato.com.br

## **Maurício Oliveira de Andrade**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil  
mauandrade@gmail.com

## **RESUMO**

Este artigo propõe a utilização do método de Simulação de Monte Carlo em conjunto com os critérios de análise de viabilidade econômico-financeira de projetos do Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) para quantificar a probabilidade de retorno financeiro associado às atividades dos motoristas cadastrados na plataforma Uber, baseando-se em dados de fluxos de caixa gerados a partir da operação destes profissionais na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil. São analisados o histórico de receitas geradas, suas projeções em tratamento estatístico, bem como a estimativa de custos associados à atividade e suas variáveis, de forma a obter a rentabilidade para cada característica estudada na abordagem. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a atividade de carona remunerada via aplicativo Uber é rentável para os casos estudados, uma vez que o VPL é positivo e a TIR supera a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estimada.

## **1. INTRODUÇÃO**

Com o avanço da era tecnológica, o surgimento da internet e o acesso massivo da população a informações e possibilidades de absorção/geração de conteúdo, as relações de oferta/demanda e os modelos transacionais têm sofrido um impacto significativo. A otimização da disponibilização de bens e serviços deixou de ser uma exclusividade dos meios de produção tradicionais e passou a ser naturalmente oferecida por indivíduos que disponham dos itens ou préstimos demandados. Um dos

maiores exemplos é o compartilhamento de viagens (caronas remuneradas), tendo como um dos maiores expoentes a Uber Technologies Inc., fundada em 2010, que intermedia a relação entre os atores que possuem o bem (carro) e oferecem o serviço (carona) para quem os demanda mediante remuneração.

Ao contrário do cenário inicial de surgimento nos EUA, onde uma pequena parte dos motoristas cadastrados estava desempregada, tem-se utilizado de tal prestação de serviço como atividade de trabalho principal por uma população que ainda se encontra em um contexto de altas taxas de desemprego. Frente a esta realidade, surge o questionamento: com o atual cenário econômico brasileiro, é viável a utilização da plataforma Uber como principal atividade geradora de renda para um indivíduo?

A presente pesquisa tem como objetivo utilizar o método da simulação de Monte Carlo associado ao critério de análise financeira de projetos pelo Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) para identificar a probabilidade de retorno financeiro proporcionado aos motoristas parceiros da plataforma Uber. A base para análise dos dados foi extraída de uma amostra de fluxos de caixa gerados pela operação decorrente de motoristas parceiros da plataforma Uber que operam na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil.

Para seu melhor entendimento, a estrutura do artigo está subdividida em quatro seções. Inicialmente, será discutida a contribuição teórica dos conceitos de economia compartilhada, suas implicações na área de transportes e avaliação de projetos de investimentos. Na sequência será apresentada a metodologia empregada para realização da pesquisa, posteriormente são indicados os resultados e análises obtidos.

## **2. ECONOMIA COMPARTILHADA E SUAS IMPLICAÇÕES NO TRANSPORTE DE PASSAGEIROS**

Nos últimos anos, tem sido possível perceber diversas mudanças no padrão de consumo da sociedade provocadas pelo crescimento da economia compartilhada (*sharing economy*). Com início na década de 1990, nos Estados Unidos, sua prática está relacionada a um modelo de transação que permite o consumo colaborativo de bens ou serviços entre pessoas inicialmente desconhecidas (SCHOR, 2015).

De acordo com Gansky (2011), suas características provocam um contraponto ao capitalismo tradicional que tem como fundamento básico a maior concentração possível de bens. Enquanto este novo padrão econômico está relacionado à melhor utilização de bens ou serviços originalmente ociosos, através do compartilhamento,

bem como do uso intensivo da internet e redes móveis para divulgação e proteção dos fornecedores de produtos/serviços e usuários cadastrados.

Como novas formas de compartilhamento são criadas a cada ano, a aceleração nos negócios baseados na "*sharing economy*" provoca a necessidade de se entender as novas estruturas de negócio formadas. A multiplicidade de atores e a sua diversidade de interesses criam um sistema complexo em que os direitos e deveres dos envolvidos ainda não estão plenamente identificados.

No campo dos transportes, conforme Shaheen (2016), suas aplicações incluem o compartilhamento de: carros, bicicletas, *scooters*, serviços de transporte, passeios e serviços de viagem sob demanda. Também pode incluir veículos de entrega comercial que oferecem movimentos de mercadorias flexíveis. Os serviços de compartilhamento de viagens (caronas remuneradas) têm provocado alterações nos hábitos de deslocamento da população. Estudos como Novikova (2017) e Standing (2017) indicam a redução na propriedade do veículo, bem como economia de custos e conveniência como as razões mais comuns para sua expansão.

Um dos pioneiros na oferta do serviço, a Uber Technologies Inc., foi fundada em 2010 na cidade de São Francisco, Califórnia, EUA. Como característica de uma organização presente na economia disruptiva, sua presença no mercado introduz um novo conceito de negócio. Sua proposta é apresentar um novo modo de locomoção na cidade. Conectando, através de uma plataforma tecnológica, motoristas parceiros e usuários, possibilita-se uma redução na necessidade de posse do veículo, bem como oferece-se uma oportunidade de renda extra para proprietários de veículos que apresentam ociosidade em seu uso.

Segundo Hall (2016), um dos motivos para o crescimento exponencial do Uber é a flexibilidade apresentada para os motoristas parceiros em relação ao tempo a ser disponibilizado para oferta do serviço aos usuários. Este padrão adaptável permite aos trabalhadores atenuar possíveis variações em relação às outras fontes de renda. Nos EUA apenas 8% dos condutores estavam desempregados quando se associaram à empresa e mesmo quando a taxa de desemprego foi reduzida em 5% no país, o percentual de motoristas ativos no Uber continuou a aumentar.

Outro aspecto responsável pelo rápido crescimento do serviço é o preço pago pelo usuário por deslocamento realizado. De acordo com Higa (2015), para sua modalidade mais barata (UberX), as tarifas praticadas estão entre 15-50% menores que o valor cobrado pelos taxis comuns no Brasil. Em função dos diversos custos incorridos no trabalho e na redução dos valores arrecadados (em comparação ao modelo tradicional

do serviço de taxi), um ponto a ser questionado é se o negócio torna-se atrativo, do ponto de vista financeiro, para os condutores associados à plataforma Uber.

### **3. AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS**

Conforme Ross *et al* (2002), os critérios do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR) são os mais recomendados para avaliação de projetos de investimentos uma vez que mensuram todos os fluxos de caixa futuros, bem como o efeito do tempo na variação do capital. Segundo Assaf Neto (2005), o resultado do VPL de um empreendimento é obtido através da diferença entre o valor dos benefícios líquidos das entradas e saídas de caixa para cada período de tempo de duração da atividade. Sempre que o valor presente líquido indicar resultado positivo, o mesmo deve ser aceito, pois há geração de caixa após o pagamento de todas os custos necessários para sua implantação. Os fluxos de caixa futuros devem ser descontados por uma taxa que indica a rentabilidade mínima requerida pelo investidor (taxa de atratividade).

O método da Taxa Interna de Retorno (TIR) avalia o projeto calculando a taxa de retorno que iguala, para um determinado instante de tempo - convencionalmente a data de início das atividades, o fluxo de caixa líquido descontado das receitas e custos previstos ao longo de toda análise. De acordo com Cornett (2013), a TIR reflete a rentabilidade relacionada à iniciativa, representada em função da taxa de juros composta equivalente. Assim, devem ser consideradas viáveis as propostas em que a TIR obtida apresente valor superior a rentabilidade mínima (taxa de atratividade) requerida pelo investidor/empreendedor.

A receita decorrente da prestação deste serviço irá sofrer variações em função do tempo dedicado pelo motorista, bem como da procura dos usuários, uma vez que o Uber adota um preço dinâmico que faz a tarifa aumentar nas ocasiões em que há alta demanda. Os custos incorridos na operação apresentam uma parcela fixa, exigida para manutenção do veículo, e uma parcela variável em função do percurso total realizado. Em decorrência destas características, torna-se mais interessante estabelecer um intervalo de valores para analisar o fenômeno ao invés de adotar um único ponto determinístico como resultado.

Desta forma, a simulação de Monte Carlo pode ser utilizada para complementar a análise, uma vez que torna possível, através da geração aleatória dos valores, inserir na análise as flutuações no fluxo de caixa. Desse modo, o VPL e a TIR associados à prestação do serviço são determinados para um intervalo, sendo possível identificar com maior clareza o risco financeiro associado à prestação do serviço.

O modelo de simulação de Monte Carlo viabiliza a análise de cenários, tornando-se importante mecanismo para minimizar os riscos envolvidos com a implantação de um projeto. A técnica é baseada na construção de uma distribuição de probabilidade, gerada por um conjunto de valores aleatórios, que permite a criação de um intervalo numérico representativo do grau de incerteza associado a um investimento. Deste modo, é possível substituir a projeção de um resultado determinístico por um conjunto mais extenso em que são apresentadas diversas possibilidades e a sua respectiva probabilidade de ocorrência (RIECHI ET AL, 2017).

#### 4. METODOLOGIA

A presente pesquisa é do tipo teórico-empírica e apresenta um caráter exploratório. A contribuição teórica descreve as principais características relacionadas às implicações da economia compartilhada no sistema de transporte de passageiros, apresenta a formulação da avaliação de projetos através dos modelos Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) e descreve como a simulação de Monte Carlo pode ser utilizada para completar a análise. Enquanto a contribuição empírica busca recolher dados a partir de fontes diretas (motoristas parceiros da plataforma Uber) e indiretas (fontes bibliográficas).

A partir da definição da finalidade do trabalho, suas etapas foram estabelecidas conforme apresentado na sequência abaixo.

1- Construção do referencial teórico necessário que auxilie na identificação dos fatores responsáveis para responder ao objetivo formulado na definição da pesquisa.

2- Coleta de dados referentes à receita gerada para o motorista decorrentes do serviço realizado como parceiro da plataforma Uber. Foram coletadas 100 amostras dos rendimentos obtidos por viagem por seis condutores na Região Metropolitana do Recife/Pernambuco/Brasil, no período entre os meses de fevereiro e março de 2018. O resumo das informações está apresentado na Tabela 01.

**Tabela 01. Resumo das informações coletadas entre condutores parceiros do Uber**

Tempo médio de viagem (min)	Desvio padrão do tempo médio de viagem (min)	Distância média percorrida (km)	Valor médio receita (R\$)
21,42	8,07	7,85	15,16

Fonte: próprio autor

3- Cálculo da receita projetada pela prestação do serviço. A composição da tarifa Uber

apresenta valores variáveis por cidade. É uma função da tarifa base cobrada, acrescida de parcelas que variam em relação ao tempo e deslocamento da viagem. Os valores para a Região Metropolitana do Recife estão apresentados na Tabela 02. O preço também apresenta um caráter dinâmico. Em função da maior procura dos clientes pode ser cobrado até 1,3 vezes o valor original. 75% do valor arrecadado é transferido ao motorista e 25% é a taxa cobrada pela Uber.

**Tabela 02: Composição da tarifa Uber na Região Metropolitana do Recife**

Tarifa Base	Custo por minuto	Custo por km	Taxa mínima
R\$ 2,50	R\$ 0,17	R\$ 1,15	R\$ 5,00

Fonte: Uber (2017a)

A receita obtida pelo motorista será variável, sendo uma função do tempo disponibilizado para o serviço, o tempo de espera entre viagens e as características das viagens realizadas. Para fins desta pesquisa, foi admitido que o trabalhador disponibiliza 44 horas semanais para o trabalho (carga horária semanal de trabalho oficial no Brasil), o intervalo entre viagens irá variar entre 20 e 35 minutos e as viagens terão duração média de 21,42 minutos e desvio padrão de 8,07 minutos. Outra receita prevista é a venda do veículo após 5 (cinco) anos de uso. Foi considerada uma desvalorização média de 10% a.a, conforme valores pesquisados para modelos de mesma categoria. (FIPE, 2018)



3- Estimativa dos custos para operação do serviço. Foram orçados os desembolsos ocorridos durante um intervalo de cinco anos, tempo previsto para reposição do veículo, referentes a 3 (três) modelos de automóveis disponíveis no mercado brasileiro. Os exemplares escolhidos foram: Renault Kwid Zen 2018, Chevrolet Onix LT 2018, e Chevrolet Prisma Sedan LT 1.4 2018. Os modelos são os carros mais vendidos no mês de fevereiro de 2018 no Brasil nos seguintes segmentos: subcompacto, hatch compacto e sedã compacto. (FENABRAVE, 2018)

De acordo com Assaf Neto (2005), os custos previstos podem ser classificados em duas categorias: fixos e variáveis. Os desembolsos relacionados nos custos fixos independem do nível de atividade associado à prestação do serviço e apresentam a composição descrita abaixo:

- **Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA):** tributo estadual cobrado anualmente. No Estado de Pernambuco corresponde a 2,5% do valor do automóvel;
- **Danos Pessoais causados por Veículos Automotores de vias Terrestres (DPVAT).** Seguro obrigatório cobrado anualmente com valor fixo (independe do modelo do automóvel);
- **Taxa de licenciamento,** valor pago anualmente para que o veículo possa circular. Valor cobrado independe do modelo do automóvel;
- **Seguro automotivo para proteção contra danos ou subtração;**
- **Multas.** Premissa: no período de 1 (um) ano o condutor cometerá duas infrações, sendo uma de caráter leve e outra de caráter gravíssimo;
- **Pacote de dados móveis para efetuar a conexão necessária com o sistema disponibilizado pela plataforma Uber;**
- **Seguro do aplicativo (APP) para cobertura de eventuais despesas dos clientes em caso de acidente;**
- **Outros:** valores adicionais referentes à desembolsos não planejados ou atividades de pequeno valor como lavagens do veículo e lanches.

Os custos variáveis têm os seus valores associados ao nível da atividade realizada. Neste caso estão relacionados ao total de quilômetros percorridos pelo veículo e apresentam a composição descrita abaixo:

- **Combustível.** Média de consumo baseado em inspeção veicular realizada pelo INMETRO e disponibilizada em [Enoshita \(2018\)](#);
- **Manutenção mecânica e elétrica.** Foi utilizado o plano de manutenção disponibilizado pela montadora de cada veículo;
- **Pneus.** A vida útil dos pneus apresenta variações em relação à distância percorrida, pois é uma função do terreno percorrido, das características de condução e manutenção empregada, mas estima-se que devem ser trocados a cada 40.000 Km percorridos. (PORTAL AUTO, 2016)

As estimativas de custo fixo anual do veículo estão disponíveis na Tabela 03, enquanto a Tabela 04 apresenta as estimativas de custo variável dos veículos.

**Tabela 03. Estimativas de custo fixo anual dos veículos**

Componente do custo fixo (R\$)	Custos fixos anuais por veículo (R\$)		
	Kwid	Onix	Prisma
IPVA	918,50	1.042,25	1.446,00
Seguro DPVAT	63,69	63,69	63,69
Taxa de licenciamento	100,00	100,00	100,00
Seguro	1.212,41	1.128,79	1.214,19
Multas	423,63	423,63	423,63
Pacote de dados	1.680,00	1.680,00	1.680,00
Seguro do APP	84,5	84,5	84,5
Outros	1.500,00	1.500,00	1.500,00

Total do custo fixo	5.982,73	6.022,86	6.512,01
---------------------	----------	----------	----------

Fonte: próprio autor

**Tabela 04. Estimativas de custo variável dos veículos**

Componente do custo variável (R\$)	Custos variáveis por veículo (R\$/km)		
	Kwid	Onix	Prisma
Combustível	0,2635	0,3023	0,2977
Manutenção mecânica e elétrica	0,0436	0,0567	0,0567
Pneus	0,0427	0,0445	0,0445
Total do custo variável	0,3498	0,4035	0,3989

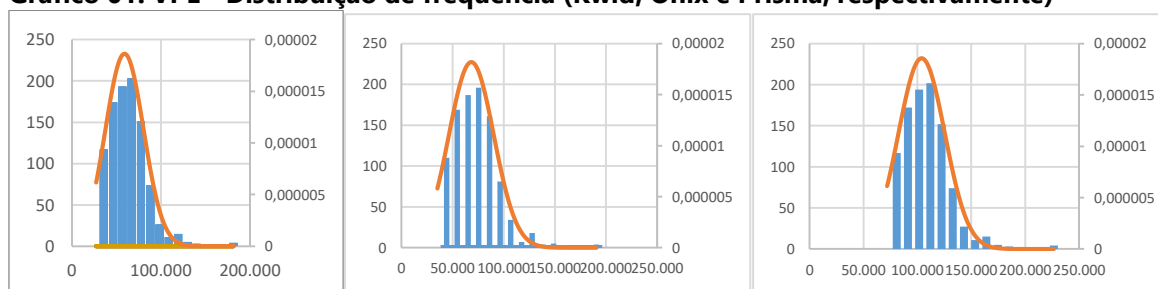
Fonte: próprio autor

4- Avaliação do retorno financeiro proporcionado pela prestação do serviço de compartilhamento de viagens através dos critérios do valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR). Considerando as informações de projeção de receita e custo apresentados nas Tabelas 01, 02, 03 e 04 foi realizada uma simulação de Monte Carlo, através da geração de dados aleatórios.

## 5. RESULTADOS E ANÁLISES

Os valores de VPL (para uma taxa mínima de atratividade estimada em 12% a.a.), e TIR sobre a prestação do serviço para os condutores estão representadas nos gráficos 01 e 02 e tabelas 05 e 06, respectivamente.

**Gráfico 01: VPL - Distribuição de frequência (Kwid, Onix e Prisma, respectivamente)**



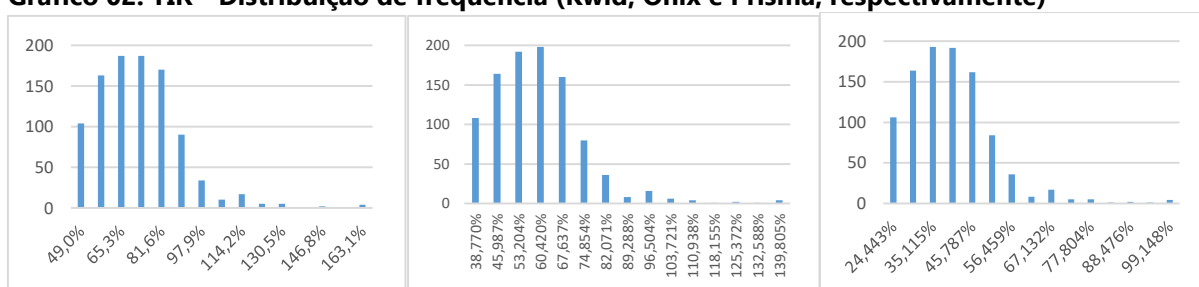
Fonte: próprio autor

**Tabela 05: VPL - resultados estatísticos da amostra**

Modelo do veículo	Estatística dos testes				
	Média (R\$)	Desvio padrão (R\$)	Mediana (R\$)	Valor mínimo (R\$)	Valor Máximo (R\$)
<b>Kwid</b>	68.374,94	21.914,79	66.676,67	33.690,32	190.532,58
<b>Onix</b>	59.043,58	21.429,62	57.182,71	25.621,37	181.583,28
<b>Prisma</b>	46.195,49	21.470,60	44.366,13	12.665,15	168.702,47

Fonte: próprio autor

**Gráfico 02: TIR - Distribuição de frequência (Kwid, Onix e Prisma, respectivamente)**



Fonte: próprio autor

**Tabela 06: TIR - resultados estatísticos da amostra**

Modelo do veículo	Estatística dos teste				
	Média (R\$)	Desvio padrão (R\$)	Mediana (R\$)	Valor mínimo (R\$)	Valor Máximo (R\$)
<b>Kwid</b>	69%	17%	67%	41%	163%
<b>Onix</b>	56%	15%	54%	32%	140%
<b>Prisma</b>	37%	11%	36%	19%	99%

Fonte: próprio autor

Todo o conjunto de dados apresenta distribuição assimétrica positiva, pois os valores de média são superiores à mediana. No entanto, pela proximidade apresentada entre eles, é possível afirmar que as amostras tendem a uma distribuição normal de probabilidade em que as classes com maior frequência estão próximas ao valor médio, indicando alta concentração da amostra (ver gráficos 1 e 2).

Analisando os resultados de VPL e TIR apresentados, percebe-se o impacto da escolha do veículo utilizado sobre o retorno do investimento. A escolha do modelo subcompacto Renault Kwid apresenta maior retorno sobre a prestação do serviço, uma vez que há menor investimento e seus custos fixos e variáveis são menores. A medida que o custo do automóvel aumenta, o desembolso também cresce, reduzindo a lucratividade do investidor.

A receita por hora encontrada (R\$26,39) está coerente com o valor divulgado pela plataforma Uber aos potenciais interessados em prestar o serviço, R\$20,00 (UBER, 2018b). No entanto, não há nenhuma informação aos motoristas quanto aos custos que estão incorridos na operação. Após os descontos referentes aos custos da operação, o ganho líquido médio por hora para o condutor se encontra no intervalo entre R\$ 7,29 e R\$ 10,79; enquanto o tempo médio de retorno para o investimento se encontra no período entre 34-20 meses, para utilização dos modelos Prisma e Kwid respectivamente.

Expandido o intervalo para uma amostra de 980 valores, não foi encontrado nenhum valor que proporcionou prejuízo para operação, mas para o automóvel com o melhor retorno financeiro (KWID), 11% dos resultados apresentam ganhos horários similares ao salário mínimo, enquanto rendimentos superiores a quatro vezes o salário mínimo são encontrados em menos de 1% do intervalo.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os fundamentos da economia compartilhada no campo dos transportes estão baseados na oportunidade de geração de renda extra para proprietários de veículos que apresentam ociosidade em seu uso durante determinado período do tempo. No entanto, por questões econômicas (elevado desemprego), observa-se em grande escala no Brasil sua utilização como principal fonte de receita para o motorista.

Em função do baixo investimento realizado, para um intervalo de 980 valores, foi encontrada uma taxa interna de retorno superior à taxa de atratividade pretendida, bem como o valor presente líquido positivo para todo intervalo. No entanto, em função das despesas realizadas, o ganho líquido médio para o condutor apresenta um valor próximo a 2 vezes o salário mínimo vigente no Brasil. A escolha do veículo a ser utilizado será decisiva na lucratividade, dentre os modelos analisados, verifica-se uma diferença de aproximadamente 40% no ganho em função do automóvel utilizado.

O tempo de retorno médio estimado para investimentos entre R\$ 35.000 – R\$ 50.000,00 apresentados por franquias disponíveis para comercialização no Portal do Franchising Brasil encontra-se entre 18-24 meses. Utilizando o veículo subcompacto Kwid, o investidor irá encontrar um tempo de retorno semelhante (20 meses), enquanto os carros de maior investimento/custo elevam a expectativa de compensação para até 34 meses, tornando o negócio pouco atrativo.

Como sugestão para futuros trabalhos, recomenda-se estudar o retorno proporcionado por outros serviços disponibilizados pela plataforma Uber, tais como o

UberSELECT, UberBLACK, UBERPOOL, dentre outros; bem como estudar o impacto da utilização de veículos alugados, em oposição à compra do carro. Outro aspecto a ser avaliado é verificar se maiores expectativas de ganho (taxa de atratividade) produzem retorno positivo para o investimento.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAF NETO, A. (2005) Finanças corporativas e valor. 2. Ed. Atlas, São Paulo.
- BLANK, L. T.; TARQUIN, A. (2012) Engineering economy. 7. ed., Ed. McGraw-Hill, New York.
- CORNETT, M. M.; ADAIR JR, T. A.; NOFSINGER, J. (2013) Finanças. 7 ed., Ed. McGraw-Hill, New York.
- ENOSHITA, E. (2017) Os 20 carros 1.0 mais econômicos do mercado brasileiro. Revista Motor Show. Disponível em: <https://motorshow.com.br/os-20-carros-1-0-mais-economicos-do-mercado-brasileiro/>. Acesso em 21/02/2018.
- FENABRAVE. (2018) Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores. Índices e números. Disponível em: <http://www3.fenabreve.org.br:8082/plus/modulos/listas/index.php?tac=indices-e-numeros&idtipo=1&layout=indices-e-numeros>. Acesso em: 29/04/2018.
- FIPE, FUNDAÇÃO INTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS. (2018) Preço médio dos veículos. Disponível em: <http://veiculos.fipe.org.br/>. Acesso em 27/03/18.
- GANSKY, L. (2011) MESH: Porque o Futuro dos Negócios é Compartilhar. Ed. Alta Books, Rio de Janeiro.
- HALL, J. V.; KRUEGER, A.. (2016) An analysis of the labor market for Uber's driver-partners in the United States. National Bureau of Economic Research.
- HIGA, P. (2015) Táxi ou Uber? Um comparativo dos preços das corridas em cinco cidades. Disponível em: <https://tecnoblog.net/188610/taxi-ou-uber-preco-qual-mais-barato/>. Acesso em: 13/12/2017.
- NOVIKOVA, O. (2017) The Sharing Economy and the Future of Personal Mobility: New Models Based on Car Sharing. Technology Innovation Management Review, v. 7, n. 8.
- PORTAL AUTO. (2016) Como descobrir a quilometragem do carro pelo pneu? Disponível em: <http://portalauto.com.br/manutencao/quilometragem-pneu/>. Acesso em: 07/04/2018
- SHAHEEN, S. A. (2016) Mobility and the Sharing Economy. Transport Policy, Vol. 51, pp. 141-142.
- SCHOR, J. (2014) Debating the sharing economy. Great Transition Initiative. Disponível em: <http://greattransition.org/publication/debating-the-sharing-economy>. Acesso em: 24 Fev. 2015.
- STANDING, C.; STANDING, S.; BIERMANN, S. (2018) The implications of the sharing economy for transport. Transport Reviews, p. 1-17.
- RIECHI, J. L.; TORMOS, B.; HILLEBRAND, M. V. J.. (2017) Otimização dos custos de frota urbana com uso de modelo combinado de life cycle cost e simulação de Monte Carlo. Revista Produção Online, v. 17, n. 2, p. 667-691.
- ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. (2002) Administração financeira. 2.ed. Ed. Atlas, São Paulo.
- Uber. (2018a) Estimativa Preço Uber → Recife. Disponível em: <https://estimativauber.com.br/recife-pe>. Acesso em: 15/03/2018.

Uber. (2018b) Quanto ganha, em média, um motorista Uber por hora. Disponível em: <https://uberbra.com/quanto-ganha-em-media-um-motorista-uber-por-hora/>. Acesso em: 30/03/2018

# ANÁLISE DOS GRUPOS DE INTERESSE E SEUS NÍVEIS DE INFLUÊNCIA RELACIONADOS AO PROJETO DE NAVEGABILIDADE DO RIO CAPIBARIBE

## **Erison Rosa de Oliveira Barros**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil

[erison.barros@ufpe.br](mailto:erison.barros@ufpe.br)

## **André Fillippe Farias de Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil

[andrefillippe@yahoo.com.br](mailto:andrefillippe@yahoo.com.br)

## **Anísio Brasileiro de Freitas Dourado**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil

[anisiobfd@hotmail.com](mailto:anisiobfd@hotmail.com)

## **Maurício Oliveira de Andrade**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil

[mauandrade@gmail.com](mailto:mauandrade@gmail.com)

## RESUMO

Este artigo propõe a utilização do método de Mineração de Texto ou *text mining* para analisar as respostas de questionários enviados a atores envolvidos direta ou indiretamente com o Projeto Rios da Gente, que trata da navegabilidade, enquanto hidrovia, do Rio Capibaribe, situado na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil. Nesse artigo, são realizadas a caracterização do projeto, bem como a análise dos grafos obtidos nos *softwares* utilizados, de forma a traçar um perfil de convergência das intenções dos entrevistados. Com base nos resultados obtidos, este artigo conclui que há uma confluência nas respostas analisadas para uma aceitabilidade do projeto e fornece dados para estudos futuros com maior detalhamento de influências.

## 1. INTRODUÇÃO

O acesso facilitado às tecnologias, o processo acelerado de globalização e a evolução demográfica fizeram com que as concentrações populacionais aumentassem, bem como a necessidade por soluções de mobilidade otimizadas, de forma a buscar eficiência no uso das infraestruturas existentes ao invés de prover o aumento destas.

Nos países emergentes, caso do Brasil, a problemática da mobilidade urbana é uma das mais debatidas atualmente, frente ao cenário de busca por alternativas ao desentrelaçamento do trânsito. De forma geral, as grandes metrópoles brasileiras sofrem do mesmo problema e cada vez mais alternativas vem sendo estudadas.

Com o crescimento populacional e de frota de automóveis em taxas exponenciais na cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, situada no nordeste brasileiro, a busca por soluções criativas como alternativas à mobilidade urbana se intensificou com o advento da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), Lei Federal nº 12.587/2012, que visa incentivar e priorizar os modos de transporte público. Nesse contexto, surge, ainda em 2012, através de uma parceria entre a Prefeitura da Cidade do Recife e o Governo do Estado de Pernambuco, em um investimento previsto de 289 milhões de reais e previsão de implantação até março de 2014 (vislumbrando a realização da Copa do Mundo FIFA), o Projeto Rios da Gente, com o objetivo de explorar os rios Capibaribe e Beberibe, importantes e mais volumosos rios da região metropolitana, como corredores hidroviários de transporte público. O projeto previa uma capacidade de atendimento de 300 mil passageiros por mês atendidos por 13 embarcações, transitando entre sete estações em dois eixos (Silva e Mello, 2017).

Frente às dificuldades encontradas na implantação do projeto (que foi paralisado ainda no ano de 2013 com 81,5 milhões de reais investidos sem retorno, novamente licitado em maio de 2017 e não foi concluído até a presente data), além das questões relacionadas à viabilidade socioeconômica (objeto para outros estudos), este artigo tem como objetivo realizar uma análise qualitativa dos atores que se relacionam direta ou indiretamente em sua realização, de forma a verificar a influência de cada um através da metodologia de mineração de texto (*text mining*), aplicada sobre as respostas de questionários padrão distribuídos entre as partes interessadas. Assim, busca-se averiguar a importância das respectivas ações desses atores e os impactos associados, sejam eles efetivos ou potenciais, diretos ou indiretos.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DO CASO**

Oriundo do município de Poção, no agreste pernambucano, o Rio Capibaribe possui 240km de extensão e corta os territórios de 43 municípios, todos contidos no estado, com área total de bacia hidrográfica em 7.716km<sup>2</sup>.

O Projeto Rios da Gente está contido no chamado "PAC da Mobilidade", conjunto de investimentos do Governo Federal para a melhoria do quadro de mobilidade urbana brasileira com vistas à realização da Copa do Mundo FIFA 2014. Anunciado em 2012 pela Prefeitura da Cidade do Recife em conjunto com o Governo do Estado de Pernambuco e iniciado em 2013, este projeto tem como objetivo garantir um modo alternativo e integrado de transporte urbano, a exploração sustentável dos rios Capibaribe e Beberibe, bem como servir de marco para o desenvolvimento de novas políticas públicas de preservação ambiental ao longo de toda a bacia hidrográfica (PERNAMBUCO, 2009).



O projeto contou com orçamento inicial de 289 milhões de reais, sendo 75% oriundos da União e 25% do Governo do Estado. Como maiores custos deste montante, cerca de 101 milhões destinados à dragagem dos rios e 94 milhões para às estações, distribuídas em 13,9km de hidrovia separados em dois eixos: leste, com 2,9km, e oeste, com 11km, com capacidade de atendimento de 300 mil passageiros por mês, com 13 embarcações em duas rotas (Silva e Mello, 2017).

As obras foram paralisadas ainda em 2013 por falta de recursos federais, onde iniciou-se o processo de rescisão contratual com a empresa executora. Neste momento, as obras contavam 97,5% de avanço físico da dragagem, totalizando 81,5 milhões de reais investidos. Os 2,5% restantes não foram executados devido a impasses com comunidades ribeirinhas, cuja participação na fase de estudos do projeto fora flagrantemente negligenciada e a mitigação dos respectivos impactos sociais não foi considerada (SARMENTO, 2016).

Atualmente, o projeto se encontra em fase de readequação, onde conta com pendências no Tribunal de Contas da União e ainda não tem previsão para retomada das obras. Este artigo busca entender a influência dos diversos atores nas fases envolvidas, bem como contribuir para o desenvolvimento de empreendimentos deste tipo.

### **3. MINERAÇÃO DE TEXTOS (*text mining*)**

Segundo Feldman (2007), a mineração de textos pode ser definida como um processo intensivo de conhecimento no qual um usuário interage com uma grande quantidade de documentos utilizando ferramentas para análise dos mesmos. O objetivo é extrair informações úteis a partir de coleções de documentos. As informações úteis são identificadas em padrões interessantes nos dados textuais não estruturados.

O principal objetivo da mineração de textos é encontrar termos relevantes em documentos de texto com grande volume de dados e estabelecer padrões e relacionamentos entre eles com base na frequência e temática dos termos encontrados (SERAPIÃO, 2010).

O objetivo da Mineração de Textos é o processamento de informação textual, extraindo índices numéricos significativos a partir do texto e então tornar esta informação acessível para os programas disponíveis nos sistemas de mineração de dados. Com isso, podem ser analisadas palavras, agrupamentos de palavras, ou mesmo documentos entre si através das suas similaridades ou de suas relações com outras variáveis de interesse num projeto de mineração de textos.

Os sistemas de mineração de textos baseiam-se em rotinas de pré-processamento, algoritmos para descoberta de padrões, e elementos para apresentação dos resultados. Nestes sistemas, as operações de pré-processamento baseiam-se na identificação e extração de características representativas dos documentos em linguagem natural. Essas operações são responsáveis por transformar dados não estruturados, armazenados em coleções de documentos, em uma estrutura expressa em um formato intermediário (Feldman, 2007; Hearst, 1999; Tan, 1999).

Enquanto os dados estruturados estão em uma organização e representação adequadas para serem submetidos a análise exploratória e para passarem por procedimentos de pré-processamento, os dados não estruturados necessitam de uma preparação prévia, que pode ser considerada um tipo de pré-processamento. Um exemplo disso seria um texto.

Enquanto a mineração de dados é amplamente independente de idioma, a mineração de texto envolve um componente significativo de linguagem. É essencial desenvolver algoritmos de refinamento de texto, que processam documentos de texto multilíngues e produzem formulários intermediários independentes do idioma.

Como a forma mais natural de armazenar informações é o texto, acredita-se que a mineração de texto tenha um potencial comercial superior ao da mineração de dados. De fato, um estudo recente indicou que 80% das informações de uma empresa estão contidas em documentos de texto. A mineração de texto, no entanto, também é uma tarefa muito mais complexa (do que mineração de dados), pois envolve lidar com dados de texto que são inerentemente não estruturados e confusos. A mineração de texto é um campo multidisciplinar, envolvendo recuperação de informações, análise de texto, extração de informações, agrupamento, categorização, visualização, tecnologia de banco de dados, aprendizado de máquina e mineração de dados.

*Text mining*, também conhecido como "*document mining*", é o processo de obtenção de informações importantes de bases textuais não estruturadas. Pode também ser visto como uma extensão do *data mining*, que é a extração de conhecimento de bases de dados estruturadas. É considerado um campo multidisciplinar, envolvendo recuperação de informação, análise de texto, extração de informação, *clustering*, classificação, visualização, banco de dados tecnológicos, *machine learning* e *data mining* (TAN, 1999).

A mineração de textos explora técnicas e metodologias provenientes das áreas de recuperação de informação, extração de informação, e linguística computacional de *corpus*. Para extrair informações úteis, são descobertas características relevantes nos documentos, cujas mais utilizadas são: caracteres, palavras, termos e conceitos. Podem ser realizadas abordagens híbridas para a geração de representações de documentos

baseadas em características (Feldman, 2007). Por exemplo, pode-se primeiro extrair termos do texto, então adaptá-los ou normalizá-los, comparando-os a uma lista de tópicos relevantes (conceitos), extraídos através de uma categorização. As tecnologias empregadas na mineração incluem extração de informação, rastreamento de tópicos, produção de sumários, categorização de textos, agrupamento de textos, links conceituais, visualização de informação, análise de perguntas e respostas (Fan, 2006).

O benefício do *text mining* se dá pela grande quantidade de informação valiosa contida nos textos e que não está disponível nos dados estruturados clássicos (FEINERER, 2008). Diante disso, é possível criar padrões de conhecimento baseado na destilação da informação presente nestes textos.

Atualmente existe uma grande quantidade de softwares para *text mining*, sendo muitos deles de uso gratuito. O site "*predictive analytics today*" aponta como os vinte e três melhores softwares gratuitos disponíveis hoje na internet, dentre eles: *QDA Miner Lite*, *KH Coder*, *TAMS Analyzer*, *Carrot2*, *CAT* e *R*. Dentre os softwares pagos com análise de *text mining*, os que mais se destacam são *SAS Text Analytics* e *IBM Text Analytics*.

Nesse sentido, o presente artigo possui como objetivo estudar as técnicas do Text mining e seu uso através dos Softwares *Orange Canvas* e o *SobekTextMiner*, e como objetivo secundário utilizar a técnica de *text mining* para analisar o questionário de percepções sobre as características socioeconômicas e geopolíticas do Projeto Rios da Gente coletados de forma a obter informação relevante para análise dos grupos de interesse.

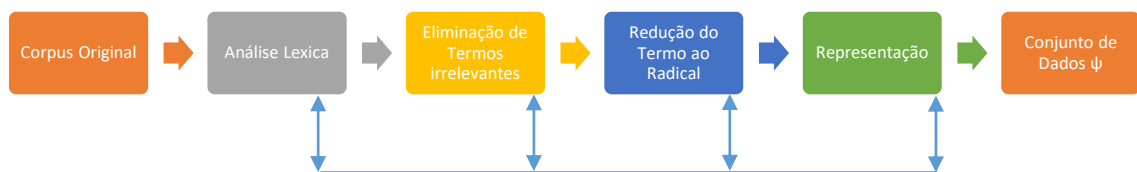
*A preparação destes dados, tipo texto, não se apresentarão de forma totalmente adequada para serem submetidas a algumas das estratégias de análise. Uma vez que podem assumir uma representação numérica caracterizada por esparsidade. O tratamento de dados esparsos exige a aplicação de procedimentos de análise específica, como apresentado por Francis Bach (2010). No entanto, essa técnica descarta informações importantes, como por exemplo, a ordem nos quais os termos aparecem, onde os mesmos aparecem, e a proximidade entre eles (Schenker, 2003). Em base de dados textual, também conhecidas como corpora, cada exemplar é tratado como um "documento". Cada documento em um corpus pode assumir diferentes características em relação a, por exemplo, tamanho do texto (sequência de caracteres), tipo de conteúdo (assunto que aborda), a língua na qual é escrito (inglês, português, japonês, árabe etc.) ou tipo de linguagem adotada (formal, coloquial, poética, irônica etc.)*

*A transformação de um corpus em um conjunto de dados que possa ser submetido à procedimentos de análise consistente em um processo que gera uma representação capaz de descrever cada documento, muito conhecido como bag of words, consiste*

em usa uma lista de ocorrências de palavras. Com isso cada conjunto de  $n$  documentos ( $doc$ ), ou seja,  $\psi = \{ doc_1, doc_2, \dots, doc_n \}$ . Cada um dos documentos, por sua vez, é definido como um conjunto de  $d$  termos (radicais, palavras ou conjunto de palavras) de que  $doc_i = \{ wte_{i1}, wte_{i2}, \dots, wte_{ij}, \dots, wte_{id} \}$  com  $i = \{ 1, \dots, n \}$ , sendo que  $wte_{ij}$  assume os valores 1 ou 0, em uma representação binária, na qual o valor 1 significa que o termo está presente no documento, o valor 0 significa que o termo não está presente no documento.

O processo de geração do conjunto de dados  $\psi$ , consiste no seguinte fluxograma:

**Figura 2: Processo para geração de Conjunto de dados  $\psi$**



Fonte: Silva, 2016

Segundo Wives (2002), os tipos de técnicas de *text mining* são: sumarização, classificação/categorização e *clustering*. Hoje a literatura mostra que além dessas três técnicas, existem ainda outras: extração de informação, *Topic Tracking*, *Concept Linkage*, *Informação Visual*, *Question Answering* e *Association Rule Mining* (GRUPTA; LEHAL, 2009).

Já como forma de representação dos resultados da mineração de texto, temos a nuvem de palavras e os grafos. A nuvem de palavras é feita com as palavras de maior frequência no *corpus*. Quanto maior a frequência da palavra, maior o tamanho da fonte. Os grafos são utilizados para a ordenação, compressão, análise das palavras chaves, entre outros. Uma vez que retêm mais informações do que vetores, eles representam uma modelagem valiosa, e podem ser utilizados para a representação da contextualização do texto (Schenker, 2003).

O *software Sobek* (Lorenzatti, 2007) é um exemplo de utilização de mineração de textos baseado em métodos estatísticos. Esse *software* permite construir um grafo a partir de informações estatísticas obtidas do texto, onde os vértices e as arestas possuem informações referentes ao número absoluto e relativo de ocorrência dos termos (vértices) e associações (arestas) em determinado documento.

#### 4. APLICAÇÃO, RESULTADOS E ANÁLISES

A mineração de textos pode ser utilizada para a análise de sentimentos em pesquisas de opinião pública. Muitas vezes estas pesquisas são feitas com questionários com perguntas fechadas, ou seja, os entrevistados podem escolher somente opções pré-determinadas. O problema é que muitas vezes isto não reflete a realidade, pois as

perguntas podem exigir uma resposta mais elaborada. Se em vez deste tipo de questionário for utilizada uma entrevista com respostas abertas, de maneira que o entrevistado possa escrever sua resposta em linguagem natural, é possível analisar os resultados com uma ferramenta de mineração de textos (CARRILHO JUNIOR, 2007).

Dentre algumas aplicações típicas para mineração de textos: análise de questões abertas em questionários, para esta aplicação apresentaremos metodologia para detecção da influência de atores no projeto de Rios da Gente.

Este estudo se justifica devido à importância que existe em avaliar qualitativamente as contribuições registradas pelas representações destes grupos de interesse com relação ao Projeto de Navegabilidade do Rio Capibaribe, isto é, contribuições significativas relativas ao tema abordado. O questionário contou com a participação de 22 entrevistados (especialistas ou não), que responderam 5 (cinco) perguntas de forma aberta. Conforme observa-se na Figura 3, utilizou-se o modelo completo para aquisição de conhecimento proposto por Aranhas (2004) a partir do texto das respostas das perguntas realizadas.

**Figura 3: Metodologia para Mineração de Textos**



Fonte: Aranhas (2004)

A obtenção de massa textual a partir de tabelas do *Google Forms* gerada com a resposta dos entrevistados, se dá, principalmente, através do conteúdo de colunas do tipo *string* (respostas dos entrevistados), que nada mais são do que campos de armazenamento de texto livre, sem nenhuma restrição a não ser a quantidade máxima de caracteres suportada por registro. Caracterizamos cada registro como '*n*' documentos (respostas dos entrevistados), conhecido na literatura como *Corpus* ou *Corpora*, e '*t*' termos (questões respondidas), então modelamos cada documento (resposta dos entrevistados) como um vetor  $v$  no espaço *t-dimensional*  $\Re t$ . Estes vetores se tornaram binários, de uma forma que 0 indica que um determinado termo não ocorre no documento e 1 quando ocorre. Estes vetores podem conter a frequência (absoluta ou relativa) de cada termo no documento (questionário).

As perguntas realizadas aos entrevistados foram:

- O transporte fluvial é uma alternativa viável para a mobilidade urbana do Recife?

- Quais seriam os impactos de ter o transporte fluvial como opção na Região Metropolitana do Recife?
- Como seria o transporte fluvial ideal para o Recife?
- Qual ator da mobilidade urbana seria mais beneficiado (pedestre, ciclista, usuário de transporte público, motorista individual privado)? Por quê?
- Quais atores você identifica como contrários à navegabilidade do rio Capibaribe e os respectivos graus de influência destes sobre o status atual do projeto?

Com as respostas de cada entrevistado, sem identificação do mesmo, seguiu-se para o pré-processamento, onde foi obtida a matriz de frequência (binária, absoluta ou relativa) possibilitando a aplicação de qualquer métrica de distância, uma vez que é esperado que documentos similares tenham frequências similares, com o objetivo de promover alguma formatação e representação da massa textual. Em seguida foi realizada a indexação que consiste em organizar todos os termos adquiridos a partir de fontes de dados, assim como funciona um índice de um livro.

Após terem sido obtidas uma estrutura para os dados e uma forma de prover rápido acesso, a etapa de mineração propriamente dita é responsável pelo desenvolvimento de cálculos, inferências e algoritmos e que tem como objetivo a extração de conhecimento, descoberta de padrões e comportamentos que possam compreender o universo de entendimento dos entrevistados sobre o tema. Todas estas etapas foram realizado no *software Orange Canvas*.

Segundo os autores da metodologia utilizada, houve a categorização do documento, os programas de mineração tratam esse documento como um "saco de palavras". Sendo assim, contaram as palavras que aparecem no texto e a partir disso identificaram os tópicos principais. Normalmente, ferramentas de categorização também contam com um método de *ranking* que diz a ordem dos documentos com mais similaridade para cada tópico. Então foi desenvolvido no *Orange Canvas* a nuvem de palavras. (Figura 4)

**Figura 4: Nuvem de Palavras Gerada a partir dos Questionários**





Fonte: os autores

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento de domínio, não fornecido por qualquer ferramenta de mineração de texto atual, poderia desempenhar um papel importante no *text mining*. É interessante explorar como se pode tirar proveito das informações de domínio para melhorar a eficiência de análise e derivar uma forma intermediária mais compacta.

Conclui-se que, a partir da metodologia proposta e aplicada, verifica-se uma convergência dos atores entrevistados a um sentido de concordância com a funcionalidade e necessidade do Projeto Rios da Gente, em termos de mobilidade urbana, muito embora haja ressalvas a pontos específicos, mas sempre visando sua conclusão. Como caracterizado anteriormente, inserido em um contexto de abundância de recursos e sem a devida discussão à luz da análise de viabilidade, o projeto supracitado encontra-se em uma fase de debates mais voltada à aplicação já feita dos recursos públicos versus status atual, bem como dos desdobramentos políticos futuros desta situação.

Também se observa um espectro de posicionamento amplo, onde evidencia-se a necessidade de obtenção de uma quantidade maior de entrevistas. Sendo assim, sugere-se para pesquisas futuras, a adoção de questionário misto e ampliação de universo amostral com definição de critérios para ponderação de pesos entre os atores. Por fim, é importante salientar que mesmo com toda a automação fornecida pela mineração de dados, ainda se faz necessária interação humana ao final do processo para avaliar os resultados obtidos na mineração. Diante disso, Moraes & Ambrósio (2007), constataram que o usuário não solicita exatamente uma busca, mas sim uma análise de um texto. Contudo, este não recupera o conhecimento em si. Assim, é importante que o resultado da consulta seja analisado e contextualizado para posterior descoberta de conhecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



CARRILHO JUNIOR, João Ribeiro. Desenvolvimento de uma Metodologia para Mineração de Textos. 2007. Disponível em: <[http://www.maxwell.vrac.pucrio.br/Busca\\_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=11675@1](http://www.maxwell.vrac.pucrio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=11675@1)>. Acesso em 26 jun. 2018.

F BACH. Online learning for matrix factorization and sparse coding *Journal of Machine Learning Research* 11 (Jan), 19-60, 2010 Acesso em: 03 maio 2018.

FELDMAN, R.; SANGER, J. *The Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 2007.

GRUPTA, V.; LEHAL, G. S. *A Survey of Text Mining Techniques and Applications*. *Journal of Emerging Technologies in web intelligence*, 2009

LORENZATTI, A. SOBÉK: uma Ferramenta de Mineração de Textos. Caxias do Sul/RS: UCS, 2007. Trabalho de Conclusão de Curso.

MORAIS, Edison Andrade Martins; AMBROSIO, Ana Paula L. Mineração de Textos. Relatório Técnico. Universidade Federal de Goiás, 2007.

PERNAMBUCO. Secretaria das Cidades do Governo de Pernambuco. Capibaribe e Beberibe: Uma Nova Perspectiva. Recife, 2009.

SARMENTO, Wagner. Projeto de navegabilidade do Rio Capibaribe é exemplo do descaso. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/05/projeto-de-navegabilidade-do-rio-capibaribe-e-exemplo-do-descaso.html>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

SCHENKER, Adam. *Graph-Theoretic Techniques for Web Content Mining*. Florida: University of South Florida, 2003. PhD Thesis.

SERAPIÃO, Paulo Roberto Barbosa et al. Uso de mineração de texto como ferramenta de avaliação da qualidade informacional em laudos eletrônicos de mamografia. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rb/v43n2/a10v43n2.pdf>>. Acesso em: 03 maio 2018.

SILVA, C. C. G.; MELLO, S. C. B. (2017) Recife, Veneza Brasileira: repensando a mobilidade urbana a partir de seus rios. *Cidades, comunidades e territórios*. Lisboa, nº 34, p.110-132

TAN, A. H. *Text Mining: the state of the art and the challenges*. Kent Ridge Digital Labs, 1999. WIVES, L. K. *Tecnologias de descoberta de conhecimento em textos aplicadas à Inteligência Competitiva*. Exame de qualificação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

## **ANÁLISE DOS EFEITOS DE FATORES INFLUENCIADORES DA DEMANDA POR TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES BRASILEIRAS**

**Ligia Rabay**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
ligi.rabay@gmail.com

**Maurício Oliveira de Andrade**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
mauandrade@gmail.com

### **RESUMO**

A análise da influência de fatores na demanda por transporte público no Brasil é explorada neste estudo para definir as características significantes do país. Através de pesquisas em diversos cenários, é possível entender desde as causas da diminuição de passageiros até as estratégias para atrair novos usuários para o sistema. Além disso, em países subdesenvolvidos, como o Brasil, o conhecimento das características significativas do transporte público é um ponto determinante para a necessidade atual de desenvolver sistemas atrativos e eficientes. Neste âmbito, o artigo tem como objetivo investigar as variáveis definidas na literatura e encontrar os parâmetros que melhor expliquem o contexto brasileiro. A metodologia se baseia nos testes das variáveis clássicas existentes através de dados secundários disponíveis, em um corte transversal no ano de 2015. Os dados são de 16 importantes cidades brasileiras e foram testados no software SPSS. Fatores como tarifa, renda, preço da gasolina, densidade de atendimento do transporte público, índice de Gini e serviço substituto foram testados contra a demanda de passageiros do transporte público per capita. As variáveis que apresentaram resultados significantes foram a densidade da rede de transporte público e a proporção de motos com relação à frota total. As conclusões encontradas tiveram características semelhantes às estudadas na literatura, com ressalva para a grande influência que teve a porcentagem de motos, mesmo esta sendo uma característica com significância esperada no cenário brasileiro.

## INTRODUÇÃO

Desde a publicação do primeiro relatório, 'The Demand for Public Transport' de Webster e Bly (1981), estudos são realizados para analisar a demanda por transporte público ao redor do mundo. Esta questão sempre foi discutida, tanto pela análise de sistemas existentes com bom desempenho, como pelo diagnóstico de sistemas deficitários a fim de atinar para possíveis melhorias. Isto porque, a demanda tem a característica de ser flutuante em ambos os casos, podendo gerar cenários positivos e negativos num mesmo sistema ao longo do tempo. Os estudos sobre o tema geralmente buscam obter os principais fatores que possam influenciar os cenários, analisando a dimensão de cada parâmetro. Este conhecimento se torna necessário no sentido de ter a percepção de como deve ser tratado o transporte público a fim de torná-lo mais atrativo e reduzir a intensidade da variação da demanda.

A falta de valorização dos sistemas de transporte público no Brasil e o contínuo aumento da busca pelos modos privados vêm fazendo com que pesquisadores, especialistas e gestores atentem para este tema. O crescimento desordenado das cidades, a falta de um planejamento urbano eficiente e a cultura de valorização do transporte privado gerou um cenário caótico no país que está reforçando a necessidade de se estudar alternativas para mudar a situação. Esta preocupação está enfatizada na Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, sendo uma delas a priorização do transporte público coletivo em detrimento do individual.

Assim sendo, este artigo envolve a problemática da diminuição de passageiros no transporte público brasileiro através da análise de fatores relevantes que influenciam a demanda em algumas das principais cidades brasileiras em um corte transversal no ano de 2015. Por meio de um agrupamento de estudos internacionais, foi possível identificar as principais variáveis analisadas e os determinantes relacionados ao cenário estudado. Algumas variáveis clássicas como tarifa, renda, preço dos bens substitutos e qualidade do serviço são analisadas no presente estudo.

O objetivo geral desta pesquisa é testar as variáveis clássicas de definição da demanda em um mercado de cidades brasileiras, através de um corte transversal, a fim de entender os motivos que têm gerado a diminuição da demanda por transporte público. Para isso, os objetivos específicos definidos foram identificar as variáveis com influência relevante na demanda por transporte público no mundo; detectar os tipos de análise e modelos pertinentes para o estudo em questão e analisar o cenário brasileiro para o ano estudado através dos fatores relevantes verificados no modelo de regressão.

A metodologia do artigo se baseia em testar a influência de cada variável, através de dados secundários coletados nas cidades, por meio da análise de regressão linear executada pelo software SPSS. Com isso, validar este modelo e interpretar dos dados através das características brasileiras e do contexto em que elas estão fundamentadas. A expectativa é que com as variáveis testadas seja possível atestar algumas das características das principais cidades brasileiras com o intuito de sugerir ações que possam atrair usuários para o transporte coletivo e amenizar a constante queda de demanda. Dessa forma, é possível entender quais os fatores que influenciam a demanda por transporte público no Brasil e assim responder a questão base deste artigo.

O artigo está estruturado em cinco seções, sendo a primeira delas esta introdução. A segunda seção tem como propósito caracterizar a demanda por transporte público, apresentar as principais variáveis estudadas internacionalmente e detalhar algumas características do cenário brasileiro. A terceira seção apresenta a metodologia utilizada e explica os tipos de dados coletados e a aplicação deles no software. Por fim, as quarta e quinta seções são responsáveis por apresentar os resultados e discussões e conclusões, respectivamente, sendo nesse ponto feita a interpretação do contexto brasileiro baseado nos resultados encontrados e as discussões relacionadas às possibilidades de melhoria do sistema.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Os transportes públicos representam mais do que um meio de locomoção, eles são responsáveis pela mobilidade de grande parte da população mundial. Devido ao estilo de vida moderno da população, a demanda por transporte continua crescendo e a necessidade de sistemas de transporte público também. O conhecimento das características do transporte público é necessário para entender os fatores que afetam a sua demanda. A partir dessas propriedades, o transporte público pode ser definido como, primeiramente, dinâmico e interativo, pela possibilidade de combinação dos tipos e necessidades dos passageiros e diversos modos de transporte. Depois, como dependente do tempo, pela variação de demanda ao longo dos períodos do dia, mês ou ano. E, por último, como o mais universal possível, pois busca atender as diferentes expectativas geradas por passageiros de horários e propósitos diferentes (POLAT, 2012).

Os fatores que influenciam a demanda por transporte público são então explorados a partir principalmente das três características discutidas por Polat (2012) para atender as necessidades dos passageiros. Além disso, segundo Souche (2010), os modelos de demanda de viagens urbanas devem ser estimados para avaliar as possíveis tendências

das cidades futuras e das suas dificuldades com a maior precisão possível. Para tal, o modelo é construído a partir dos fatores estruturais da demanda por transporte público identificado na literatura.

Desde os primeiros estudos da demanda por transporte público, a necessidade surge de problemas com as estratégias de crescimento ou manutenção da demanda. Para Webster e Bly (1981), no primeiro relatório sobre o assunto, o objetivo do estudo era entender como reverter o cenário de perda acelerada de passageiros do transporte público. Já para Balcombe *et al.* (2004), o objetivo era buscar os fatores significativos que manteriam os passageiros assíduos e atrairiam mais pessoas para o sistema.

No estudo de Rahman e Balijepalli (2016), os autores apontam que a maioria das pesquisas existentes no assunto tem em foco um pequeno grupo de países com sistema de transporte bem desenvolvido. No caso dos países em desenvolvimento quase não existem evidências destas pesquisas no passado, com exceção de algumas recentes. Dessa forma, os autores salientam que este tipo de pesquisa possui um objetivo relevante na maioria desses países, como é o cenário deste artigo, visto que novas infraestruturas e sistemas estão sendo planejados e executados e a viabilidade delas dependerá fortemente do conhecimento dos determinantes da demanda.

No âmbito nacional, um estudo sobre a demanda de transporte público nas nove maiores capitais brasileiras foi realizado por Carvalho e Pereira (2011) e teve como objetivo avaliar a influência da tarifa e a renda. Os autores apontam que é importante entender a noção de que, em países como o Brasil, o transporte coletivo atende pessoas de média e baixa renda e a tarifa pode ser um instrumento de inclusão e mobilidade. Além da ideia da renda como fator direto negativo, podendo assim causar a descontinuidade da recuperação da demanda se a crise econômica permanecer.

As variáveis relacionadas à demanda encontradas na literatura possuem diversas características, desde as clássicas até algumas específicas do contexto em estudo. Para Balcombe *et al.* (2004) estas variáveis estão normalmente ligadas à questões econômicas, como tarifa, preço de combustíveis, renda e produtos substitutos, e a qualidade do serviço, por exemplo, frequência, confiabilidade e transbordos.

Para Souche (2010), as variáveis estruturais clássicas para determinar a demanda por viagens urbanas, incluindo o transporte público, são o custo do usuário do referido modo de transporte, neste caso a tarifa, a renda da população e as quantidades disponíveis de bens e serviços. Além disso, Paulley *et al.* (2006) atentam para os fatores relativos à qualidade do serviço e afirmam que alguns parâmetros relativos ao tempo

podem ser quantificados facilmente ao contrário de outros fatores como confiabilidade, características do veículo e fornecimento de informações.

A tarifa, segundo Balcombe *et al.* (2004), é o fator mais estudado com relação à demanda, por ser fácil de estimar as suas mudanças através dos frequentes reajustes. De acordo com Litman (2007), existem múltiplos fatores além do valor da tarifa que induzem a forma como o preço afeta às pessoas, como classe social, período do dia, distância, qualidade do serviço, custo dos serviços substitutos, condições de tráfego e meteorológicas.

O segundo fator econômico mais estudado é a renda. Mudanças neste parâmetro geram dois tipos de influência: direta e indireta. A influência direta da renda na demanda por transporte público pode ser positiva ou negativa dependendo de como é caracterizado o bem e a influência indireta ocorre através da propriedade do automóvel, sendo esta sempre negativa. Os efeitos combinados tem potencial de modificar os padrões de viagens das pessoas, reduzindo assim a demanda por transporte público (PAULLEY *et al.*, 2006; Holmgren, 2013).

Conforme Holmgren (2013), cabe destacar que o foco de muitos estudos é na tarifa e na qualidade do serviço por serem parâmetros com maior disponibilidade de dados. Porém, é importante destacar que dependendo das características do mercado, outros fatores também devem ser considerados. Um exemplo disso é destacado por Cordera *et al.* (2015) através do estudo da taxa de desemprego como variável. Segundo os autores, esse parâmetro não é normalmente considerado, mas pode ter um impacto direto sobre a demanda como resultado dos ciclos econômicos existentes.

A pesquisa realizada por Souche (2010) traz resultados com destaque para duas variáveis próximas às encontradas neste artigo: o custo do usuário de viagens (por carro particular e transporte público) e densidade urbana. Segundo a autora, estas variáveis se sobressaíram em vários testes econométricos para uma amostra de 100 cidades do mundo inteiro e a influência encontrada na demanda coincide com os dados clássicos da literatura. Os resultados mostram, sem surpresas, que as pessoas buscam mais o carro à medida que o custo da viagem e a densidade urbana são baixos. Ao contrário, os passageiros buscam o transporte público ao passo que ocorre o aumento dessas duas variáveis, atrelado a redução do custo médio do transporte público.

## **Densidade da rede**

A densidade da rede ou também chamada de densidade de rota é um dos atributos que definem a qualidade do serviço de transporte. Velocidade comercial média e frequência do serviço são outros parâmetros que também entram nessa categoria (DALDOUL *et al.*, 2016). Conforme Balcombe *et al.* (2004), a densidade afeta diretamente o transporte, pois quanto mais passageiros e menos tempo de viagem, maiores serão a densidade demográfica.

Já para Souche (2010), mesmo a demanda tendo sido uma variável destacada no seu modelo, a autora ressalta que é uma prática atual considerar variáveis espaciais. No entanto, este tipo de variável que descreve a qualidade do serviço de transporte público parece ter menos efeito sobre a demanda. Desta forma, vale ressaltar que as variáveis significativas para os contextos estudados na literatura nem sempre têm a mesma intensidade de relevância em todos os casos. O contexto do estudo é um fator importante nos resultados obtidos.

### **Serviço substituto**

Serviço substituto é muito estudado na literatura através da proxy propriedade de carro. De acordo com Balcombe *et al.* (2004), o aumento deste indicador tem efeito direto no uso do transporte público. Os autores também destacam que a aquisição de um carro por um indivíduo gera perda de viagens para o transporte público não só da pessoa que comprou o veículo, mas também de alguns trajetos dos membros da família. Nesse caso, dependendo do preço e da qualidade oferecida pelo transporte público, a família pode estar mais ou menos inclinada a aderir à viagem do carro disponível.

Cordera *et al.* (2015) ressaltam que a utilização da propriedade do automóvel como variável no modelo pode gerar colinearidade caso a renda esteja incluída como outro fator investigado. Assim, pesquisadores que decidem analisar a influência de um serviço substituto, não devem utilizar a renda no modelo. Além disso, os autores apontam que esse problema é frequente porque não ocorre só entre esses dois fatores, mas também pode aparecer com o preço do combustível, por exemplo. Por isso, é importante buscar a intensidade da influência de quantos fatores forem possíveis para encontrar o de maior resposta sobre a demanda.

No caso deste estudo, a variável serviço substituto foi medida pela porcentagem de motos com relação à frota total de veículos das cidades. Este parâmetro foi escolhido dessa forma pelo fenômeno no país relacionado à propriedade desse veículo. Segundo Vasconcellos (2008), a partir dos anos 1990, quando começou o processo de liberação econômica e de privatização, as motocicletas tornaram-se relevantes no mercado

brasileiro. Para o autor, uma parte significativa dos compradores substituiu o transporte público pela motocicleta por questões econômicas ou de má qualidade. Além disso, o autor ressalta que o motivo principal do incentivo público veio da ideia de industrialização e motorização da população como “progresso” e da associação ao conceito de garantia de acesso dos grupos sociais mais pobres a veículos motorizados.

## **METODOLOGIA**

A busca da definição dos fatores que influenciam a demanda por transporte público pode ser feita através de modelos desde os mais simples e comumente utilizados até os mais robustos. Como destaca Holmgren (2007), os novos estudos costumam continuar usando métodos semelhantes desde os primeiros trabalhos, mas aplicando-os a novos dados. Para o autor, isso é necessário, pois as influências variam entre os países ou ao longo do tempo, não descartando também que os estudos já existentes podem auxiliar na caracterização dos novos.

Ademais, Daldoul *et al.* (2016) aponta que as formas mais utilizadas de estimar modelos de demanda de transporte são as lineares e as log-lineares e que a função linear é amplamente utilizada por ser simples de estimar e com resultados fáceis de serem interpretados. Assim, a metodologia deste artigo busca principalmente testar modelos econométricos para buscar a forma mais significativa de interpretar os parâmetros relacionados à demanda por transporte público no Brasil.

Na primeira fase da metodologia, o objetivo foi buscar dados secundários das principais cidades brasileiras disponíveis no ano de 2015 através das agências e associações nacionais e dos órgãos gestores municipais. Nesta etapa, foram obtidos dados de 16 importantes cidades do país. A partir disso, a segunda fase teve como foco encontrar o modelo econométrico que melhor se adequasse aos dados para um intervalo de confiança de 95%. Para isso, foram testadas várias variáveis, como tarifa, renda, preço do combustível, índice de desigualdade, densidade da rede e serviço substituto, isoladamente e em conjunto umas com as outras, com o objetivo de encontrar os fatores com maior significância para o modelo.

Com o modelo mais significativo encontrado, foi necessário validar as hipóteses do modelo clássico de regressão linear (MCRL) e com esta validação garantir que o resultado possui significância. Dessa forma, foi possível interpretar os dados e entender algumas causas significantes do cenário de evasão de demanda do país.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados referem-se a 16 cidades: Aracaju, Belo Horizonte, Campinas, Campo Grande, Curitiba, Fortaleza, Goiânia, João Pessoa, Macapá, Maceió, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e Teresina. O modelo utilizou dados em corte transversal para buscar o entendimento das características da demanda presentes nas diversas cidades do país examinando o efeito destas sem a relação temporal.

O modelo econométrico que mais gerou significância para este estudo foi o modelo de regressão linear com uma variável dependente e duas variáveis independentes. A variável dependente é a demanda de passageiros anual normatizada pela população das cidades, sendo esse um parâmetro viável para comparação. As variáveis dependentes são: como uma proxy de qualidade, a densidade da rede de transporte público que reflete a densidade de atendimento, calculada através dos quilômetros rodados do transporte público diário pela área da cidade,  $a$  e uma proxy de um produto substituto, a proporção de motos pela frota total de veículos.

Os resultados da regressão executada pelo software SPSS estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. A primeira observação feita é que os coeficientes padronizados são significativos, pois suas significâncias estão abaixo dos 5% de delimitação através do intervalo de confiança de 95%. A estatística F também traz um valor relevante, mostrando que de forma geral as variáveis são estatisticamente importantes para a regressão. Paralelamente, foram feitas regressões com outros modelos como log-linear e log-log, porém a significância dos coeficientes destes dois modelos resultou em valores acima dos 5% e os  $R^2$  ajustados abaixo do valor de 0,541. Além disso, a dependência da demanda foi testada através de várias variáveis clássicas, como tarifa normatizada pela renda per capita e pela população, a própria renda, o preço da gasolina e o índice de Gini. Porém, nenhum desses parâmetros resultou em influência significativa na demanda através de um estudo em corte transversal.

**Tabela 1: Resultados da regressão – Correlações, Qualidade do modelo e teste F.**

Correlações		Sumarização do modelo			ANOVA	
Demanda e Densidade	Demanda e % de motos	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	F	Sig. F
0,677	-0,656	0,776	0,602	0,541	9,845	0,002

**Tabela 2: Resultados da regressão – Coeficientes, teste t, significância e teste de colinearidade**

	Coeficientes Padronizados (Beta)	t	Sig.	Tolerância	VIF
Constante	-	6,998	0,000	-	-

Densidade de atendimento do TP	0,472	2,371	0,034	0,773	1,293
% de Motos	-0,431	-2,169	0,049	0,773	1,293

Com relação ao  $R^2$  obtido nos resultados, Gujarati e Porter (2011) ressaltam que os valores relativamente baixos deste parâmetro são característicos de dados em corte transversal. Além disso, como a maior significância do modelo só foi encontrado com duas das variáveis disponíveis, também podem existir outras variáveis que não foram levadas em conta, mas que ajudariam a melhor caracterizar a demanda.

Outra hipótese importante testada foi a da heteroscedasticidade. Neste caso, o teste realizado para esse modelo foi o teste geral de White, onde é feita uma regressão auxiliar com os resíduos ao quadrado da regressão principal contra as variáveis originais, seus valores elevados ao quadrado e o produto deles. Com isso, o  $R^2$  encontrado multiplicado pelo tamanho da amostra deve ser um valor menor do que o valor crítico da distribuição quiquadrado para 5 graus de liberdade e 5% de significância. O valor da multiplicação encontrado foi 9,344, enquanto o valor quiquadrado é 11,071, concluindo assim pela homocedasticidade do modelo.

A estatística descritiva dos resíduos também gerou resultados favoráveis ao modelo com média dos erros igual a zero, como previsto. Com relação à multicolinearidade, não existe um acordo que defina os valores de tolerância e VIF para a aceitação do modelo. Porém, os valores mais populares na definição dos parâmetros são um valor de tolerância acima de 0,1 e de VIF abaixo de 10 para confirmação de que não há multicolinearidade no modelo. Os valores deste estudo estão relativamente longe do limite, validando assim também essa hipótese.

Mais uma hipótese importante testada foi a da normalidade. No caso em estudo, utilizou-se o teste de Jarque-Bera para verificar esta hipótese. Segundo o teste, os valores ideais de assimetria e curtose são, respectivamente, 0 e 3. No nosso modelo, os valores encontrados de assimetria e curtose foram -0,170 e 1,422. O valor da assimetria está relativamente próxima de zero, mas a curtose não está. No entanto, quando se tem uma amostra reduzida, como é o caso, e um valor do erro padrão razoável a alto, 0,564 e 1,091 para o teste, se pode afirmar que o resultado não teve significância. Nesta situação, se pode aceitar a normalidade quando outras inferências prejudicariam o modelo e quando os outros testes são validados.

No âmbito dos coeficientes encontrados, é possível afirmar que a densidade de atendimento do transporte público tem uma relação positiva com a demanda e a

porcentagem da frota de motos uma relação negativa com uma intensidade ligeiramente menor. Neste caso, interpreta-se que, independente do porte da cidade, quanto maior for a sua densidade de atendimento do transporte público e menor for sua proporção de motos, maior será a quantidade de viagens per capita realizadas por ano em transporte público.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O resultado encontrado no modelo de regressão traz à tona algumas análises relevantes sobre o cenário brasileiro atual. O primeiro ponto importante é a densidade de atendimento do transporte público ou, similarmente, a oferta. Este aspecto mostra que quanto mais quilômetros rodados por área da cidade, maior a oferta do transporte público, especialmente falando, gerando assim, uma atratividade maior dos passageiros e conseqüentemente, uma demanda maior. Assim, uma cidade mais densa, tem mais chances de ter mais utilização do transporte público do que uma cidade mais dispersa. O parâmetro de densidade é bem comentado na literatura e possui esta mesma tendência em outros estudos, confirmando assim, a coerência da estimativa.

A variável que trouxe uma singularidade ao resultado foi a proporção de motos na frota total. O resultado mostrou o quanto este parâmetro influencia a demanda por transporte público, com intensidade semelhante à densidade de atendimento, porém em sentido oposto, como previsto na literatura de serviço substituto. Pode-se observar pelo crescimento da frota de motos no país que ela tem um grande potencial de atrair os passageiros, devido à sua vantagem relacionada à velocidade, gerando pressão sobre o transporte público. No entanto, essa vantagem da motocicleta gera controvérsia, pois ela só existe quando as pessoas utilizam de forma irregular, infringindo as leis de trânsito, andando entre os carros, subindo em calçadas e entre outras manobras para avançar no percurso e ganhar tempo em relação aos outros modos.

Isto posto, algumas medidas que podem ajudar a melhorar a mobilidade nas cidades e buscar a qualidade do sistema estão relacionadas a dois pontos principais: itinerários e fiscalização. O primeiro deles está relacionado ao aumento ou reorganização de itinerários para buscar uma maior densidade da rede e conseqüentemente, uma maior oferta espacial do transporte público. E o segundo, a fiscalização no trânsito ao uso indisciplinado das motos, buscando mais segurança para todos e gerando

consequentemente aumentos no tempo de viagem de moto poderiam desestimular o uso excessivo da mesma. Um exemplo desta segunda medida foi à regulação das motocicletas chamadas de 'cinquentinhas'. Com a regulação, a necessidade de emplacamento, carteira de motorista e pagamento de impostos gerou uma redução drástica da venda e do uso dessas motos no país.

## REFERÊNCIAS

- Balcombe, R., Mackett, R., Paulley, N., Preston, J., Shires, J., Titheridge, H., Wardman, M., White, P. (2004). *The Demand for Public Transport: A Practical Guide*. TRL Report TRL593. Wokingham, UK: Transport Research Laboratory.
- Carvalho, C. H. R., & Pereira, R. H. M. (2011). *Efeitos da variação da tarifa e da renda da população sobre a demanda de transporte público coletivo urbano no Brasil* (No. 1595). Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- Cordera, R., Canales, C., dell'Olio, L., Ibeas, A (2015). Public transport demand elasticities during the recessionary phases of economic cycles. *Transport Policy*, v. 42, p. 173-179.
- Daldoul, M., Jarboui, S., Dakhlaoui, A (2016). Public transport demand: dynamic panel model analysis. *Transportation*, v. 43, n.3, p. 491-505.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Econometria Básica*. AMGH Editora. 5ª Edição.
- Holmgren, J. (2007). Meta-analysis of public transport demand. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 41, n.10, p. 1021-1035.
- Holmgren, J. (2013). An analysis of the determinants of local public transport demand focusing the effects of income changes. *European Transport Research Review*, v. 5, n.2, p. 101-107.
- Lei, N. 12.587, de 3 de janeiro de 2012. *Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana*.
- Litman, T. (2007). *Transit Price Elasticities and Cross-Elasticities*. Victoria Transport Policy Institute. Victoria, Canadá,
- Paulley, N., Balcombe, R., Mackett, R., Titheridge, H., Preston, J., Wardman, M., ... & White, P. (2006). *The demand for public transport*. The effects of fares, quality of service, income and car ownership. *Transport Policy*, 13(4), 295-306.
- Polat, C. (2012). *The demand determinants for urban public transport services: a review of the literature*. *Journal of Applied Sciences*, 12(12), 1211-1231.
- Rahman S., Balijepalli, C. (2016). Understanding the determinants of demand for public transport: Evidence from suburban rail operations in five divisions of Indian Railways. *Transport Policy*, v. 48, p. 13-22.
- Souche, S. (2010). *Measuring the structural determinants of urban travel demand*. *Transport policy*, v. 17, n.3, p. 127-134.
- Vasconcellos, E. A. (2008). *O custo social da motocicleta no Brasil*. *Revista dos Transportes Públicos-ANTP*, ano, 30, 31.
- Webster, F. V., & Bly, P. H. (1981). *The demand for public transport*. Part I. the changing environment in which public transport operates. *Transport Reviews*, 1(4), 323-351.

# **DEL TRANSPORTE PÚBLICO A LA MOTOCICLETA. UNA EVIDENTE Y CRECIENTE AMENAZA PARA LA SOSTENIBILIDAD DE BOGOTÁ.**

**Edder Alexander Velandia Durán**

Universidad de La Salle, Bogotá D.C., Colombia, evelandiad@unisalle.edu.co

**Urazán Bonells Carlos Felipe**

Universidad de La Salle, Bogotá D.C., Colombia, caurazan@unisalle.edu.co

**Rojas Suárez Jhan Piero**

Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia, jhanpiero Rojas@ufps.edu.co

## **RESUMEN**

Los crecientes tiempos de viaje de los bogotanos hacen de la motocicleta la mejor opción por su flexibilidad en el tráfico y por ser una alternativa de transporte asequible. La posibilidad de movilizarse en un vehículo particular para evitar las incomodidades que hoy son comunes en el servicio de transporte público urbano en hora punta, refuerza la opción de la moto. Adicionalmente, el incremento del precio del transporte público y la necesidad de realizar varios desplazamientos diarios por motivos laborales o por motivaciones variables se suma como otra ventaja económica de la motocicleta. Queda establecido que bajo un criterio de movilidad sostenible se prefiere que la tendencia del ciudadano sea por el transporte público antes que la motocicleta, no obstante, las ventajas financieras para la adquisición de la motocicleta y como herramienta de trabajo permiten proyectar que la tasa de posesión por ciudadano será creciente a niveles superiores que los del automóvil, aun cuando la proporción del número de usuarios seguirá siendo mayor en el transporte público.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Bogotá D.C. es la ciudad más importante de Colombia con una población cercana a los 8 millones de habitantes. Con relación a las cifras de transporte, en el año 2012, la SMD presentó los resultados de la encuesta de movilidad 2011. El estudio señaló que el transporte público es el pilar de la movilidad de los bogotanos. Con relación a los viajes con duración mayor a 15 minutos (11.587.750 viajes) se encontró que el 27,5% de los bogotanos se desplaza a pie; el 28% en transporte colectivo; 12,7% en Transmilenio (incluye alimentadores); 14,5% en vehículo particular; 5,1% en taxi; 3,8% en bicicleta y 3% en motocicletas. Para el año 2011, según la SDA (2017), en la ciudad se registraban 269.461 motocicletas y 1.184.387 vehículos particulares.

Por su parte, la SDM presentó en el año 2016 los resultados de la encuesta de movilidad 2015. El estudio señaló que en un día hábil se desarrollaron 12.755.826 viajes mayores a 15 minutos. Se encontró que el 20,6% de los bogotanos se desplaza a pie; el 26,7% en transporte colectivo; 17,9% en Transmilenio (incluye alimentadores); 13,2% en vehículo particular; 5,5% en taxi; 4,5% en bicicleta y 5,5% en motocicletas. Para esta fecha, según la SDA (2017) en la ciudad se registraban 449.283 motocicletas y 1.567.155 vehículos particulares. En el año 2015, el sistema troncal BRT-TM incluye todas las fases operativas a la fecha y la implementación en un 40% del SITP.

Las cifras de pasajeros en el transporte público ratifican la relevancia que tiene esta opción de transporte entre los bogotanos. Sin embargo, en este segmento es donde se encuentran los ciudadanos más insatisfechos por la calidad del servicio, el costo del transporte, la accesibilidad en algunas zonas de la ciudad e incluso problemas de seguridad y contaminación. Según el observatorio de movilidad de la Cámara de Comercio de Bogotá (2016), en el año 2014, la percepción del sistema tronco-alimentador tiene una calificación por parte de los usuarios de 2,5 sobre 5; el transporte colectivo tradicional de 3,1 y los buses del SITP de 3,0. Estas cifras respecto al año 2013 muestran una tendencia al deterioro y curiosamente se observó que la población tiene una mejor aceptación del transporte colectivo tradicional. El estudio mostró que en promedio del 55% de los ciudadanos utiliza el sistema BRT y el SITP por obligación. Por último, se señala que el tiempo de viaje en el sistema BRT se incrementó en 13% entre el periodo 2014-2015, mientras que en ese mismo periodo, el incremento del tiempo de viaje en TPC y SITP fue marginal.

TM como sistema de transporte ha generado importantes beneficios para la ciudad, sin embargo, su éxito y dificultades en su gestión trajo consigo una alta ocupación de los vehículos y su integración con la red vial urbana significó una reducción de la velocidad en hora pico por congestión en intersecciones y en las propias rutas segregadas. Además, los altos niveles de ocupación en estaciones representan limitaciones para la accesibilidad y la dependencia energética del diésel significó presiones en su modelo financiero que se han transferido al usuario vía tarifa (USD\$0,75 / año 2017). Con el comienzo del año 2018, en Bogotá, se realizó un nuevo incremento del precio del pasaje al usuario en \$100, incremento porcentual del 4,54% que es inferior al 5,9% definido como referencia para el ajuste del salario mínimo mensual vigente (SMLMV).

En términos de cifras se puede entender que el incremento es aceptable, sin embargo, es importante reconocer lo que representa este valor para una familia de bajos ingresos. Para una familia que reciba ingresos cercanos a los 2 SMLMV, el peso del transporte en la canasta de costos familiares se aproxima al 16%, costo que no puede

sustituirse ya que los desplazamientos diarios al trabajo o estudio son obligatorios y de estos dependen los propios ingresos familiares.

En resumen, las deficiencias en la calidad del servicio de transporte público, el precio y la velocidad de los desplazamientos en motocicletas en la congestionada Bogotá hacen que los usuarios del transporte público migren a opciones como la moto, vehículo asequible, rápido, flexible y con bajos costos operacionales. Los puntos comerciales de motocicletas se han ubicado en proximidad a las estaciones de Transmilenio y en proximidad a corredores principales de transporte público (figura 1) e incluso, dentro de las estaciones de Transmilenio se hace promoción a este modo de transporte (figura 2), una estrategia equivocada de ingresos para el sistema ya que fomenta el uso de modos considerados como competencia.

**Figura 1. Corredor troncal Caracas, estación Calle 63. Transmilenio**



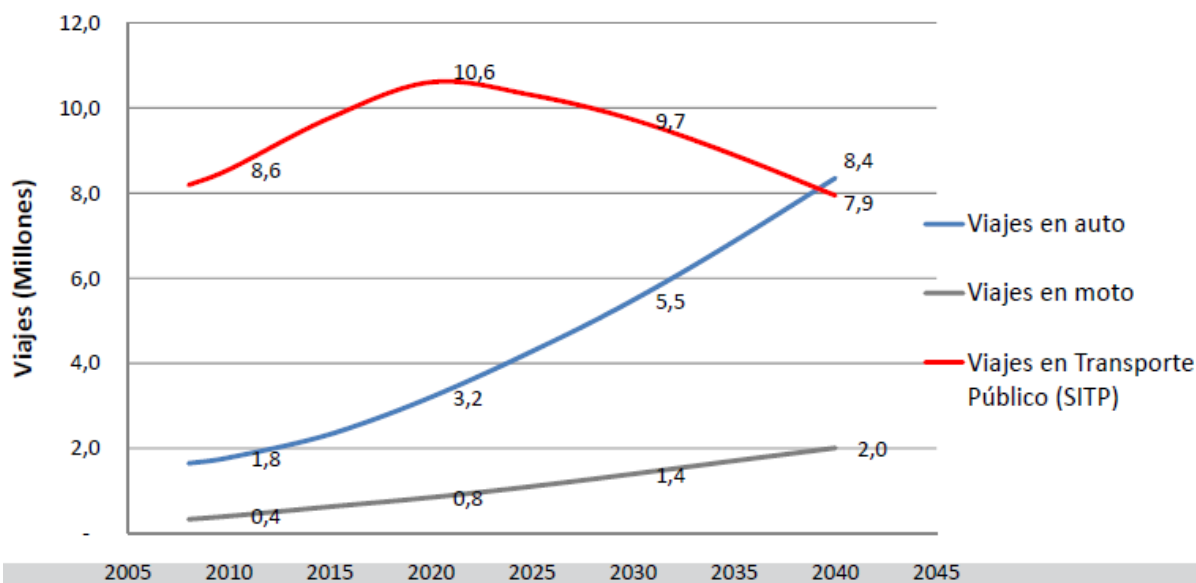
**Figura 2. Vista interior estación Jiménez, Transmilenio**



### 3. LA MOTOCICLETA COMO MODO DE TRANSPORTE

El estudio de proyección de la movilidad en Colombia al año 2040, presentado en el año 2009 por la Universidad de Los Andes (Acevedo et al., 2009) proyectó un aumento significativo en el parque automotor, al punto que el número de carros (de 700 mil registrados en el año 2009, pasará a 3,3 millones en el año 2040) y motos (de 80 mil pasará a 420 mil en 2040). Esta proyección se acompaña de la conclusión de que los viajes diarios en transporte público en Bogotá, que al año 2009 eran 8,6 millones, subirían a un máximo de 10,6 millones en 2020 y a partir de allí empezarían a disminuir, hasta una cifra de 7,9 millones en 2040 (y seguirían disminuyendo inexorablemente hacia el futuro). Lo anterior se articula con un creciente pero menor números de viajes en la capital que llegaría a 2 millones y un también creciente número de viajes en automóvil de 8,4 millones para ese mismo año (Figura 3).

**Figura 3. Número de viajes realizados por modo, proyectados al año 2040. Bogotá**



Fuente: Acevedo et.al. (2009).

La creciente demanda de motocicletas en el mercado nacional ha posicionado a Colombia como el segundo productor de motocicletas en la región, con cerca de 533 mil unidades fabricadas en el año 2016 (ANDI, 2017). Recientemente, según el MinTransporte (2017), para finales del año 2017, el número de motocicletas en el país fue de aproximadamente 7,3 millones de unidades y superó al número de automóviles, camperos y camionetas registrados que se acercó a 5 millones de unidades. Sólo en el año 2016 se registraron cerca de 540 mil motocicletas en el país y la región de Bogotá se concentró el mayor número de ventas.



Con base en estas cifras, se considera que, incluso las preocupantes y altas proyecciones de Acevedo et.al (2009), pueden estar siendo menores a la realidad, hecho que representa una gran amenaza en términos energéticos, ambientales y en salud pública para el país. Por ejemplo, se estima que en 20 años el 50% de las gasolinas en el país serán consumidas por las motocicletas.

En Bogotá, si bien la participación de la motocicleta es baja comparativamente con los modos mencionados, debe señalarse que son los usuarios del transporte colectivo y masivo los principales interesados en migrar a otras opciones de transporte como el automóvil y especialmente la motocicleta. Pero más allá de su escasa participación modal, la motocicleta muestra claramente un notable crecimiento en la última década. En el año 2007 se registraban 112 mil unidades; para finales del año 2017 se registraron 465 mil unidades. Con estas cifras, en la última década el crecimiento de motocicletas en Bogotá fue de 415%. En la figura 4 se evidencia la importante presencia de motociclistas en una zona con alto tráfico de Bogotá.

**Figura 4. Panorama corredor vial en zona centro de Bogotá**



De acuerdo a los estudios públicos y las encuestas realizadas a los motociclistas, se encuentra que los propietarios de la moto son principalmente de los estratos socio-económicos 2 y 3 (relacionados con bajos ingresos económicos). De acuerdo a encuestas a motociclistas realizadas en esta investigación se encontró que cerca del 60% de ellos utilizaba el transporte público como su opción de transporte.

En términos de seguridad vial, el cambio de modo de transporte público a la motocicleta ha generado mayores riesgos para la población y un mayor número de accidentes. En este sentido, la propensión a sufrir accidentes es sustancialmente menor como pasajero del transporte público que como conductor de la motocicleta (CFPV,

2011). A la fecha se estima que cada 2 días muere un motociclista en Bogotá y este hecho se convierte en un tema de salud pública.

Por otra parte, de acuerdo a cifras de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá en reporte al año 2013, el transporte público colectivo y los camiones aportan la mayor cantidad de material particulado. El estudio expone que el transporte público colectivo local y zonal sumado al transporte masivo TransMilenio, aporta el 33% de las emisiones en Bogotá. Por su parte, las motocicletas en la ciudad son responsables del 11%, cifra levemente inferior al 17% que aplica a los vehículos particulares (incluyendo camperos y camionetas) y al servicio público individual (taxi).

Según la SDA (2017), las motocicletas equivalen al 24% del total de vehículos utilizados en Bogotá. Una motocicleta, con cilindraje mayor a 150 cc de gasolina y motor cuatro tiempos emite 167 gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro recorrido y pasajero transportado. En términos de eficiencia energética, el cambio modal de usuario de transporte público a motocicletas genera un incremento en la demanda energética per-cápita en la ciudad (Velandia, 2015).

#### **4. LA COMPETENCIA DE LA MOTOCICLETA AL TRANSPORTE PÚBLICO**

Contrariamente a lo esperado, la oferta de transporte masivo y la política local de movilidad no han entregado resultados eficaces para desestimular el uso del automóvil en Bogotá. El incremento del ingreso per-cápita entre la población bogotana, la proximidad del producto a más hogares en términos de financiamiento y oferta de vehículos de bajo costo, las deficiencias en la prestación del transporte colectivo y masivo, el posicionamiento mediático del vehículo en el contexto, las percepciones de bienestar de la población e incluso medidas de restricción a la circulación (“pico y placa”) son algunas situaciones que contribuyeron al aumento de la flota de vehículos privados en Bogotá. Aunque el crecimiento del parque vehicular es relevante, la motocicleta es el vehículo que mayor crecimiento como se evidenció anteriormente.

Otras situaciones que apalancaron el crecimiento de la participación de la motocicleta fueron la entrada de nuevas marcas de motos nacionales e importadas que incentivaron una reducción de precios, el aumento de las facilidades de adquisición para un mayor grupo de ciudadanos, el desarrollo de una percepción de bienestar y rapidez a un bajo costo, el crecimiento de trabajos formales e informales que requieren la moto como medio de trabajo, y el imaginario colectivo de que la motocicleta un mejor modo de transporte que la bicicleta en términos de velocidad y status.

TransMilenio como sistema de transporte masivo ha generado importantes beneficios para la ciudad, sin embargo dificultades en su gestión ha traído consigo una alta ocupación de los vehículos y su integración con la red vial urbana implica una reducción de la velocidad en hora pico por congestionamiento en intersecciones y en las propias vías segregadas. La importancia del sistema para la ciudad lo convirtió en objeto de acciones de protesta y sabotaje; su infraestructura y altos niveles de ocupación en estaciones representa limitaciones para la accesibilidad, con efectos negativos en los tiempos de viaje de un usuario. Por último, la dependencia energética del diésel y la volatilidad del precio del combustible durante el último quinquenio significó presiones en su modelo financiero que se han transferido al usuario vía tarifa. La problemática mencionada ha permitido el trasvase de un gran número de usuarios del transporte público a otros modos.

Siendo el transporte una necesidad ineludible, las personas encuentran en la motocicleta una opción atractiva. Desde el año 2010, con el apoyo de estudiantes de la UniSalle se han realizado encuestas entre los motociclistas para conocer sus perfiles, hábitos, percepciones y condiciones al hacer uso de la motocicleta en la ciudad siendo este grupo de la población el que evidencia un mayor crecimiento, no solo en términos de cifras, sino por su presencia en las calles de la ciudad.

Las encuestas señalaron que cerca del 60% de los actuales motociclistas eran usuarios del transporte público y la mayor motivación para el cambio modal se debió al costo del pasaje, los tiempos de viaje y los problemas de calidad del servicio, cobertura y accesibilidad del transporte público. Otras situaciones que han apalancado el uso de la moto es la existencia de trabajos formales e informales que requieren la moto como medio de trabajo, el aumento de los precios de los pasajes y las limitaciones de calidad del servicio en el transporte público, su uso como alternativa a las restricciones aplicadas a los automóviles (pico y placa) y el imaginario colectivo de que la moto es una mejor opción que la bicicleta en términos de velocidad y status.

Algunas pruebas realizadas permitieron establecer que la motocicleta fue el modo de transporte más rápido, esto como resultado de las condiciones del vehículo, su flexibilidad en la ruta y la maniobrabilidad en el tráfico bogotano. Según estudio realizado por la Universidad de La Salle (Linares, et al., 2014), en el cual se comparan velocidades de recorrido de diferentes modos de transporte en Bogotá, realizando los mismos recorridos, y discriminados en rangos de longitud y horario; se ha determinado que la velocidad promedio registrada para el transporte público en Bogotá está alrededor de 26 km/h. En el caso de la motocicleta la velocidad promedio de recorrido se aproxima a 40 km/h, diferencia que se fundamenta por la flexibilidad de sus movimientos entre el tránsito. Por su parte, los viajes cotidianos por las vías urbanas

permiten observar que la velocidad de marcha de las motocicletas es similar a la del vehículo particular y los de transporte público.

Resultado de una encuesta aplicada a 247 motociclistas por este estudio, se encontró que el 53% de los usuarios encuestados viven en el estrato 3 y un 33% en el estrato 2; se encontró que el 84% de las motocicletas son propias y el 24% de ellas pertenecen a la empresa. Además, se encontró que el 41% utiliza la motocicleta como medio de trabajo y un 29% lo hace para desplazarse hogar, trabajo, hogar.

Por otra parte, en términos económicos la moto es viable para un usuario que realice más de tres viajes diarios en transporte masivo. Esta situación es muy usual en familias bogotanas o entre los ciudadanos jóvenes teniendo en cuenta que es un segmento de la población que realiza varios viajes al día (estudio, trabajo, ocio). Por su bajo costo y versatilidad, la motocicleta es ideal para algunas actividades laborales como la mensajería, servicios a domicilio y atención comercial a clientes. A estos beneficios se adiciona la propiedad del vehículo luego de dos o tres años de uso.

Bajo estas consideraciones, la viabilidad económica de la motocicleta aumenta con cada incremento en el pasaje del transporte público e incluso esta situación impulsa el uso de otras opciones como el vehículo de segunda mano. Este hecho es un riesgo para la sostenibilidad financiera del transporte público ya que usuarios perdidos, difícilmente retornan al sistema. Además, es momento de activar planes como cargos por congestión, aumentos de tarifas de los parqueaderos y peajes a las entradas de la ciudad para generar ingresos que sean direccionados a subsidiar el transporte público.

#### **4. CONCLUSIONES**

Al realizar un análisis comparativo entre las ventajas y desventajas en el uso de la motocicleta y el transporte público urbano se establece que la motocicleta permite el acceso a un modo de transporte privado para la población que no logra acceder financieramente al automóvil, a la vez que permite a parte de la ciudadanía evitar las molestias e inconvenientes presentes en la organización del transporte público. De otro lado, en términos económicos la moto es viable para un usuario que realice más de tres viajes diarios en transporte masivo.

Por su bajo costo y versatilidad, la motocicleta es ideal para algunas actividades laborales como la mensajería, servicios a domicilio y atención comercial a clientes. Respecto a la velocidad de recorrido, la flexibilidad de la motocicleta supera la de otros modos haciéndola altamente competitiva en tiempos de viaje con una velocidad de recorrido o de viaje de cerca del doble que el transporte público.

La ciudad debe reconocer que no existe un plan de transporte en motocicleta y que como consecuencia de las limitaciones en política y gestión actualmente existen problemas urbanos y familiares. En este futuro plan deben considerarse nuevas reglas para los motociclistas (especialmente un programa de capacitación para todos los usuarios), colaboración con las empresas que promueven su uso entre sus empleados e implementación de infraestructura urbana especializada. Medidas de restricción definitivamente serán improcedentes.

La motocicleta, además de ser un producto con importantes beneficios fiscales, no es un vehículo para el transporte de una persona sino la opción de transporte para una familia. Bajo estas consideraciones, la viabilidad económica de la motocicleta aumenta con cada incremento en el pasaje del transporte público e incluso esta situación impulsa el uso de otras opciones como el vehículo de segunda mano y la bicicleta. Este hecho es un riesgo para la sostenibilidad financiera del transporte público, ya que usuarios perdidos, difícilmente retornan al sistema.

Con este panorama, la ciudad debe ser prudente al planear los ajustes en las tarifas, reconociendo posibles impactos negativos en el número de usuarios así como el estímulo a la proliferación de motos y autos en la ciudad. La búsqueda de mayores ingresos vía tarifa pueden ir en contra del número de usuarios del sistema induciendo a un círculo negativo que afectaría la sostenibilidad económica del transporte público bogotano. Además, ya es momento de activar planes como cargos por congestión, aumentos de las tarifas de los parqueaderos e incluso peajes a las entradas de la ciudad para generar ingresos que sean direccionados a subsidiar el transporte público, alternativas definidas en el Plan Nacional de Desarrollo vigente. Dichas medidas puede ser impopulares para algunos sectores de la sociedad, pero su direccionamiento adecuado puede ser la solución para un transporte público de calidad y con impacto positivo en la calidad de vida de los ciudadanos que usan esta opción de transporte diariamente.

El aumento de los motociclistas se convierte en un problema de salud, ambiental y de transporte que debe ser atendido. El desconocimiento de las normas, el tipo de vehículos y maniobras realizadas, la actitud de desafío del motociclista y su lucha con el automóvil son algunos elementos a ser considerados en la puesta en marcha de programas de educación y apaciguamiento que permita reducir los riesgos y fomentar el uso de la moto de manera segura.

La mejor forma de contener el crecimiento de usuarios de la motocicleta en la ciudad radica en mejorar la cobertura y calidad del transporte público, aumentar los costos

operacionales de este vehículo, aumentar los controles y capacitaciones a motociclistas y reducir los beneficios tributarios que hoy benefician a la motocicleta en el país.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

- Acevedo J., Echeverry J., Bocarejo J., Lleras G., Ospina G. y Rodríguez A. (2009). El transporte como soporte al desarrollo del país. Una visión al 2040. Universidad de Los Andes. Colombia.
- Cámara de Comercio de Bogotá CCB (2014). Informe Bogotá cómo vamos. Informe de calidad de vida, Bogotá. Colombia.
- Linares R., Medina C., Urazán C. (2014). Análisis comparativo de velocidades de recorrido por modos de transporte en Bogotá D.C.
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2017), Alcaldía Mayor de Bogotá. Indicadores Ambientales y Movilidad en Bogotá. Colombia.
- Pérez D., Velandia E., Caicedo H. (2012). La motocicleta como modo de transporte en Bogotá. Universidad de La Salle, Colombia.
- Secretaría Distrital de Ambiente SDA (2017), Alcaldía Mayor de Bogotá. Cifras flotas vehiculares del observatorio ambiental de Bogotá. Colombia.
- Secretaría Distrital de Ambiente DAS (2017). Alcaldía Mayor de Bogotá. Cifras observatorio ambiental de Bogotá. Colombia.
- Secretaría Distrital de Movilidad SDM (2015). Encuesta de Movilidad Distrital. Colombia.
- Secretaría Distrital de Movilidad SDM (2011). Alcaldía Mayor de Bogotá. Informe de indicadores, Encuesta de Movilidad de Bogotá. Colombia.
- Velandia E.A. (2015). BICION. La Bici y la eBike. Alternativas de transporte sustentable para Bogotá. Universidad de La Salle. Colombia.



## GESTIÓN Y OPERACIÓN DEL TRANSPORTE

# **CUSTO DO SERVIÇO DE TRANSPORTE DE BAIXA CAPACIDADE OPERADO POR AUTÔNOMOS NO BRASIL.**

**Renato Guimarães Ribeiro<sup>7</sup>**

CEFET-MG, Belo Horizonte, MG, Brasil. [renato.ribeiro@cefetmg.br](mailto:renato.ribeiro@cefetmg.br)

## **RESUMEN**

Oriundos do sistema de transporte informal, da década de 1990, a operação com veículos de baixa capacidade, do tipo miniônibus, por autônomos é uma realidade nas médias e grandes cidades brasileiras. Este estudo busca contribuir para construção de uma metodologia capaz de calcular os custos operacionais deste serviço. Para tanto, toma-se como referência as metodologias de cálculo de custos operacionais de transporte coletivo por ônibus operado por empresas e o sistema de transporte suplementar de Belo Horizonte – MG. Estimar os custos de produção deste novo serviço de transporte são desejáveis para orientação de procedimentos e parâmetros, no intuito de garantir o equilíbrio do contrato e o cálculo das tarifas pelo gestor público e o controle financeiro pelo operador.

## **INTRODUÇÃO**

A operação do serviço de transporte público coletivo de passageiros por operadores autônomos e em veículos de pequeno porte surge nas cidades brasileiras na década de 1990. Para organizar a produção do serviço estes operadores se reuniam em cooperativas de transporte, as quais também faziam a defesa dos interesses da categoria diante de políticos, empresas públicas, associações de bairro etc. No entanto, pouco foi trabalhado e estudado sobre o custo de produção deste serviço.

Este artigo apresenta o levantamento de custos operacional de um veículo do tipo miniônibus operado por autônomos. Neste sentido, contribui para o setor ao apresentar uma metodologia capaz de auxiliar os gestores públicos no controle desta operação, apoiar os operadores autônomos a melhor conhecer o seu processo de produção e possibilitar à academia a aprofundar os estudos sobre estes operadores após o processo de regulamentação.

As recentes mudanças na regulação e na operação do sistema de transporte de baixa capacidade operado por autônomos de Belo Horizonte foi o fator que motivou a elaboração deste estudo e contribuir para melhoria na qualidade de oferta e na gestão do serviço prestado.

Metodologicamente, o artigo analisa a composição de custos e receitas do operador autônomo deste sistema, a partir dos dados levantados junto aos operadores e ao

---

<sup>7</sup> Agradecimento ao CNPq pelo auxílio no projeto de extensão que obteve os dados deste estudo.



gestor público, estabelecendo um método de cálculo dos custos operacionais que guarda similaridade com o utilizado para cálculo de custos do transporte por ônibus. Nesse cenário, todos os elementos tomam como referência a apuração dos custos da unidade de produção definida na licitação, ou seja, o operador em seu caráter individual. Bem como, considera a legislação vigente sobre o transporte suplementar e as demais legislações tributárias municipais, estaduais e federais sobre o trabalhador autônomo. Compreende-se que a forma de operação autônoma difere do sistema de transporte coletivo convencional, necessitando de outras formas de apuração e alocação dos custos.

Por fim, é importante destacar que o conhecimento dos custos operacionais é um ponto importante a ser observado pelos gestores e operadores. Com vistas, a garantir um equilíbrio entre os custos e as despesas, o equilíbrio econômico financeiro do contrato e o não aumento excessivo de tarifas.

### **DEFINIÇÃO DOS CENTROS DE CUSTO OPERACIONAL**

Entre as várias possibilidades de se conceituar custo de produção dos serviços de transporte coletivo, a que melhor explica é a que o define como sendo a soma de todos os esforços necessários para realizar o serviço (ORRICO FILHO e PEREIRA, 1995).

Segundo a ANTP (2017) a metodologia para o cálculo do custo na maior parte das cidades brasileiras está baseada no Manual GEIPOT (MT, 1996). Em consequência da época em que foi desenvolvido houveram diversos esforços para adaptá-lo e incorporar as mudanças nos insumos, tecnologias e componentes de custos do transporte público por ônibus (ANTP, 2017). Em face destes dois pontos optou-se por desenvolver os estudos tendo por referência básica os conhecimentos já desenvolvidos em MT (1996), tendo a cautela em diferenciar as diferenças entre a operação realizada por autônomos das empresas e absorvendo as atualizações existentes em ANTP, 2017. Para o cálculo de custos operacionais do serviço de transporte público todas as metodologias seguem a abordagem econômica tradicional, onde os custos são divididos em variáveis e fixos. No primeiro grupo estão as rubricas de custo diretamente vinculadas ao volume de produção e é constituído pelas despesas com combustível, lubrificantes, rodagem e peças e acessórios. No segundo, estão os itens de custo relacionados a mobilização para prestação do serviço e que independente da produção geram custos ao processo produtivo e compreendem itens de natureza extremamente diversa e é composto pelos custos de capital (remuneração e depreciação), despesas com pessoal e despesas administrativas.

### **CUSTO VARIÁVEL**

Os custos variáveis são relacionados diretamente ao serviço prestado e reflete o gasto com o consumo com combustível, lubrificantes, rodagem e peças e acessórios e é representado em R\$/km e influenciado pelos tipos de veículos que compõem a frota e mantem uma relação direta com a quilometragem produzida. Sendo o valor de cada

parcela do custo variável o resultado do produto do preço unitário de cada componente pelo seu respectivo coeficiente de consumo (MT, 1996).

Diferente do sistema operado por empresas as quantidades consumidas de insumo por operador autônomo não possibilitam a compra como grande consumidor. Portanto, deve-se considerar os valores de varejo para os preços de combustível, Arla32, lubrificantes, rodagem e peças e acessórios.

É possível também simplificar a obtenção dos preços médios dos insumos utilizando-se de sites que disponibilizam o preço dos insumos em diferentes estabelecimentos de varejo, possibilitando o cálculo do preço mínimo, médio e máximo e dispensando a elaboração de 3 orçamentos como proposto em MT (1996).

### Produção Quilométrica

Devido a dependência dos quatro itens deste centro de custo da produção quilométrica o seu cálculo antecede os demais. A produção quilométrica realizada é calculada para cada linha para o período de tempo desejado e posteriormente multiplicado pelo percentual atribuído para Quilometragem Improdutiva - KI (percurso da garagem até o ponto de controle da linha) e por fim dividido pelo total de veículos da linha para obter a produção quilométrica por veículo.

Como cada operador efetua a guarda do seu próprio veículo há uma diversidade de valores da KI, o que pode dificultar este cálculo. Este valor pode ser obtido pelo GPS do sistema de bilhetagem eletrônica ou se estabelece o valor de referência apresentado em MT (1996) que é de 5% da quilometragem percorrida em operação. Assim, a Produção Quilométrica da Linha – PKL - é calculada pela equação:

---

$$PKL = [\sum (NVALS \times EXSL) ] \times FKIL, \text{ onde:}$$

---

- *PKL* é a produção quilométrica da linha no período de tempo analisado;
  - *NVALS* é o número de viagens realizados de cada linha neste período;
  - *EXSL* é a extensão do percurso da linha medida em quilômetros;
  - *FKIL* é o fator de quilometragem improdutiva que inicialmente pode ser de 5% da quilometragem percorrida em operação pelos veículos, ou seja, 1,05.
- 

A somatória da *PKL* de todas as linhas do sistema possibilita calcular a Produção Quilométrica do Sistema - *PKS* e a divisão da *PKS* pelo total de veículos fornece a Produção Quilométrica por Veículo – *PKV*.

## Combustíveis

O coeficiente de consumo de combustível expressa a relação entre a quantidade máxima de distância vencida pelo veículo com um litro de combustível, dentro das condições de operação do serviço, sendo expresso em litros por quilômetro (l/km).

O combustível utilizado pela frota é o S10, sendo que estes veículos necessitam também do reagente ARLA 32, conforme determinação do Proconve e regulamentação do CONAMA. Desta forma, deve-se considerar o consumo desse reagente conforme uma proporção do consumo do diesel. Tal como a seguinte equação.

---

$$C_{Comb} = [(PCb \times Coef_{Die}) + (PA \times Coef_{A32})] \times PKS, \text{ onde:}$$

---

- $C_{Comb}$  é o Custo de Combustível do sistema;
  - $PCb$  é o preço médio do Diesel S10;
  - $Coef_{Die}$  é a quantidade média consumida por km rodado, cujo resultado é 0,33 litros de diesel S10/km, segundo levantamentos da BHTrans;
  - $PA$  é o preço médio do reagente ARLA32;
  - $Coef_{A32}$  é a quantidade média consumida de ARLA32 que segundo especificação dos fabricantes é de 5% do consumo de diesel por km rodado, cujo resultado correspondente a 0,0165 litros de Arla32/km;
  - $PKS$  é a produção quilométrica do Sistema.
- 

## Lubrificantes

A fórmula de cálculo do custo com lubrificantes é similar ao de combustível em função do padrão do veículo, multiplicado pelo preço e pela produção quilométrica.

Para o cálculo do coeficiente de consumo de lubrificantes serão utilizados os dados técnicos dos lubrificantes dos veículos utilizados na operação: capacidade do cárter e do conjunto caixa de marchas-diferencial, intervalos de troca de óleos recomendados e o consumo de óleo de motor durante o intervalo entre trocas. Em Bouzada, 2001 obteve-se que o coeficiente de consumo de lubrificantes de veículos Padrão 10 (veículo similar aos utilizados pelo Transporte Suplementar) é de 0,006676000 litros/km. Assim, o Custo de Lubrificantes –  $C_{LUB}$  será obtido aplicando-se a seguinte fórmula:

---

$$C_{LUB} = (PLUB \times Coef_{LUB}) \times PKS, \text{ onde:}$$

---

- $C_{LUB}$  é o Custo Relativo a lubrificação do sistema;
  - $PLUB$  é o preço médio do lubrificante, segundo especificação do fabricante;
  - $Coef_{LUB}$  é a quantidade média consumida por km rodado;
  - $PKS$  é a produção quilométrica do Sistema.
-

Caso os valores de custo médio obtidos não incluam as despesas com a mão-de-obra para a troca estes devem ser inclusos nos valores de peças e acessórios, com a adição de um percentual no coeficiente de consumo. Já os custos com filtros (de óleo, de combustível e de ar) e com a mão de obra para efetuar a troca destes componentes e dos lubrificantes estão considerados no coeficiente de consumo de peças e acessórios.

### Rodagem

A estrutura de cálculo dos itens de rodagem é análoga à de combustível e lubrificante, multiplicando-se a produção quilométrica da linha pelo coeficiente de consumo ponderado e o preço dos insumos pneu e recapagem. Bouzada (2001) propõe o coeficiente de consumo de pneus e recapagem de veículos Padrão 10, como sendo de 0,000046154 e 0,00016364 respectivamente. A equação para apurar os custos é:

---

$$C_{ROD} = [(PPN \times Coef_{PNV}) + (PRE \times Coef_{REC})] \times PKS, \text{ onde:}$$

---

- $C_{ROD}$  é o Custo Relativo a gastos com Rodagem (pneus e recapagem);
  - $PPN$  é o preço médio do Conjunto de 6 pneus novos no varejo;
  - $Coef_{PNV}$  é o coeficiente de consumo por km rodado;
  - $PRE$  é o preço médio da recapagem do Conjunto de 6 pneus no varejo;
  - $Coef_{REC}$  é o coeficiente de consumo por km rodado;
  - $PKS$  é a produção quilométrica do Sistema.
- 

Quando da obtenção do custo médio de rodagem no varejo, deve-se atentar para o fato de estar incluído neste preço as despesas com a mão-de-obra para troca e para os serviços de alinhamento e balanceamento. Caso os valores de custo médio obtidos não incluam essas despesas estas devem ser incluídas nos valores de peças e acessórios, com a adição de um percentual no coeficiente de consumo.

### Peças e Acessórios

O item peças e acessórios refere-se aos recursos necessários para aquisição de todos os componentes necessários para manutenção do veículo, seja a corretiva, a preventiva ou a preditiva e para todas as partes do veículo: chassi e carroceria.

O cálculo de consumo de peças e acessórios é feito multiplicando-se a produção quilométrica pelo coeficiente de consumo e pelo preço médio ponderado do veículo novo (preço de chassi e carroceria sem rodagem) obtido na consulta as concessionárias de veículos da Região Metropolitanas de Belo Horizonte e não diretamente na fábrica. O Coeficiente indicado em Bouzada (2001) para o Padrão 10 é de 0,0000022. Neste valor já está incluso os custos com filtros, mas, não há os custos com a mão-de-obra para execução dos serviços de manutenção. Pois, as empresas possuem toda a sua

infraestrutura de manutenção e mão-de-obra para execução dos serviços sendo estas despesas apontados como custo fixo. Assim, sobre este coeficiente deve ser acrescido os valores da mão-de-obra.

---

$$C_{PA} = (PVN \times Coef_{PA}) \times PKS, \text{ onde:}$$

---

- $C_{PA}$  é o Custo Relativo a peças e acessórios para manutenção veicular;
  - $PVN$  é o preço do veículo novo completo (com acessórios e rodagem);
  - $Coef_{PA}$  é o coeficiente de consumo de peças e acessórios por km rodado
  - $PKS$  é a produção quilométrica do Sistema.
- 

### Custo Variável Total

O Custo Variável Total do sistema –  $C_{VAR}$  é composto pelo somatório dos quatro centros de custo que compõem o custo variável (Combustível, Lubrificante, Rodagem e Peças e Acessórios). Sendo identificado pela seguinte equação:

---

$$C_{VAR} = C_{Comb} + C_{LUB} + C_{ROD} + C_{PA}$$

---

### CUSTO FIXO

O Custo Fixo é relacionado às despesas mensais com depreciação e remuneração do capital, despesas administrativas e pessoal e é obtido em R\$/mês. Essas despesas são influenciadas pelo tipo e pela idade dos veículos e independem da produção.

### Depreciação de veículos

Diferente da metodologia do transporte operado por empresas, aqui só é considerado a depreciação de veículos, visto que não há investimentos e maquinas e equipamentos para operação do serviço. A depreciação é a redução do valor de um bem durável, resultante do desgaste pelo uso ou obsolescência tecnológica. Assim, a depreciação será calculada com base na idade e no preço dos veículos novos do sistema.

O cálculo da depreciação deste sistema em análise é similar ao do transporte operado por empresas. Sendo que o valor da depreciação de veículo é calculado através do método da Soma de Dígitos Decrescentes ou Método de Cole, por ser este o que melhor representa a desvalorização do veículo rodoviário, que possui uma perda acentuada de valor no início de sua utilização e é atenuada com o passar dos anos. Assim, a depreciação mensal por veículo é obtida multiplicando-se o coeficiente de depreciação anual pelo preço do veículo novo sem rodagem, dividindo-se o resultado por 12 (número de meses do ano). A Tabela 3 apresenta os coeficientes de depreciação anual para cada faixa etária, para o veículo com vida útil de 7 anos:

*Tabela 3 - Fator de depreciação anual para vida útil de 7 anos*

Faixa Etária (anos)	Fator de Depreciação
0 – 1	$0,80 \times 7/28 = 0,2000$
1 – 2	$0,80 \times 6/28 = 0,1714$
2 – 3	$0,80 \times 5/28 = 0,1429$
3 – 4	$0,80 \times 4/28 = 0,1143$
4 – 5	$0,80 \times 3/28 = 0,0857$
5 – 6	$0,80 \times 2/28 = 0,0571$
6 – 7	$0,80 \times 1/28 = 0,0286$

### Remuneração de Capital Imobilizado em Veículos

Por motivos similares a depreciação também para a remuneração só deve ser considerada a remuneração de veículos. Esse item tem como finalidade, assegurar retorno com base em taxas de aplicação financeira de mercado, para o capital investido em atividade produtiva. A base de aplicação para identificação do valor de remuneração será o preço do veículo novo completo incluindo acessórios e descontada a rodagem. A taxa de remuneração considerada será de 12% ao ano.

A remuneração mensal é obtida multiplicando-se o coeficiente de remuneração anual pelo preço do veículo novo completo (com acessórios e sem rodagem), dividindo-se o resultado por 12 (número de meses do ano). A Tabela 3 apresenta os coeficientes de depreciação anual para cada faixa etária, para o veículo com vida útil de 7 anos:

*Tabela 4 - Fator de remuneração anual para vida útil de 7 anos*

Faixa Etária	Parcela a deduzir	Fator de Remuneração Anual
0 a 1 ano	sem dedução	$(1 - 0) \times 0,12 = 0,1200$
1 a 2 anos	$0,8 \times 7/28$	$(1 - 0,8 \times 7/28) \times 0,12 = 0,0960$
2 a 3 anos	$0,8 \times 13/28$	$(1 - 0,8 \times 13/28) \times 0,12 = 0,0754$
3 a 4 anos	$0,8 \times 18/28$	$(1 - 0,8 \times 18/28) \times 0,12 = 0,0583$
4 a 5 anos	$0,8 \times 22/28$	$(1 - 0,8 \times 22/28) \times 0,12 = 0,0446$
5 a 6 anos	$0,8 \times 25/28$	$(1 - 0,8 \times 25/28) \times 0,12 = 0,0343$
6 a 7 anos	$0,8 \times 27/28$	$(1 - 0,8 \times 27/28) \times 0,12 = 0,0274$

### Despesas administrativas

Diferente das empresas operadoras para este sistema em estudo só se deve considerar como despesas administrativas para efeito de remuneração da planilha de custos, aquelas relacionadas aos procedimentos administrativos. Visto que as despesas com equipamentos e mão-de-obra administrativas e manutenção são custos variáveis e estão alocadas em outros centros de custo. Assim, deve-se considerar em linhas gerais as despesas com os imóveis para suporte à operação e administração, os serviços públicos, a locação do sistema de bilhetagem eletrônica, o material de escritório, o treinamento de pessoal, o material de limpeza, os uniformes dentre outras. Para cálculo destas despesas deve-se estimar o preço destes itens e somá-los.

---

$$C_{DA} = \sum \text{das despesas administrativas}$$

---

### Custos com Pessoal de Operação

A mão de obra não é um insumo passível de ajustes imediatos e, conseqüentemente as despesas a ela relacionadas. Os contratos de trabalho e as jornadas, organizados por uma escala de serviço para atender uma demanda também, são estabelecidos em bases temporais. Logo este centro de custo caracteriza-se como um custo fixo (ORRICO FILHO e PEREIRA, 1995).

---

$$C_{MOO} = \sum [(Fu \times Enc. Social \times Salário) + Benefícios], \text{ onde:}$$

---

os custos com a remuneração, encargos e fator de utilização da Mão-de-obra são calculados separadamente para motorista auxiliar, agente de bordo, fiscal de linha, permissionário e posteriormente somados, obtendo-se o  $C_{MOO}$ .

---

A proximidade operacional entre a operação e a equipe operacional das empresas e dos operadores autônomos traz por consequência a utilização do mesmo método para cálculo do Fator de utilização da Mão de Obra operacional. Resguardando-se quando do cálculo do fator de utilização da mão de obra do motorista sobre o qual deve ser subtraído de uma unidade, pois o proprietário do veículo é um dos motoristas e na alocação ou não do agente de bordo, pois não é obrigatório a utilização deste em veículos de médio e pequeno porte.

O valor da remuneração e os benefícios da mão-de-obra operacional está presente no acordo trabalhista firmado entre o sindicato patronal e o sindicato dos trabalhadores e é o mesmo acordo para os dois serviços (empresas e autônomos). Os encargos sociais por sua vez são calculados com base na legislação trabalhista vigente, devendo-se tomar cuidado com a especificidade dos encargos do permissionário.

Em MT (1996) e ANTP (2017) existem instruções práticas e detalhadas para os procedimentos de cálculo do Fator de Utilização e dos encargos sociais. Essa metodologia bastante conhecida dos estudiosos dispensa o seu detalhamento. Mas, considera-se importantes realizar algumas considerações.

*Tabela 5 - Orientações acerca dos processos de cálculo do F.U. e dos Encargos Sociais*

Índice	Considerações
Fator de Utilização	Determinado a partir da programação da operação; Diretriz básica de não remunerar a ineficiência; Limitações obtidas a partir da CLT e na convenção coletiva. Inclusão de um percentual para cobrir faltas não justificadas.
Pró-Labore	Considerar a remuneração do permissionário que deve ser similar a remuneração do motorista estabelecido na convenção coletiva.
Encargos Sociais (A)	Benefícios salariais definidos pela legislação federal: INSS, INCRA, SENAT, SEST, SEBRAE, FGTS, Salário educação e Acidentes de Trabalho (36,8%). Para os permissionários INSS e SENAT, SEST (22,5%)
Encargos Sociais (B)	Outros benefícios pagos: Abono de férias, 13º Salário, Licença Paternidade, Licença funeral, Licença casamento, Adicional Noturno, Aviso Prévio trabalhado e outros presentes na convenção coletiva (11,1%). Para os permissionários 13º Salário e Abono Férias (11,1%).
Encargos Sociais (C)	Direitos Trabalhistas com repercussões pecuniárias: Depósito por rescisão, Aviso Prévio indenizado, Indenização adicional (7,1%). Não se aplica aos permissionários (0,0%).
Encargos Sociais (D)	Incidência de A sobre B (4,1%). Idem permissionários (2,5%).
Benefícios	Custos indiretos de pessoal e incluem as despesas provenientes do acordo trabalhista (auxílio-alimentação, cesta básica, convênio médico e outros)

É importante ressaltar que caso o operador autônomo optar por gerenciar a sua permissão através de uma Microempresa e optar pelo Simples o seu custo com tributação e despesas trabalhistas reduzem significativamente. No entanto, nenhuma regulação vigente estabelece esta orientação.

### Custo Fixo Total

O Custo Fixo Total do sistema é composto pelo somatório dos centros de custo que compõem o custo fixo. Sendo identificado pela seguinte equação:



---

$$C_{FXO} = C_{DEP} + C_{REM} + C_{ADM} + C_{MOO}, \text{ onde:}$$

---

- $C_{FXO}$  é o custo fixo total;
  - $C_{DEP}$  é o valor mensal da depreciação do veículo;
  - $C_{REM}$  é a remuneração mensal apurada para o investimento;
  - $C_{ADM}$  é o custo mensal com as despesas administrativas
  - $C_{MOO}$  é o custo com a mão-de-obra operacional.
- 

### **CUSTO DAS TAXAS E IMPOSTOS**

Neste item estão incluídas todas as taxas e impostos decorrentes de exigências legais ou regulamentares que oneram o serviço de transporte suplementar e são necessárias para sua operação. O cálculo dos custos das Taxas e Impostos –  $C_{TXI}$  que incidem sobre o sistema é o somatório destas. Sendo identificado pela seguinte equação:

---

$$C_{TXI} = C_{SIND} + C_{IPVA} + C_{LIC} + C_{DPVAT} + C_{RCF}, \text{ onde:}$$

---

- $C_{SIND}$  é o Custo Relativo às despesas com o Imposto Sindical;
  - $C_{IPVA}$  é o Custo Relativo às despesas com IPVA;
  - $C_{LIC}$  é o Custo Relativo às despesas com a Taxa de Licenciamento;
  - $C_{DPVAT}$  é o Custo Relativo às despesas com o DPVAT;
  - $C_{RCF}$  é o Custo com às despesas com o Seguro de Responsabilidade Civil.
- 

### **CUSTO TOTAL**

O custo total do sistema é composto pelos totais de custo variável, fixo e taxas de impostos. Sendo identificado pela seguinte equação:

---

$$CT = C_{VAR} + C_{FXO} + C_{TXI}$$

---

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Na prática, ao investigar o modelo como os operadores autônomos produzem o serviço frente ao modelo licitado, a legislação vigente e a especificação do serviço determinado pelo gestor público percebeu-se que a distribuição das despesas entre os dois centros de custo possui especificidades para este serviço. Negligenciar estas divergências e as especificidades deste serviço pode desequilibrar o sistema de transporte operado por autônomos e/ou não o utilizar em sua potencialidade máxima. O financiamento do veículo (custo de capital), o consumo de combustível e o custo de mão de obra e encargos trabalhistas em conjunto correspondem a cerca de 75% dos custos para produção do serviço. Desta forma, gerenciar os custos destes três insumos é estratégico. Neste sentido, a atividade da cooperativa que se concentrava

fundamentalmente na articulação política deve-se voltar e contribuir para a redução do preço e do consumo destes insumos, com adoção de medidas de racionalização do serviço, redução das ineficiências operacionais, qualificação profissional e essencialmente implantação de procedimentos de compras coletivas.

Além disto, estabelecer processos internos de gerenciamento de custos entre os operadores passam a ser estratégicos para melhor controle e aprimoramento desta metodologia. Este processo pode se consistir inicialmente no apontamento destes custos, que pode ser realizado através de uma coleta e sistematização de informações com o uso de um Caderno de Controle Operacional onde os operadores autônomos registram periodicamente as informações do tipo: custos de operação (mão de obra operacional, taxa de cooperativa, manutenção, abastecimento, despesas administrativas etc.); e dados de produção (número de viagens realizadas e quilometragem percorrida).

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS (2017). Custos dos serviços de transporte público por ônibus: método de cálculo. São Paulo, SP, Brasil.

BOUZADA, C.F. e Drumond, R.A. (2001). Cálculo dos Custos Operacionais do Transporte Coletivo por Ônibus de Belo Horizonte, Miméo, Belo Horizonte, MG, Brasil.

MT - MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. (1996). Cálculo de Tarifas de ônibus Urbanos: Instruções Práticas Atualizadas. 2º. Edição. GEIPOT, Brasília, DF, Brasil.

ORRICO FILHO, R. D e PEREIRA, W. (1995). Aspectos gerais da tarifa de Transporte público por ônibus nas cidades brasileiras. Miméo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

# **EFFECTOS DE LA LIBERALIZACIÓN DEL SECTOR DEL TAXI Y LA COMPETENCIA DE SERVICIOS DE ALTA GAMA BASADOS EN LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y DEL TRANSPORTE COLABORATIVO**

**Cinta Romero Adame**

S3Transportation, Sevilla, España, c.romero@s3transportation.com

**Julián Sastre González**

S3Transportation, Sevilla, España, j.sastre@s3transportation.com

**Raquel Pérez Láinez**

Consultora, Sevilla, España, raquelperezlainez@gmail.com

## **RESUMEN**

El sector del taxi tiene en todos los países una dimensión de gran magnitud en empleo, economía y tráfico.

Los últimos años se está produciendo un crecimiento de servicios como Uber y Cabify alternativos al taxi convencional. También se ha generado un debate en la sociedad que incluye una confrontación y una polémica que llega incluso a los medios de comunicación y a la calle. Más allá de las pasiones es necesario realizar análisis rigurosos sobre las aportaciones a la movilidad y a la sociedad de cada tipo de servicio. Por ello, en esta comunicación se analizan cuáles han sido los factores determinantes del problema, las cifras que se manejan en el sector del taxi, el efecto de las tecnologías y una comparativa de los sistemas de transporte individual.

### **1. LOS NUEVOS MODELOS DE MOVILIDAD**

El avance en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), así como, la mayor conectividad de todo el entorno urbano, está provocando un profundo impacto y cambio de paradigma en lo que respecta a la movilidad urbana. En este sentido nos encontramos con plataformas digitales que permiten desde alquilar vehículos por minutos (Emov, Car2go o Muving) u horas (Bluemove, Respiro), entre particulares (SocialCar, Drivy), reservar taxis (MyTaxi), contactar con conductores con asientos libres

para compartir gastos en trayectos de media-larga distancia (Amovens o Blablacar) e incluso la posibilidad de acceder a servicios de alquiler de vehículos con conductor, como Uber y Cabify, empresas sobre cuya actividad nos disponemos a profundizar en este artículo.

Uber y Cabify son plataformas tecnológicas que permiten poner en contacto para desplazamientos urbanos a pasajeros con conductores profesionales con autorización habilitante para el arrendamiento de vehículos con conductor (licencia VTC). Cabe destacar, que el servicio prestado por Uber ha sido calificado, según Sentencia dictada por el Tribunal de Justicia de la Unión Europea de 20 de diciembre de 2017, como "servicio en el ámbito de los transportes".

Estas compañías basan la prestación de sus servicios en la gestión de datos geolocalizados, los cuales, permiten conocer y acumular de manera casi inmediata información sobre variables relacionadas con el viaje y el usuario que lo realiza:

- ¿Quién necesita moverse?
- ¿Cuándo? Periodos horarios, estacionalidad, tiempos de desplazamientos, etc.
- ¿Cuántas veces se realizan estos desplazamientos? Volúmenes de viajes.
- ¿Cuál es el origen y el destino de los viajes?
- ¿Cuánto cuestan esos desplazamientos? Precios, sistema tarifario y valor del tiempo.

Mediante el empleo de algoritmos de aprendizaje automático, los datos procesados se analizan en tiempo real para determinar al conductor más cercano, la ruta óptima, la tarifa exacta ofertada, los usuarios que pueden compartir viajes "carpooling", la evaluación posterior de los conductores o crear mapas con los viajes realizados por los vehículos. Este último punto es de especial interés pues arroja la información necesaria sobre la demanda actual y permite calcular la futura mediante modelos de demanda (generación y atracción, distribución y reparto modal), así como determinar los niveles de utilización de la oferta de transporte (red viaria y red de transporte colectivo) mediante modelos de asignación.

Estos avances en inteligencia artificial, suponen una nueva y excepcional ventana de conocimiento abierta para una mejor optimización y asignación eficiente de los recursos, a la que ya se han sumado investigadores del MIT, que han desarrollado un algoritmo que emplea la Programación Lineal en Enteros (PLE) para asignar en tiempo real vehículos en función de las peticiones de usuarios entrantes (Alonso-Mora, Samaranayake, Wallar, Frazzoli y Rus, 2017). De esta forma, se optimizaría la capacidad de los vehículos, al permitir recoger y dejar personas durante un servicio en curso, se reduciría la congestión y la contaminación y se haría una gestión eficiente de la flotas, trasladando a las áreas de mayor demanda los coches sin asignación. Ejemplos estos

de las potencialidades del Big Data aplicado a la movilidad

No obstante, la utilización de algoritmos no ha estado exenta de polémica. Por ejemplo, el empleo de una tarifa dinámica, "surge pricing" (que actualiza y fija los precios de los viajes en función de la demanda y oferta existentes en un determinado momento y lugar), ha generado no pocas críticas y descontento por parte de la opinión pública y de los mismos usuarios, sobre todo en casos de emergencia, en los que en los precios han llegado a cuadruplicarse y que ha derivado a que ayuntamientos como los de Sídney o Nueva York hayan obligado a imponer a Uber límites a la tarifa en situaciones declaradas de emergencia. Por otra parte, el sistema de evaluación basada en la tasa de aceptación y calificaciones vertidas por los pasajeros a los conductores, genera cierta sensación de vulnerabilidad entre los segundos, puesto que un descenso de un 2% en la calificación puede provocar la eliminación de sus perfiles de la plataforma.

Aunque ambas empresas apoyan su actividad en la utilización de algoritmos basados en variables como el tiempo, la distancia, la ruta óptima, la congestión o la demanda, existen algunas diferencias entre sus modelos de negocio y operación. Por ejemplo, para el cálculo de la tarifa, Cabify, parte de la ruta óptima (minimizando el tiempo y la distancia) y se agrega un coste fijo por kilómetro recorrido. De este modo, al ser independiente del tiempo empleado en el viaje, se sabe de antemano el precio exacto del mismo. Uber, en cambio, utiliza el tiempo y la distancia recorrida en cada viaje para el cálculo de sus tarifas. Además, cuando la demanda supera la oferta de vehículos, se le aplica un multiplicador a la tarifa habitual "surge pricing" (como ya se ha mencionado), por tanto, el precio del viaje es estimado. Uber cobra por cancelaciones mientras que Cabify aplica suplementos por esperas prolongadas. Un aspecto en el que sí coinciden es en que ambas tienen un servicio mínimo: 5 euros en el caso de la startup californiana y 6 en el caso de su análoga española.

Otro aspecto en el que ambas empresas difieren reside en cuestiones meramente legales, de este modo, Cabify ha entrado en los mercados en los que opera tras adaptar su modelo de negocio a las exigencias de las normativas legales de cada ciudad, a diferencia de Uber, cuya concurrencia en determinados lugares ha empujado al legislador al desarrollo de nuevas disposiciones que regulen su actividad, y no solo en el ámbito de la movilidad precisamente.

## **2. LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS Y EL PUNTO DE VISTA SOCIAL**

El taxi es un transporte público individual que ofrece un servicio puerta a puerta a los

usuarios. Por tanto, capta la demanda que no puede satisfacer el transporte público colectivo (al ser la oferta regular) ni el vehículo privado.

Se trata de transporte público clave por varios motivos: el taxi supera con mucho el conjunto de modos de transporte colectivo en empleos directos, en vehículos-Km y en facturación anual. El volumen de su demanda, no es en absoluto despreciable. En el caso de Madrid, el coste por viajero transportado, tratándose de un vehículo de transporte individual puerta a puerta, es tan sólo el doble del coste por viajero en el Metro y algo menos del triple del coste por viajero en la EMT.

En la actualidad, en España hay 64.303 licencias de taxi y 6.904 de VTC, según datos del Ministerio de Fomento a 01-02-2018. La normativa reguladora de la actividad desarrollada por el servicio de taxi, establece fuertes restricciones en cuanto al número de licencias, calidad y seguridad en la prestación del servicio, así como en las tarifas a aplicar. Por el contrario, a las empresas dedicadas a la actividad de arrendamiento con conductor, a nivel estatal, les es de aplicación la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres (LOTT), que establece restricciones tanto en el acceso (marca un ratio de una VTC por cada 30 licencias de taxi) como en el ejercicio de la actividad (los vehículos VTC solo pueden ofrecer servicios de transporte con un contrato previo a través de su app, por ejemplo y tienen prohibido ser proactivos en la búsqueda de clientes así como ocupar espacios destinados al taxi como las paradas en aeropuertos y otros emplazamientos reservados a taxistas). Sin embargo, la realidad es que las competencias en esta materia están delegadas en los ayuntamientos, existiendo algunas ciudades donde exceden el límite establecido y colocan el ratio por debajo de lo establecido por la LOTT. Este incumplimiento pudiera tener su origen en el número de licencias obtenidas por vía Judicial en el periodo 2009-2013 al amparo de la Ley Ómnibus. Esto es precisamente el origen y causa de la polémica existente y el detonante de los enfrentamientos entre taxistas, conductores de vehículo privados y las administraciones en los últimos tiempos.

**Tabla 1 – Distribución de autorizaciones Transporte de Viajeros por provincia y clase**

<b>Madrid</b>	<b>Barcelona</b>	<b>Málaga</b>	<b>Sevilla</b>
Habitantes: 6,46M	Habitantes:5,588M	Habitantes: 1,62M	Habitantes: 1,94M
Taxis: 15.397	Taxis: 10.460	Taxis: 2.558	Taxis: 2.179
VTC: 2726	VTC: 897	VTC: 682	VTC: 162

Para poder comparar el número total de licencias, se normaliza este dato dividiéndolo por la población, obteniendo como resultado el número de taxis y VTC por 1.000 habitantes.

**Tabla 2 – Ratio VTC/Taxi**

<b>Madrid</b>	<b>Barcelona</b>	<b>Málaga</b>	<b>Sevilla</b>
Nº taxis /1000 hab: 2,4	Nº taxis /1000 hab: 1,9	Nº taxis /1000 hab: 1,39	Nº taxis /1000 hab: 1,12
Nº VTC /1000 hab: 0,42	Nº VTC /1000 hab: 0,161	Nº VTC /1000 hab: 0,421	Nº VTC /1000 hab: 0,083
Ratio VTC/Taxi: 1/6	Ratio VTC/Taxi: 1/12	Ratio VTC/Taxi: 1/9	Ratio VTC/Taxi: 1/14

En cuanto al valor de las licencias, la VT (taxi) asciende a más de 100.000 euros y en algunos casos ha llegado a superar los 200.000 en el mercado secundario. El taxista tiene libertad de transmisión, con lo que muchos tienen en este permiso una importante parte de su jubilación. La penetración de Uber o Cabify con licencias VTC ha supuesto un factor de alta competencia, ya que aunque tengan algunas restricciones respecto al taxi, sus tarifas no están reguladas. Las licencias VTC en la actualidad no superan los 50.000 euros en el mercado secundario, yendo su valor en aumento a medida que las compañías se van consolidando.

**Tabla 3 – Coste licencia VT y VTC**

<b>VTC</b>	<b>VT (Taxi)</b>
Precio de salida: 5.000€	Precio de salida: 140.000€
Tras la llegada de Uber/Cabify: 53.000€	Venta de licencia: 195.000€

Los datos recogidos en las tablas ponen al descubierto la situación expresada y fundamenta la creciente inquietud y preocupación desde el sector del taxi por el rumbo que está tomando su actividad profesional, y que ha motivado la petición expresa de intervención de los grupos parlamentarios, así como el planteamiento desde la Federación Española del Taxi (Fedetaxi) de una serie de propuestas, entre las que destacan:

- La creación de una plataforma digital de carácter público
- Un plan de ayudas a las prejubilaciones en el sector
- La introducción de una certificación obligatoria a conductores que incluya el uso de tecnologías, idiomas y conocimientos de turismo
- La elaboración de un "Libro Blanco" sobre los diferentes operadores de movilidad urbana

El gobierno ha recogido las peticiones y reclamaciones del sector y a través del Ministerio de Fomento ha confirmado que elaborará e incorporará un Libro Blanco para el sector del taxi en el Plan de Movilidad Sostenible, establecerá líneas de ayuda para la eficiencia medioambiental de los vehículos y apoyará la digitalización del sector.

Desde Uber y Cabify se limitan a repetir que su objetivo no es otro que sustituir al vehículo privado de cara a favorecer el desarrollo de ciudades más sostenibles. Además exigen la total liberalización del sector, al igual que ocurre para otros medios de transporte, para lo que piden se suprima el tope de licencias, lo que aseguran supondría una reducción en las tarifas ofrecidas (alrededor de un 35 % sobre los valores actuales), en el valor de las licencias (entre un 40 y un 50%), en las emisiones (160 toneladas de óxidos de nitrógeno, 9,4 y 11,8 de partículas en suspensión y 148,2 de Carbono (CO)), y una repercusión sobre el empleo estimada de 7.163 puestos de trabajo. Además, esgrimen, el transporte público sería el principal beneficiado gracias al aumento de la intermodalidad y la eliminación de un importante volumen de vehículos privados que se cifra en unos 17 millones solo en la ciudad de Madrid.

A la vista de todas las problemáticas planteadas y datos aportados, entendemos que la integración de los servicios de alquiler de vehículo con conductor ofrecidos por plataformas tecnológicas como Uber y Cabify entre los distintos modos de transporte supone y supondrá un enorme reto para todas las ciudades, donde las autoridades reguladoras habrán de diseñar una transición a la competencia que reparta de manera más equitativa los excedentes y evite, en la medida de lo posible, que haya grandes perdedores en el proceso. Pero a la vez, representa una oportunidad para el desarrollo de soluciones en favor de una movilidad sostenible que no debemos desaprovechar, sin olvidar que todo servicio de transporte, ya sea regular o discrecional, debe tener como objetivo mejorar la movilidad de los ciudadanos en contraposición a la protección de intereses de determinados sectores u operadores y que para ello se debe trabajar desde un enfoque que ponga en el centro al usuario y la satisfacción de sus necesidades y problemas como son: la reducción de tiempos de espera, la flexibilidad, la calidad y seguridad en la prestación del servicio, la accesibilidad a personas de movilidad reducida y en todas las áreas de la ciudad o la fijación de unas tarifas máximas.

## REFERENCIAS

ACCO. (2012). *Reflexiones procompetitivas sobre el modelo regulador del taxi y del arrendamiento de vehículos con conductor*. Generalitat de Catalunya.

ALONSO-MORA, J., SAMARANAYAKE,S., WALLAR A., FRAZZOLI E. y RUS D. (2017). High-capacity vehicle pooling and ride assignment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201611675; DOI:10.1073/pnas.1611675114.

BARAMBIO, E. (2017, mayo 30). Miles de taxistas echan un pulso a Uber y Cabify. *El Mundo*. Recuperado de <https://www.elmundo.es/>



- DANS, E. (2015, mayo 30). El mercado del taxi como lección de economía. *Blog de Enrique Dans*. Recuperado de <https://www.enriquedans.com/>
- GARCÍA BELMONTE, N. (2016, mayo 3). Engineering Intelligence Through Data Visualization at Uber. *Uber Engineering Blog*. Recuperado de <https://eng.uber.com/>
- GARCÍA ZUCARDI, A. (2016, abril 8). 7 prácticas clave para mejorar el transporte individual de pasajeros. *Andrés García Zucardi*. Recuperado de <http://www.andresgarciazucardi.com/>
- GDA. (2016, abril 8). Los algoritmos que mueven a Cabify y Uber. *El Universal*. Recuperado de <http://www.eluniversal.com.mx/>
- HARDIN, G. (1968). The Tragedy of Commons. *Science*, v. 162 (1968), pp. 1243-1248.
- HERCE, J.A. (2017, mayo 12). A favor: la movilidad en las ciudades inteligentes. *El País*. Recuperado de <https://elpais.com/>
- LI, Z., HONG, y. ZHANG, Z. (2016). An Empirical Analysis of On-Demand Ride Sharing and Traffic Congestion. *Proc. International Conference on Information Systems 2016 (ICIS'16)*.
- MARR, B. (2015, mayo 7). The Amazing Ways Uber Is Using Big. *Data Science Central*. Recuperado de <https://www.datasciencecentral.com/>
- MARTÍN ARROYO, J. (2017, mayo 15). La guerra del taxi y los coches con chófer se encona en Sevilla. *El País*. Recuperado de <https://elpais.com/>
- MARTINEZ, J. (2016, octubre 3 ). Conectividad Smart. *Colt*. Recuperado de <https://www.colt.net/>
- MOLINA, M. y SAN BENITO, D. (2017). El efecto de las TIC en el transporte. *Fundación Telefónica*. Recuperado de <https://telos.fundaciontelefonica.com/>
- NAVAS, N. y JIMENEZ, M. (2017, mayo 2). Los nuevos modelos de movilidad revolucionan el transporte urbano. *Cinco Días*. Recuperado de <https://cincodias.elpais.com/>
- PÉREZ OLIVA, M. (2017, mayo 31). Uber, los taxistas y la movilidad compartida. *El País*. Recuperado de <https://elpais.com/>
- RAYLE, L., SHAHEEN, S., CHAN, N., DAI, D. y CERVERO, R. (2014) App-Based, On-Demand Ride Services: Comparing Taxi and Ridesourcing Trips and User Characteristics in San Francisco. *UCTC WorkingPaper*.
- RODRIGUEZ SAHUQUILLO, M. (2017, mayo 28). El futuro viaja en taxi (eléctrico). *El País*. Recuperado de <https://elpais.com/>
- SASTRE, J. y GARCÍA HERNÁNDEZ-DÍAZ (2017, febrero 6). ¿Se pueden resolver los problemas de movilidad con Big Data?. *Blog de Julián Sastre*. Recuperado de <http://juliansastre.com/>
- TAPPATA, M. (2017, mayo 31). El impacto de la economía colaborativa en la movilidad urbana. *Moviliblog*. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/moviliblog/>

TARYET. (1996). *Libro Blanco del taxi en el área unificada de Madrid*. Ayuntamiento de Madrid.

TIRACHINI HERNÁNDEZ, A. (2016). Movilidad sustentable y regulación de tecnologías móviles en transporte. *Plenario SOCHITRAN "La irrupción de las nuevas tecnologías móviles y su impacto en el transporte" Santiago, 14 de octubre de 2016*

TAYLOR, N., STOTT, I., PARKER, J., BRADLEY, J., GRAHAM, A., TUPPEN, C., y otros. (2015). *The Transport Data Revolution. Investigation into the data required to support and drive intelligent mobility*. Milton Keynes, Reino Unido.: Transport Systems Catapult.

TIBSHIRANI, R., HASTIE, T., & FRIEDMAN, J. (2001). *The Elements of Statistical Learning. Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer.

TRANSPORT SYSTEMS CATAPULT. (2016). *MOBILITY AS A SERVICE. EXPLORING THE OPPORTUNITY FOR MOBILITY AS A SERVICE IN THE UK*.

VIDAL, M. (2017, marzo 16). El modelo de negocio del taxi será el transporte de datos y no de personas. Marc Vidal. Recuperado de <https://www.marccvidal.net/>

# PROCESOS CONCESIONALES DE SISTEMAS DE METRO EN CIUDADES DE LATINOAMÉRICA

**Efraín Bastidas Zelaya. PhD(c)**

Universidad Politécnica de Valencia, Valencia – España. efbasze@doctor.upv.es

**Ricardo Insa. Dr-Ing.**

Universidad Politécnica de Valencia, Valencia – España. rinsa@tra.upv.es

## RESUMEN

Los ferrocarriles urbanos metropolitanos o “metros”, han tenido un fuerte auge en las últimas décadas en Latinoamérica, como resultado del desarrollo económico y las necesidades de transporte en las capitales y grandes ciudades de la región. Varias líneas de metro están en construcción y otras han sido ya concluidas, sea en ciudades que por primera vez implementan una línea de metro, como en aquellas que están expandiendo sus redes actuales. A pesar del auge, existen grandes complejidades a resolver, desde elevados costes de construcción, hasta complejos modelos financieros, y tecnologías muy especializadas tanto para la construcción de la infraestructura, como para la etapa de operación.

Para las administraciones públicas promotoras, se presenta como una alternativa muy atractiva la participación de empresas privadas que aporten en el financiamiento y que tengan suficiente experiencia operativa en metros, con lo que se desarrollan *concesiones* para financiar y operar líneas de metro. El presente estudio plantea la revisión de los casos latinoamericanos de concesiones, puesto que la región cuenta con particularidades propias, y después se realizará un análisis para encontrar variables y factores que conducen al éxito, así como aquellos con dificultades y donde hay oportunidades de mejora.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El fenómeno de urbanización y concentración de la población en las grandes ciudades y las áreas metropolitanas ha llevado al transporte público a que tenga un peso sustancial en su dinámica, y dentro del transporte público, los metros son responsables de una buena parte de los viajes que se realizan. Estudios citan que los 10 sistemas de metros más grandes del mundo, transportaron más de 22,000 millones de pasajeros

en el 2013, equivalente a tres veces la población mundial (Brage-Ardao, Graham, and Anderson, 2015). Las grandes ciudades latinoamericanas no han escapado al auge de los sistemas de metro, empezando por Buenos Aires que montó su primera línea del subterráneo en 1913, y para las décadas de los años 60s, 70s y 80s algunas ciudades brasileñas, mexicanas, venezolanas, chilenas y una colombiana se sumaron al grupo de ciudades que cuentan con líneas de metro. La mayoría de esas líneas tuvieron adopción masiva por parte de la población, y hoy funcionan con altas demandas de pasajeros. En los últimos 15 años, nuevas ciudades se han sumado al que hasta entonces era un selecto grupo de urbes que contaban con metros en América Latina. Entre ellas están Santo Domingo, Panamá, Lima y Quito, y en algunas de estas ciudades no sólo que han concluido su primera línea de metro, sino que ya empezaron la construcción de su segunda y hasta tercera línea de metro.

Cada una de estas ciudades escogió un diferente modelo estratégico de construcción y gestión para sus ferrocarriles urbanos metropolitanos, y aunque el objetivo final es entregar un servicio de transporte masivo de tipo metro a sus pobladores, los caminos escogidos a nivel de diseño, financiamiento, construcción y operación han sido completamente diferentes.

A la complejidad de la diversidad de tipologías estratégicas para abordar el desarrollo y gestión de un proyecto de metro, se suma la variabilidad que existe en cuanto a niveles de inversión que conlleva la construcción de una línea de metro, y es así que de una muestra de más de 40 proyectos a nivel mundial se encontró que cada kilómetro de metro oscilaba entre 50 a 150 millones de dólares (Flyvbjerg, Bruzelius, and Van Wee, 2008), lo cual lleva a enormes montos de inversión para cada nueva línea de metro que se construye, en el orden de miles de millones de dólares. A esa complejidad constructiva y de montos de financiamiento para proyectos de metro, hay que sumar la tendencia de sobrecostos por encima del presupuesto inicial de la obra. Concretamente en el caso de los proyectos férreos, se cita un promedio de 45% por encima del presupuesto (Flyvbjerg, 2007). Las causas primordiales en el 70% a 75% de los casos estaban relacionadas con pobres o ineficientes diseños, retrasos en la construcción, inadecuado financiamiento y falta de coordinación entre las empresas o actores involucrados en el desarrollo del proyecto (Cantarelli et al., 2010), es decir factores resultantes de la buena o mala selección de los modelos estratégicos de diseño, construcción, gestión e incluso de concesiones, también denominadas asociaciones público-privadas.

Ya finalizada la construcción de la obra de metro, la etapa de operación y mantenimiento también presenta grandes desafíos, especialmente en cuanto a su sostenibilidad financiera. Según datos recopilados por la Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos-ALAMYS, únicamente 5 sistemas de metro en la región

tienen un *coeficiente de cobertura* de 100%, esto quiere decir que sus ingresos operativos equiparan a los egresos (ALAMYS, 2013), mientras que en los otros 16 operadores afiliados se presentan déficits financieros a nivel de operación, los cuales deben ser cubiertos mediante subsidios o asignaciones presupuestarias especiales, lo que en último resultado puede convertirse en una pesada carga económica para las finanzas de una ciudad. Todo ello muestra el peso que tienen la decisión de la estrategia más apropiada para diseño, construcción y operación de una línea de metro. Ante estas complejidades, muchas veces las administraciones públicas plantean como solución el desarrollo de una *concesión* o *asociación público-privada* con el objetivo de atraer financiamiento y experiencia de del sector privado, para lograr eficiencias propias de los privados, al tiempo que permite que el sector público se apalanque para el desarrollo de los proyectos. Pero no toda concesión termina en buen puerto, habiendo algunas muy exitosas, pero otras muy insatisfactorias para ambas partes.

El presente trabajo pretende realizar un análisis en retrospectiva sobre las concesiones de metro en América Latina con aquellos casos de éxito, así como de fracaso, e identificando las características que definieron el proceder de esas concesiones, y generando recomendaciones para la apropiada estructuración de un proceso concesional de metro en la región. Como hipótesis se plantea que es absolutamente posible determinar una serie de variables concernientes a las concesiones de metro que permiten que un proceso de este tipo llevado en América Latina incorpore los elementos necesarios para que sea exitoso.

Este artículo se estructura de tal forma que se analizarán tres grandes capítulos que permitirán más adelante llegar a conclusiones específicas sobre las concesiones en Latinoamérica. Estos capítulos por estudiar son:

- Modelos estratégicos para desarrollar líneas de metros en Latinoamérica
- Los metros latinoamericanos frente a los europeos y asiáticos, influencia y particularidades en el desarrollo de concesiones
- Variables que llevan al éxito a los modelos concesionales.

## **2.- MODELOS ESTRATÉGICOS PARA LÍNEAS DE METRO EN AMÉRICA LATINA**

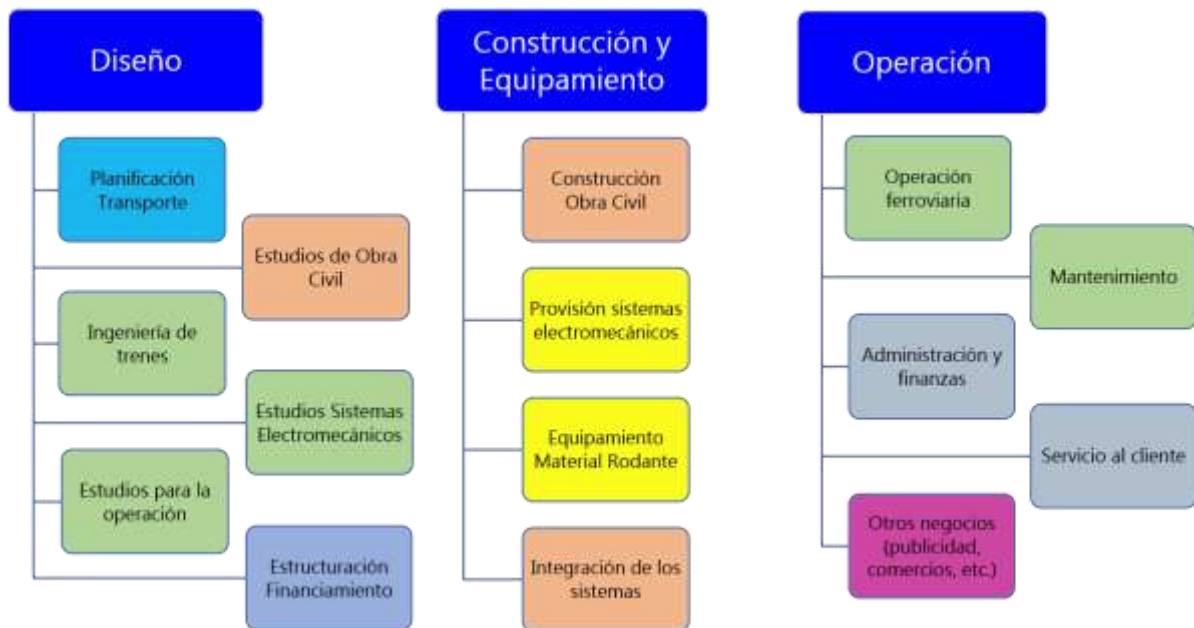
En el análisis de estrategia de desarrollo de un proyecto se debe considerar que existen varias etapas sucesivas que son parte de su ciclo de vida. Los proyectos de transporte tienen ciclos de vida predictivos pues se conoce el alcance del proyecto, el tiempo y el coste requerido para lograr dicho alcance. Aunque hay varias definiciones respecto a esas etapas, todos los autores concluyen que es un proceso secuencial que parte desde

los estudios a nivel de planificación, pre-inversión y diseños, pasando por la inversión, construcción o ejecución y para finalizar en la puesta en marcha u operación (Cosio, 2011; Santos, 2008; Project Management Institute, 2013), lo cual aplicado a proyectos ferroviarios se puede resumir en tres macroetapas:

1. *Diseños*, incluyendo estudios, factibilidad y los propios diseños de ingeniería
2. *Construcción y provisión de equipos*, y
3. *Operación* o gestión del servicio.

Además, se debe considerar, que la actividad de financiamiento es transversal para todas las etapas de desarrollo de un proyecto de metro. Cada una de estas grandes macroetapas tiene sus particularidades y especificidades, y los actores involucrados no suelen ser los mismos. En cada una de estas macroetapas hay empresas expertas en lo suyo, y rara vez abarcan todo el espectro, porque son ámbitos que requieren diferente experiencia técnica y administrativa. En la figura 1 se puede observar los diferentes componentes necesarios para el desarrollo de una obra de metro y las experticias necesarias ajustadas según similitud de colores.

Figura 1: Macroetapas de un proyecto de metro y sus componentes. Fuente: Elaboración propia



Un siguiente factor a consideración es la gestión del riesgo, dado que en este tipo de proyectos existe mucha incertidumbre sobre aspectos como la geología de la ciudad, los servicios públicos que pueden ser afectados, la demanda de pasajeros que recibirá el metro e incluso condiciones jurídicas o políticas que afecten al proyecto y los costos que atañen. Aquí se vuelve fundamental definir cuál de los actores asume cada uno de los riesgos según el modelo estratégico que se escoja para desarrollar la obra. La revisión de la literatura científica evidencia que en la mayoría de proyectos no hay una

acertada definición de los niveles de riesgo asumido por cada uno de los actores en función de los contratos firmados y hace hincapié en asumir esa distribución del riesgo, de manera particular con los riesgos de precios en la construcción y con los de ingresos asociados a la demanda (Carpintero and Petersen, 2015; Ortega, de los Angeles Baeza, and Vassallo, 2016; Rouboutsos and Pantelias, 2015; Siemiatycki and Friedman, 2012).

En esta visión sobre los modelos acorde a quién se encarga del riesgo, se busca entender de qué forma como promotor la administración pública asume el riesgo y qué etapas son cubiertas por el empresario contratista con su correspondiente aceptación y gestión del riesgo. Las opciones van desde el enfoque de proyecto verticalmente integrado por varias capas de contratación y gestión, donde el promotor del proyecto se encarga de gestionar uno por uno diferentes contratos para cubrir todas las macro etapas, hasta el polo opuesto que corresponde a los proyectos denominados “llave en mano” o “turn key” en inglés, en los cuales el promotor del proyecto deja todo en manos de una empresa contratista, que se encargará de todos los elementos de diseño y luego de la construcción y equipamiento (Clemente, 2013).

Para la definición de estos modelos de contratación y manejo se utiliza con mucha frecuencia la terminología en inglés, así como sus siglas. Diferentes autores brindan un surtido de opciones de modelos, pero en este documento acogeremos la clasificación realizada por Anna Wojewnik-Filipkowska de la Universidad de Gdansk quien cita los modelos estratégicos y nivel de gestión del riesgo que se citan en la tabla 1. La nomenclatura corresponde a DB=Design-Build, DBO= Design-Build-Operate, DBFO=Design-Build-Finance-Operate, BOT=Build-Operate-Transfer, BOOT=Build-Own-Operate-Transfer y BOO=Build-Own-Operate (Wojewnik-Filipkowska, 2012).

Tabla 5: Modelos estratégicos contractuales y participación del promotor público y la empresa privada.  
Fuente: Wojewnik-Filipkowska

Enfoque del contrato	Modelos estratégicos contractuales					
	DB	DBO	DBFO	BOT	BOOT	BOO
Design (Diseño)	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Promotor Público	Promotor Público	Promotor Público
Build (Construcción)	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada
Finance (Financiamiento)	Promotor Público	Promotor Público	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada
Operate (Operación)	Promotor Público	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada
Own (Propiedad)	Promotor Público	Promotor Público	Promotor Público	Promotor Público	Empresa privada	Empresa privada

Esta tabla permite visualizar un continuo de grados de transferencia del riesgo entre sectores público y privados para los modelos estratégicos. Los modelos de menor

transferencia de riesgo están en el lado izquierdo de la tabla y a su vez, los de mayor transferencia se encuentran en el lado derecho de la misma.

Realizando una revisión de los modelos estratégicos contractuales de las líneas de metro que se han construido en Latinoamérica en los últimos 15 años podemos observar que para el caso de las primeras líneas de Santo Domingo y Quito se trató de proyectos completamente desagregados en sucesivas capas de contratación y licitación, con el promotor público encargado de integrar dichos contratos y varias empresas privadas como simples contratistas. En el caso de Panamá, para la línea 1 de su metro, la administración pública escogió un modelo DB (Design & Build) que comunmente se llama también "Turn Key" o "llave en mano", por el cual el promotor asignó a un consorcio privado el desarrollo de los estudios y la construcción y equipamiento, para pasar en adelante en la etapa de operación a gestionarlo directamente desde el sector público. En estas tres ciudades mencionadas el financiamiento corrió completamente a cargo del sector público, recurriendo para ello en parte a créditos de banca de desarrollo y en otra parte a fondos gubernamentales.

Para el caso de la Línea 1 del Metro de Lima y la Línea 4 del Metro de Sao Paulo, sus administraciones públicas escogieron modelos concesionales básicos de BOT, concretamente EOT (Equipment, Operate, Transfer). En este caso las administraciones públicas respectivas se encargaron de la construcción de la obra civil y encargaron a empresas privadas el equipamiento del material rodante, así como sistemas electromecánicos, señalización e integración ferroviaria durante el período de construcción y equipamiento, y delegaron la operación y mantenimiento de la línea de metro durante períodos concesionales de 30 años en ambos casos. También dentro de el modelo EOT caben los metros de Rio de Janeiro y Bahía, los cuales son operados en todas sus líneas por una empresa privada (CCR) y han involucrado inversiones en material rodante de parte del concesionario. Procesos más complejos han sido los de la Línea 2 de Lima y la Línea 6 de Sao Paulo, en los cuales no sólo que se ha generado una concesión para la operación, sino que los consorcios privados han sido también financistas parciales de la obra civil y constructoras de la misma. En este caso estamos hablando de modelos DBFO (Design, Build, Finance and Operate), con participación de los privados en virtualmente todas las etapas del desarrollo del proyecto.

### **3.- LOS METROS LATINOAMERICANOS FRENTE A LOS EUROPEOS Y ASIÁTICOS, INFLUENCIA Y PARTICULARIDADES EN EL DESARROLLO DE CONCESIONES**

La primera característica eminentemente visible de los metros latinoamericanos es la importancia que tiene la autosostenibilidad financiera para las actividades de transporte público. Mientras en Europa el transporte público es considerado un bien



imprescindible socialmente y por tanto son aceptados los subsidios o las asignaciones presupuestarias especiales para cubrir los déficits operativos, en Latinoamérica en muchas ciudades existe una total obsesión por lograr sostenibilidad financiera a nivel operativo (llamada también *índice de cobertura*), no sólo para el caso de líneas de metro, sino también para sistemas de BRT o de buses convencionales (Pardo, 2009; Sakamoto and GIZ, 2002). A nivel de sistemas de metro existe un fuerte interés por lograr ingresos iguales o superiores a los costos operativos, lo cual se demuestra cuando las operaciones completas de metros en grandes ciudades como Río de Janeiro, Sao Paulo, Medellín, Santiago de Chile y Guadalajara tienen superávit operativo (ALAMYS, 2013; Metro Sao Paulo, 2015). Mientras tanto, según los reportes de la asociación Comet and Nova que realiza estudios comparativos de metros a nivel mundial, apenas un solo sistema de metro en Europa tiene índice de cobertura que garantice que los ingresos son superiores a los costos operativos (Condry, 2013). En Asia, la situación es más parecida a la latinoamericana, con enfoque hacia la sostenibilidad financiera operativa (Condry, 2013).

La sostenibilidad financiera operativa no es un tema que se consigue al azar, depende de acciones específicas que van orientadas por 3 líneas principales:

1. *Valor de la tarifa.* - En Latinoamérica las tarifas que pagan los usuarios tienden a acercarse a la tarifa técnica o dicho de otra forma el valor real que cuesta transportar al usuario.
2. *Viajeros por kilómetro.* - En Latinoamérica las líneas de metro se planifican para capturar la mayor cantidad de pasajeros posibles, lo cual se traduce en número de viajeros por kilómetro. Mientras tanto en Europa muchas líneas tienen subutilización debida a que no se ha planificado una fuerte captura de pasajeros. Como ejemplo, Metro Valencia en España con sus 6 líneas de metro y 3 de tranvía, y con 156 km de red ferroviaria, transporta en promedio 212 mil pasajeros diarios (Metrovalencia, 2017), una cifra inferior a la que transporta una sola línea -Trolebús- del sistema BRT de Quito.
3. *Ingresos accesorios o no tarifarios.* - Existe una alta correlación entre los sistemas de metro que tienen sostenibilidad financiera operativa con aquellos que generan interesantes montos de ingreso a partir de actividades no relacionadas con la transportación, como son locales o centros comerciales, publicidad, alquiler de redes de datos. Según los datos de ALAMYS, cinco sistemas de metros en la región presentan ingresos accesorios que representan al menos 5% del total de sus ingresos, llegando en el caso de Santiago de Chile al 19,8% de sus ingresos (ALAMYS, 2014). En Europa este nivel de ingresos no tarifarios rara vez es alcanzado por operadores de metro, pero en el continente asiático aparece como una condición frecuente, de manera especial por el

manejo de bienes raíces asociados (Cervero and Murakami, 2009; World Economic Forum, 2010)

El segundo gran factor de diferenciación entre Latinoamérica con Europa y Asia es la limitada cantidad de recursos de los que se dispone en esta región, lo cual ha llevado a lentos crecimientos en las redes de metro existentes y en el bajo número de ciudades con líneas de metro en la región, a pesar de que existen más de 60 ciudades que superan el millón de habitantes, y de ellas, 20 ciudades superan tres millones de habitantes. Un claro ejemplo de este factor es que hay ciudades como Bogotá con 9,5 millones de habitantes, Guatemala con 4,7 millones, Guayaquil y Cali con 3,5 millones de habitantes en las cuales todavía no se implementa una primera línea de metro. Con equivalentes niveles de población, ciudades europeas tendrían ya varias líneas de metro en operación, lo propio para el caso de las asiáticas.

El tercer factor particular para América Latina y sus metros, corresponde a los altísimos niveles de corrupción presentes. Son numerosos los escándalos que han surgido en los gobiernos nacionales y locales en la región, pero no sólo el sector público se ha visto afectado, pues en el sector privado varias constructoras han sido juzgadas por corrupción, de manera especial la Constructora Odebrecht, que ha participado en la construcción de metros en 8 ciudades de 5 países latinoamericanos, y aunque no en todas esas obras se han confirmado los casos de cohecho, existen sospechas de que realizó sobornos en todas ellas.

Estos 3 fenómenos propios de Latinoamérica tienen un fuerte peso sobre los modelos concesionales en la región, afectando tanto al sector público como el privado y en muchos casos configurando las modalidades de contratos y el desarrollo de los proyectos, y en donde lamentablemente en muchas ocasiones los resultados no son positivos.

De las concesiones mencionadas anteriormente, todos los EOT han tenido resultados positivos tanto a nivel de superavit financiero de parte de la concesión como en los resultados operativos y de servicio al cliente que muestran cumplimiento en los parámetros definidos en los contratos concesionales. Así lo señalan los informes financieros y operativos de Ositran en Perú que supervisa al consorcio GyM Ferrovías de la Línea 1 (Ositran 2017), los del Metro de Sao Paulo que tiene concesionada la Línea 4 con el consorcio ViaQuatro (Metro Sao Paulo, 2015) y del Metro de Rio que ha entregado en concesión la operación de todo el sistema a la Companhia de Concessões Rodoviárias (CCR) con también positivos resultados (Metro Rio, 2017).

Por su parte las concesiones en modelo DBFOT como el caso de la línea 2 de Perú y la línea 6 de Sao Paulo han tenido fuertes problemas. La línea 2 limeña requiere de una

inversión total de USD 5827 millones, de los cuales el concesionario aporta con USD 1473 millones (Tejerina, 2016), aproximadamente el 25% de la inversión necesaria, un porcentaje muy superior al que aportan los concesionarios en los modelos EOT de la región. Esta línea sin embargo ha tenido retrasos de varios meses por divergencias en los diseños entre el concesionario y la administración pública. Además, ya la Contraloría de Perú advierte sobrecostos en la obra y posibles casos de corrupción. El caso de la línea 6 de Sao Paulo es todavía peor, pues el concesionario (que involucraba a la Constructora Odebrecht) ya resignó por los problemas de corrupción y se paralizó por completo la obra. En este DBFOT el concesionario planeaba invertir USD 3700 millones de los USD 4200 millones que costaba en total (Construcción Panamericana, 2017), es decir alrededor de 80% de la inversión. Como puede observarse, los casos de concesiones DBFOT han sido una fuente de problemas en contraposición de las exitosas concesiones EOT referidas.

#### **4.- VARIABLES QUE LLEVAN AL ÉXITO A LOS MODELOS CONCESIONALES**

Las particularidades que referimos en el capítulo anterior, respecto de los metros en Latinoamérica frente a los metros en Europa o Asia son las propias causantes de que las concesiones de tipo EOT en la región sean exitosas mientras que las concesiones de tipo DBFOT tengan tantos problemas. En primera instancia, la casi "obsesión" latinoamericana por la sostenibilidad financiera a nivel operativo en el transporte público, ha llevado a buenos diseños de modelos contractuales de concesiones tipo EOT, con especificaciones muy claras y detalladas sobre lo que se espera del concesionario en cuanto a ingresos operativos, nivel de servicio, operación y mantenimiento de trenes y estaciones, limpieza de instalaciones y satisfacción del cliente. Por otra parte, como el concesionario de los modelos EOT aporta con componentes como los trenes y los equipos electromecánicos y ferroviarios, entonces los términos de referencia son extremadamente detallados, toda vez que hay muy poca incertidumbre y riesgo para el concesionario. Únicamente se presenta como posible factor de riesgo el correspondiente a la demanda, pero en todas las concesiones EOT observadas se ha encontrado que las partes acuerdan unas "bandas o rangos" de demanda prevista, y sobre o bajo dichas bandas, existen ya acuerdos previos de cómo se resolverán las diferencias positivas o negativas.

A diferencia del aporte del concesionario EOT con una suma limitada de dinero (entre 10% a 15% de la inversión total) y con equipos específicos (trenes y sistemas ferroviarios), en los modelos concesionales DBFOT se acostumbra fuertes inversiones del concesionario (llegando hasta 80%) y exigen inobjetablemente que el concesionario de operación se convierta también en el diseñador de la obra y en el constructor de esta. Esto sumado a la escasez de recursos que afrontan las

administraciones públicas lleva a contratos ágilmente firmados y aprobados pero que carecen de muchos detalles técnicos o de términos de referencia con condiciones específicas tanto constructivas como después operativas. Ante esa debilidad de estudios y diseños, luego aparecen problemas al momento de definir responsabilidades o de encontrar las soluciones más apropiadas como en el caso de Lima, que llevan a retrasos en la obra, los cuales tienen costos financieros. A eso se debe sumar la connotación de que por el monto de inversión tan alto en los modelos DBFOT hay fuerte tendencia a que se generen casos de corrupción como en la línea 6 de Sao Paulo, visto que las constructoras ante los elevados riesgos que están dispuestas a asumir tratan de sobornar a los funcionarios públicos para obtener las condiciones más idóneas para ellos. Estos factores hacen prácticamente inviables las concesiones de tipo DBFOT en la región.

## **5.- CONCLUSIONES**

Las obras de metro presentan grandes complejidades técnicas y altas demandas de inversión. Ante esos condicionantes, el aporte del sector privado es fundamental para poder apalancar las inversiones que está dispuesto a realizar el sector público, puesto que la empresa privada puede aportar experiencia muy útil, y traer fondos adicionales con los cuales complementar a la administración pública. Latinoamérica en cuanto a metros tiene además unas condiciones muy propias que no se repiten en las regiones europeas y asiáticas. En esta región existe una fuerte determinación por mantener sostenibilidad financiera a nivel operativo para los sistemas de metro, pero también hay carencias de recursos para implementar nuevas líneas de metro a la velocidad que la población crece. Una última complejidad de la región ha sido la proliferación de casos de corrupción, entre los que destacan varias empresas de construcción de obra civil. En torno a este panorama propio de Latinoamérica, los casos estudiados muestran que las concesiones de tipo DBFOT han tenido malos resultados y no se visualizan propicias a futuro para la región, mientras que todos los casos de concesiones EOT han sido exitosos, tanto a nivel financiero, como en la operación y en última línea en la satisfacción al cliente.

## **5.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALAMYS. 2013. "Comité de Gestión Indicadores Económicos 2010 - 2012." In *18va. Reunión Intermedia de Los Comités Técnicos*.

———. 2014. "Comités de Gestión Y Operación. Propuesta Sobre Los Indicadores Económicos 2013." México.

Brage-Ardao, Ruben, Daniel J Graham, and Richard J Anderson. 2015. "Determinants of Rolling Stock Maintenance Cost in Metros." *Journal of Rail and Rapid Transit* 230 (6).

Cantarelli, Chantal C, Bent Flyvbjerg, Eric J E Molin, and Bert Van Wee. 2010. "Cost Overruns in Large-Scale Transportation Infrastructure Projects: Explanations and Their Theoretical Embeddedness." *EJTIR Issue* 10 (1): 5–18.

Carpintero, Samuel, and Ole Helby Petersen. 2015. "Bundling and Unbundling in Public-Private Partnerships: Implications for Risk Sharing in Urban Transport Projects." *Project Management Journal* 46 (4). Wiley Periodicals, Inc.: 35–46. doi:10.1002/pmj.21508.

Cervero, Robert, and Jin Murakami. 2009. "Rail and Property Development in Hong Kong: Experiences and Extensions." *Urban Studies Journal*, no. 46: 2019–43.

Clemente, Jorge. 2013. "Situación Actual de Los Metros Y Ferrocarriles de América Latina." *Boletín FAL - Facilitación Del Transporte Y El Comercio En América Latina Y El Caribe*, October.

Condry, Ben. 2013. "International Public Transport Benchmarking: Learning from Others." In *University of Sydney Benchmark Presentation*, edited by CoMET and NOVA, 41. Sydney.

[http://sydney.edu.au/business/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/190059/benc-presentation.pdf](http://sydney.edu.au/business/_data/assets/pdf_file/0006/190059/benc-presentation.pdf).

Construcción Panamericana. 2017. "Buscan Concesionaria Para La Línea 6 de Metro de Sao Paulo - Construcción Pan-Americana." recuperado de <http://www.construccion-pa.com/noticias/buscan-concesionaria-la-linea-6-metro-sao-paulo/>. 5/5/2018

Cosio, Joaquin. 2011. "Los Proyectos Y Los Planes de Negocios." *PERSPECTIVAS*, no. 27. Universidad Católica Boliviana San Pablo: 23–45.

Flyvbjerg, Bent. 2007. "Cost Overruns and Demand Shortfalls in Urban Rail and Other Infrastructure." *Transportation Planning and Technology* 30 (1): 9–30. doi:10.1080/03081060701207938.

Flyvbjerg, Bent, Nils Bruzelius, and Bert Van Wee. 2008. "Comparison of Capital Costs per Route-Kilometre in Urban Rail." *EJTIR Issue* 8 (1): 17–30.

Metro Rio. 2017. "Metrô Rio | Relación Con Inversores." <http://metrorio.ri.invepar.com.br/list.aspx?idCanal=PthjWICNZ45HiklAj3VIg==>.

Metro Sao Paulo. 2015. "Metro Sao Paulo Annual Report 2015." <http://www.metro.sp.gov.br/en/pdf/ra2015ingles.pdf>.

Metrovalencia. 2017. "Datos de La Red de Metrovalencia - FGV." recuperado de <http://www.fgv.es/conoce-fgv/fgv-en-cifras/metrovalencia-en-cifras/datos-de-la-red-de-metrovalencia/>. 5/5/2018

Ortega, Alejandro, Maria de los Angeles Baeza, and Jose Manuel Vassallo. 2016. "Contractual PPPs for Transport Infrastructure in Spain: Lessons from the Economic Recession." *Transport Reviews* 36

Ositrán. 2017. "Informe de Desempeño 2016 Gerencia de Regulación Y Estudios Económicos." Lima.

Pardo, Carlos Felipe. 2009. "Los Cambios En Los Sistemas Integrados de Transporte Masivo En Las Principales Ciudades de América Latina." 229. Documento Proyectos. Santiago de Chile. CEPAL.

Project Management Institute. 2013. *Fundamentos Para La Dirección de Proyectos - Guía Del PMBOK*. 5ta. ed. Project Management Institute PMI.

Roumboutsos, Athena, and Aristeidis Pantelias. 2015. "Allocating Revenue Risk in Transport Infrastructure Public Private Partnership Projects: How It Matters." *Transport Reviews* 35 (2): 183

Sakamoto, Ko, and GIZ. 2002. "Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities. Module 1f Financing Sustainable Urban Transport."

Santos, T. 2008. "Estudio de Factibilidad de Un Proyecto de Inversión: Etapas En Su Estudio." *Contribuciones a La Economía*, no. noviembre. <http://www.eumed.net/ce/2008b/tss.htm>.

Siemiatycki, Matti, and Jonathan Friedman. 2012. "The Trade-Offs of Transferring Demand Risk on Urban Transit Public-Private Partnerships." *Public Works Management & Policy* 17 (3): 283-302.

Tejerina, Rosa María. 2016. "Estructuración de Proyectos Ferroviarios. Proinversión Perú." Lima.

Wojewnik-Filipkowska, Anna. 2012. "Public Private Cooperation in Sustainable City Development - the Case Study of Public-Private Partnership in Railway Station Area Regeneration Project." In *FIG Working Week 2012*, 15. Roma.

World Economic Forum. 2010. "Paving the Way: Maximizing the Value of Private Finance in Infrastructure." New York.

# **TRANSPORTE PÚBLICO RESPONSIVO A DEMANDA COMO UMA ALTERNATIVA DE MELHORIA DA MOBILIDADE URBANA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

**Lorena Gonçalves Brasil**

Universidade de Brasília UnB, Brasília – DF, Brasil  
lorenagbrasil@gmail.com

**Pastor Willy Gonzales Taco**

Universidade de Brasília UnB, Brasília – DF, Brasil  
pwgtaco@gmail.com

## **RESUMO**

No Brasil o transporte público perde cada vez mais seus usuários e alguns fatores têm contribuído com a redução da demanda tais como baixo nível de serviço, inflexibilidade de rotas e pagamentos, pouca priorização nas ações governamentais, redução de investimentos que o priorizem, e forte incentivo pelo uso do automóvel. Como resultado, eleva-se o número de congestionamentos, aumenta a poluição e, conseqüentemente, os gastos com saúde. Uma solução trazida pela literatura é o Transporte Responsivo a Demanda (TPRD), um novo tipo de transporte público que combina os benefícios dos serviços baseados em ônibus e serviços de táxi, para oferecer um nível de serviço melhor que o transporte público convencional. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo realizar uma Revisão Sistemática da Literatura do Transporte Público Responsivo a Demanda como uma alternativa de melhoria para o panorama atual de baixa demanda por transporte público no Brasil, através de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Sendo assim, com esse estudo, foi possível obter 58 documentos relevantes sobre o TPRD e, dentre eles, 14 documentos que auxiliaram a análise de como o Transporte Público Responsivo a Demanda é uma alternativa para melhoria da mobilidade urbana.

## **1. INTRODUÇÃO**

A transição urbana brasileira é um fato consolidado e desde meados da década de 1960 o país já apresentava um grande contingente populacional vivendo em áreas urbanas, entretanto, essa transição urbana apresenta características particulares quando se analisa o consumo do espaço urbano, uma vez que a urbanização implica em mais carros nas vias, mais congestionamentos, mais emissões e, conseqüentemente, mais acidentes de trânsito. (Ojima *et al.*, 2013).

Tais problemas são agravados pelo fato de o transporte público no Brasil não conseguir abranger toda a população, uma vez que oferecem baixo nível de serviços aos usuários. Assim, o transporte público no Brasil está enfrentando desafios significativos para reter seus usuários, conforme pesquisas realizadas em 2016 que demonstraram uma perda de 3,22 milhões de usuários pagantes por dia no Brasil (NTU, 2016). Os usuários que desistem de utilizar o transporte público, na maioria das vezes, adquirem um transporte individual, corroborando para a motorização em massa e os diversos problemas que isso acarreta para a mobilidade urbana.

Dessa forma, a perda de usuários do transporte público e o aumento da motorização reflete em um problema de disputa pelo espaço viário urbano do transporte público com o transporte individual, isso porque o transporte individual ocupa mais de 60% das vias públicas e transporta bem menos usuários que o transporte coletivo, e é por isso que existem congestionamentos nas áreas urbanas. (NTU, 2016).

Dentre as soluções que a literatura aborda para esse problema, Davison *et al.*, (2014) sugerem o Transporte Público Responsivo a Demanda (TPRD) que, segundo Mageean & Nelson (2003), os TPRD oferecem serviços de transporte dinâmico, agregando as demandas de viagens similares sob a premissa de uma pré-reserva dos usuários. A partir daí o fornecedor do serviço otimiza o roteiro de captura, agregando as demandas de viagens próximas, levando os usuários para o seu destino final e compartilhando veículos, o que reduz custos operacionais e possibilita oferecer serviços melhores que os convencionais. Ou seja, é uma inovação que propõe uma nova oferta de transporte mais flexível, com o intuito de captar o usuário que o transporte público convencional não atende.

Assim, o objetivo do presente artigo é demonstrar, através de uma revisão sistemática da literatura, documentos relevantes que afirmam que o TPRD como a operacionalização do TPRD pode melhorar a mobilidade urbana. O artigo está dividido em 4 seções: Introdução, método, aplicação do método e considerações finais. Cada uma delas são divididas em subseções que contém as explicações necessárias para atingir o objetivo dessa pesquisa.

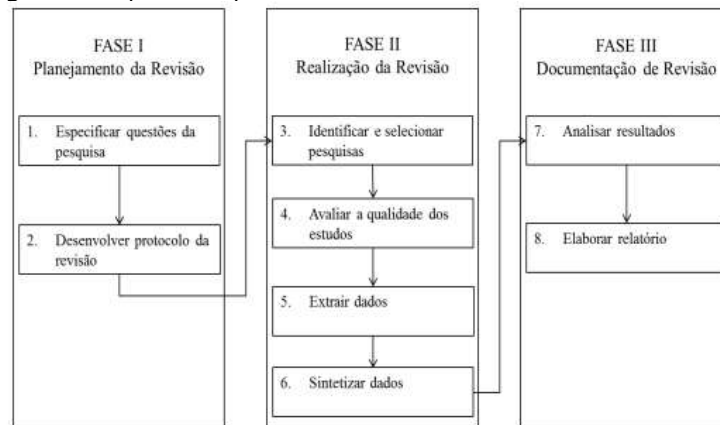
## **2. MÉTODO**

O método deste artigo utiliza a revisão sistemática da literatura (RSL), que segundo Okoli e Schabram (2010) é uma forma capaz de sistematizar, explicitar e executar um método para identificar, avaliar e sumarizar o estado da arte de uma área de conhecimento específica. Para Brereton *et al.*, (2007) a RSL está constituída de três fases: i) planejamento; ii) realização; e, iii) documentação (Fig. 1). Na primeira fase de planejamento são definidos o protocolo e as questões da pesquisa. Na segunda fase



de realização é onde acontece, de fato, a RSL, em que as principais fontes são encontradas, analisadas e as informações pertinentes extraídas de cada artigo. A terceira fase corresponde a divulgação do resultado da RSL.

Figura 1: Esquema explicativo das fases de uma revisão sistemática



Fonte: Traduzido de Brereton *et al.*, (2007).

### 3. APLICAÇÃO DO METODO E RESULTADOS ECONTRADOS

#### 3.1. Fase I: Planejamento da revisão.

Determinou-se nessa fase o escopo da revisão, o tópico de pesquisa foi contextualizado e a pergunta de pesquisa foi: O transporte público responsivo a demanda é uma alternativa para melhoria da mobilidade urbana?

Assim, um protocolo foi construído especificando as bases de dados e as palavras chaves, os idiomas aceitos e os critérios para avaliar a qualidade dos estudos, também conhecidos como critérios de inclusão e exclusão. O horizonte temporal não foi especificado, pois o objetivo era encontrar o marco inicial da utilização do TPRD.

Foi utilizada a base de dados *Scopus*, por ser uma das maiores bases de dados de resumos e citações do mundo (HLWIKI, 2017). As palavras-chave utilizadas foram "*Demand Responsive*" AND "*Transport*" e "*Demand Responsive Transport*" AND "*Transit*"

#### 3.2. Fase II: Realização da revisão.

O procedimento utilizado para esta fase abrangeu a execução dos critérios descritos na fase I. Após a busca com as palavras-chave relacionadas ao tema, a base de dados retornou um total de 302 documentos das palavras chaves "*Demand Responsive*" AND "*Transport*", e 14 documentos para as palavras chaves "*Demand Responsive Transport*" AND "*Transit*".

Aplicando critérios de exclusão e inclusão e alguns refinamentos para áreas de interesse (Engenharias), a base de dados retornou 44 documentos das palavras chaves "Demand Responsive" AND "Transport" e das palavras chaves "Demand Responsive Transport" AND "Transit" foram encontrados 14 documentos, dentre os quais 6 eram repetidos e não foram levados em conta.

Dentre os 52 documentos previamente citados, pôde-se visualizar o número de publicações por ano, conforme ilustração da Figura 2. A primeira publicação foi em 1971, onde Hupkes (1971) propôs o TPRD como alternativa de prover o transporte público para comunidades suburbanas pois, nesse período, os serviços de transporte responsivo eram utilizados para vencer o desafio econômico de oferecer transporte público de qualidade para zonas com pouca demanda, basicamente zonas rurais, ou para pessoas que possuíam mobilidade reduzida.

Percebe-se também que, a partir dos anos 2000, com a evolução da tecnologia e da qualificação dos serviços, bem como com a necessidade de transferir o usuário do transporte individual para o transporte público, os trabalhos sobre o TPRD tiveram um aumento relevante e, como indica o gráfico, a tendência é que o volume de pesquisas relacionadas ao TPRD aumente ao longo de 2018 e nos anos seguintes.



Figura 2- Adaptado de Scopus

Em relação ao maior número de publicações do mesmo autor, três autores ficaram com o primeiro lugar, tendo 4 documentos cada um (Jokinen, P.; Enoch, M.; e, Nelson, J. D). Em seguida, aparecem Sihvola, T., Quddus, M. e Ryley, T. em segundo lugar com 3 documentos cada. Inclusive, um dos autores com mais publicações, Nelson, J.D., possui dois documentos que estão entre os 5 mais citados, sendo eles: *Transport poverty meets the digital divide: Accessibility and connectivity in rural communities*, que trata sobre como a tecnologia e o TPRD podem melhorar a mobilidade em áreas rurais, e *Flexible transport services: A new Market opportunity for public transport*, que

afirma que o TPRD bem implementando tem o potencial de revitalizar serviços de transporte públicos convencionais.

Na Tabela (1) apresentam-se as principais contribuições dos documentos mais citados, detalhando os 5 principais resultados:

**Tabela 1 – Artigos mais citados e suas contribuições**

<b>Título/Ano da publicação</b>	<b>Autor</b>	<b>Contribuições</b>
Transport poverty meets the digital divide: Accessibility and connectivity in rural communities, (2012).	Velaga N.R., Beecroft M., Nelson J.D., Corsar D., Edwards P.,	O artigo faz uma abordagem sobre acessibilidade e conectividade nas comunidades rurais, ressaltando os principais desafios de transporte e tecnologia, e trata o TPRD como oportunidades para reunir soluções de transporte
Impacts of management practices and advanced technologies on demand responsive transit systems, (2004).	Palmer K., Dessouky M., AbdelmaguidT.,	O autor explica que existem poucas evidências da efetividade do serviço do TPRD. A pesquisa realizou um estudo para avaliar o impacto de várias tecnologias sobre a produtividade e custo operacional dos sistemas TPRD e concluiu que o uso de tecnologia de comunicação tem um impacto benéfico no custo operacional do TPRD.
Flexible transport services: A new market opportunity for public transport, (2009).	Mulley C., Nelson J.D.,	o mercado inicial do TPRD era associado a usuários que habitavam zonas de baixa demanda. Com o avanço da tecnologia e o advento dos FTS (Flexible Transport System), o nicho de mercado do TPRD aumentou, abrangendo mais usuário, sendo uma nova oportunidade de mercado.
Recent developments in Flexible Transport Services, (2010).	Nelson J.D., Wright S., Masson B., AmbrosinoG., NaniopoulosA.,	O texto faz uma abordagem geral do TR e seu desenvolvimento até os dias de hoje. Concluiu que atualmente uma definição mais ampla de FTS (Flexible Transport System) aumentou amplitude do TPRD.
Innovative on-demand bus system in Japan, (2010).	Tsubouchi K., Yamato H., Hiekata K.,	O objetivo da pesquisa é desenvolver um sistema computacional de demanda responsivo, levando em conta o custo. O resultado da simulação foi satisfatório

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se observar da Tabela 1 que os documentos mais citados não se restringem a falar somente das qualidades do TPRD, pelo contrário, os artigos elencaram algumas restrições e desvantagens do seu uso e operacionalização, como por exemplo a necessidade do alto custo para sua operacionalização e a criação de novas política destinada ao seu uso e operacionalização. (Tsubuochi *et al.*, 2010). Além disso, outro

problema mencionado é que faltavam evidências de eficácia da sua utilização. (Palmer *et al.*,2004).

Em contrapartida, Nelson *et al.*, (2010) demonstraram, através de diversos exemplos europeus e norte-americanos, que existe uma tendência perceptível para os transportes flexíveis, dentre eles os TPRD, fornecerem serviços de qualidade para toda a comunidade e, muitas vezes, por serem mais eficazes, complementar a rede de transporte público convencional para proporcionar acesso e oportunidades mais amplos. Tsubuochi *et al.*, (2010) confirma a afirmação acima desenvolvendo um algoritmo matemático para simular um sistema de onibus "on-demand", e os resultados foram satisfatórios em diversas cidades.

A fim de verificar quais perspectivas de pesquisa estão sendo mais exploradas no que diz respeito à relação entre ao Transporte Público Responsivo a Demanda, as palavras-chave mais freqüentes dos 58 registros encontrados no banco de dados da *Scopus* foram agrupadas em uma nuvem de palavras, através do software *TagCrowd*.

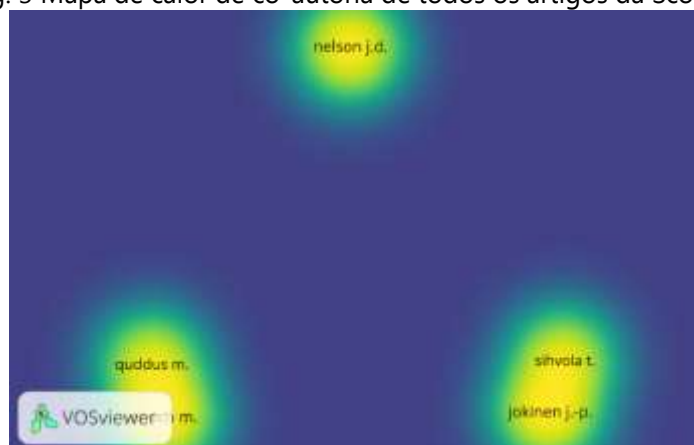
Figura 3 - Word cloud com as palavras-chave dos documentos



Nota-se que o tamanho das palavras na figura, que denota a frequência das 50 palavras-chave mais utilizadas, bem como o seu tom de cor, reflete o foco dos autores com relação a cada tema específico. Portanto, no presente estudo, as palavras "transport", "public", "service", "responsive", "flexible", "demand", "accessibility" refletem a principal característica dessa pesquisa.

Para análise de co-autoria e acoplamento bibliográfico, foi utilizado o software VOSviewer, gerando- mapas de calor e facilitando a visualização da análise. As análises de co-autoria, que revela os autores que mais publicam em parceria, são apresentadas nas Fig.3. É possível observar, ao analisar a figura, que há uma co-autoria entre Sihvola T. e Jokinen J., que possuem 3 e 4 artigos sobre esse tema, respectivamente, sendo que em 3 trabalharam juntos.

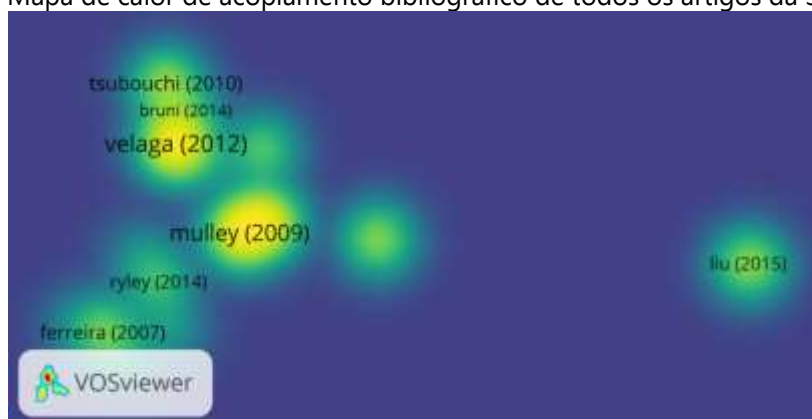
Fig. 3 Mapa de calor de co-autoria de todos os artigos da Scopus



Fonte: adaptado de VOSviewer

Na Fig 4, é apresentada a análise do acoplamento bibliográfico, que é quando determinados documentos possuem citações em comum, logo eles abordam assuntos semelhantes.

Fig. 4 Mapa de calor de acoplamento bibliográfico de todos os artigos da Scopus.



Fonte: adaptado de VOSviewer.

### 3.3. Fase III: Documentação da revisão

#### 3.3.1. Análise dos resultados

Analisando os documentos, pôde-se perceber que existem 3 subtemas dentro do tema central sobre o Transporte Responsivo a Demanda (Tabela 2): i) o TPRD como uma possível alternativa para melhoria da mobilidade; ii) simulação do TPRD como forma de comprovação da sua eficácia; e, iii) Estudos de caso em diversas cidades para esclarecer o que deu certo ou errado na operacionalização desses serviços.

Tabela 2: Distribuição de artigos por subtema

Subtema	Quantidade de documentos (%)
i) TPRD como uma alternativa para melhoria da mobilidade urbana.	22 (38%)

ii) Simulação do TPRD como forma de comprovação da sua eficácia	16 (27%)
ii) Estudos de caso	20 (35%)

Fonte: Elaborado pela Autora

Dessa forma, o subtema que mais encaixa com a pergunta dessa pesquisa é justamente aquele que descreve o TPRD como uma alternativa para melhoria da mobilidade. Um breve resumo de algumas contribuições dos documentos compreendidos dentro desse subtema foi demonstrado na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Resumo dos documentos sobre o TPRD como uma possível alternativa para melhoria da mobilidade

Autor/ Ano da publicação	Título	Contribuições
Castex É., (2016)	Le développement du Transport à la Demande en France: La pérennité du TAD à l'épreuve des réformes territoriales.	O texto explica como se deu o desenvolvimento da utilização e operacionalização do TPRD na França e explica os motivos desse crescimento desse tipo de transporte. A conclusão é que o TPRD contribui para um transporte público mais global.
Kent J.L., Dowling R., (2016)	The future of paratransit and DRT: Introducing cars on demand	A pesquisa faz uma revisão da Literatura sobre o TPRD, ilustra diversos exemplos em volta do mundo. Conclui que os TPRD podem contribuir para diminuição dos carros nas vias.
Liu T., Ceder A., (2015)	Analysis of a new public-transport-service concept: Customized bus in China	Descreve o "Customized Bus" na China, um Transporte Público Responsivo a Demanda que funciona em mais de 30 cidades chinesas.
Wang C., Quddus M., Enoch M., Ryley T., Davison L., (2015)	Exploring the propensity to travel by demand responsive transport in the rural area of Lincolnshire in England	A pesquisa explica como fatores do nível individual influenciam na utilização do DRT, para isso utilizam a ferramenta <i>Logit</i> . Concluem que um usuário potencial seriam mulheres que estão no mercado de trabalho.
Davison L., Enoch M., Ryley T., Quddus M., Wang C., (2014)	A survey of demand responsive transport in Great Britain	Estudo de caso onde demonstram os benefícios dos serviços de DRT e conclui que substituição dos serviços de ônibus convencionais pelo DRT é uma maneira mais econômica de atender às necessidades locais.
Jokinen J.-P., Sihvola T., Hyttiä E., Sulonen R. (2011)	Why urban mass demand responsive transport?	O texto pesquisa as necessidades que os usuários têm de usar carros e com isso afirma que os principais motivos que os usuários utilizam carros é por conta da falta de conexão dos transportes públicos e falta de flexibilidade.

Por isso, concluiu que a utilização do TPRD pode responder às necessidades dos usuários

Enoch, M., (2005)	Demand responsive transport: Lessons to be learnt from less developed countries	Comparação entres 3 modelos de TPRD (Ilhas Maurícius, Hong Kong e Turquia), sobretudo das melhores práticas de cada modelo
Heraty Margaret J., (1984)	Monitoring demand-responsive transport for disabled people: the readibus example.	O texto propõe o TPRD como uma alternativa para prover mobilidade aos que possuem mobilidade reduzida.
HUPKES G, (1971)	BUXI. Demand- responsive bus operation in the Netherlands	Um das primeiras publicações sobre TPRD onde propõe sua utilização para conseguir captar os usuários de comunidades suburbanas

---

Fonte: Elaborado pela autora

Em geral, a maioria dos documentos citados na tabela (3) acima tem em comum o fato de explicarem o funcionamento do TPRD, os principais motivos que contribuíram para seu surgimento e o desenvolvimento tecnológico por trás da sua operacionalização. Seguindo uma ordem cronológica de acontecimentos, os artigos encontrados na RSL conseguem explicar como o TPRD é uma alternativa para a melhoria da mobilidade urbana.

Inicialmente, de forma a entender em qual contexto o uso do TPRD começou a ser disseminado nas cidades, Nelson *et al.*,(2010) afirmaram que esses transportes foram originalmente projetados para ajudar pessoas com necessidades especiais ou para prover transporte público às comunidades rurais. As primeiras publicações sobre o TPRD (Hupkes, 1971, Heraty, M., 1984) corroboram com essa afirmativa, uma vez que ambas propõem um serviço de transporte para um grupo de pessoas que habitam territórios rurais onde o serviço de transporte público convencional não era economicamente viável por conta da baixa demanda.

Com o passar dos anos, viu-se que o TPRD precisava abranger mais usuários para se firmar como um transporte público completo (Nelson *et al.*, 2010). Portanto, a união do desenvolvimento tecnológico com estudos avançados em transporte, culminou em documentos que propuseram utilizar o TPRD para um número maior de usuários, pois, por ser um transporte flexível e ter um *design* simples, seria possível disponibilizá-lo como sistema de transporte público para todos, aumentando assim o leque de opções para o usuário fazer sua escolha modal, diminuindo o número de veículos individuais

nas vias. (Kashani *et al.*, 2016). Além de ser possível, também, de se integrar ao transporte público convencional (Nelson *et al.*, 2010).

Portanto, baseado no que foi citado acima viu-se que TPRD consegue abranger uma gama maior de usuários por conta do seu nível de serviço e, por isso, pode ser uma solução para diminuir o número de automóveis nas ruas, uma vez que atrai os usuários para o transporte público (Jokinen *et al.*, 2011). Atualmente, simulações no sentido de comprovar essa afirmação estão sendo realizadas e os resultados preliminares mostram que tanto o provedor quanto os clientes podem se beneficiar de um sistema dinâmico sob demanda (Gokey *et al.*, 2017).

Logo, diante do exposto, observa-se que TPRD é uma alternativa viável para a melhoria da mobilidade urbana, e os estudos comprovam que a implementação de serviços flexíveis em áreas urbanas e suburbanas levou a vários benefícios, incluindo o aumento do número de usuários do transporte público e melhoria em indicadores de mobilidade urbana (Papanikolaou *et al.*, 2017).

#### **4. Considerações Finais**

O presente artigo propôs uma revisão sistemática da literatura sobre os transportes responsivos a demanda e a sua característica de ser uma alternativa de mobilidade urbana relativas ao transporte público. Apresentou-se então 54 documentos sobre o tema que, por apresentarem diferentes abordagens, foram divididos em 3 subtemas do TPRD que são: uma possível alternativa para melhoria da mobilidade; simulação do TPRD para comprovação da sua eficácia. Estudos de caso em diversas cidades para demonstrar sua eficácia.

Esta área de pesquisa, apesar de não ser tão recente, conquistou mais ainda a atenção dos pesquisadores pela possibilidade de substituir o transporte convencional, que não possui um bom nível de serviço e nem atende a todos os usuários, por esse novo serviço que, aliado com a tecnologia, surgiu para melhorar a vida e dar mais mobilidade aos que não a possuíam

Como recomendações, pode se afirmar que apesar dos avanços percebidos nas pesquisas a partir de 2010, há ainda muitas lacunas a serem preenchidas nesta área, como, por exemplo: Realizar uma pesquisa de viabilidade custo/benefício do transporte responsivo; simular o cenário ideal de demandas responsivas e demandas convencionais; simular o comportamento do usuário às demandas responsivas. Tais lacunas podem ser objeto de futuras pesquisas, sendo então algumas recomendações futuras desse artigo.

REFERÊNCIA



Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos – NTU (2016) Relato das Apresentações. *Sistemas Inteligentes de Transporte*, Ed. 1, Brasília.

Brereton, P.; B. A. Kitchenham; D. Budgen; M. Turner e M. Khalil (2007) Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *The Journal of Systems and Software*, v. 80, p. 571–583.

Gökay S., Heuvels A., Rogner R., Krempels K.-H. (2017). Implementation and evaluation of an on-demand bus system, 2CSCW Mobility, Fraunhofer FIT, Aachen, Germany.

Heraty Margaret J.,(1984). Monitoring demand-responsive transport for disabled people: the readibus example. *The future of Transport. V.10. 20p.*

Hlwiki (2017) *HLWIKI*Canada. Available at: [hlwiki.slais.ubc.ca/](http://hlwiki.slais.ubc.ca/). Acesso em: Janeiro 2018..

Hupkes, G., (1971). BUXI. Demand- responsive bus operation in the Netherlands, (1972), *51st Annual Meeting of the Highway Research Board*, pp 38-41.

Jokinen J.-P., Sihvola T., Hyytiä E., Sulonen R.,(2011). Why urban mass demand responsive transport? *Integrated and Sustainable Transportation System*

Kashani, Z.N., Rinald, N., Winter, S (2016) . Comparing demand responsive and conventional public transport in a low demand contexto. *The First IEEE International Workshop on Context-Aware Smart Cities and Intelligent Transport Systems*.

Mageean, J. E Nelson, J. D. (2003) The evaluation of demand responsive transport services in Europe. *Journal of Transport Geography*. P. 255-270.

Nelson J.D., Wright S., Masson B., Ambrosino G., Naniopoulos A.,(2010). Recent developments in flexible transport Services. *Research in Transportation Economics*. V.29,.P. 243-248.

Ojima R., Mandarola Jr., E., (2012) Mobilidade populacional e um novo significado para as cidades. *Estudos urbanos e regionais* V.14, N.2.

Okoli, C. e K. Schabram (2010) A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. Sprouts: *Working Papers on Information Systems*, v. 10, n. 26.

Palmer K., Dessouky M., Abdelmaguid T (2004). Impacts of management practices and advanced technologies on demand responsive transit systems. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. V.37, P. 495-509.

Papanikolaou A., Basbas S., Mintsis G., Taxiltaris C., (2017). A methodological framework for assessing the success of Demand Responsive Transport (DRT) services. *Transportation Research Procedia*. V.24, P. 393-400.

Riley, tj; Stanley, pa; Enoch, mp; Zanni, am;Quddus, ma. Investigating the contribution of Demand Responsive Transport to a sustainable local public transport system.

Tsubouchi K., Yamato H., Hiekata K (2010), Innovative on-demand bus system in Japan. *Intelligent Transport Systems*. V.4, P. 270-279.

## **DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA MEDICIÓN DE SATISFACCIÓN EN SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO MULTIMODALES**

**Martha Lucía Gutiérrez,**

Bogotá, Colombia, Secretaria General Asociación SIMUS [mlgutierrez@alasiswa.org](mailto:mlgutierrez@alasiswa.org)

**Claudio Varano,**

Buenos Aires, Argentina, Comisionado Técnico Asociación SIMUS [claudio.varano@arintech.com](mailto:claudio.varano@arintech.com)

**Darío Cardona,**

Medellín, Colombia, Experto consejero Asociación SIMUS

**Miriam Lucía Giraldo Trejos,**

Medellín, Colombia, Gerente General Grupo Movilidad SAS [miriam.giraldo@grupomovilidad.com.co](mailto:miriam.giraldo@grupomovilidad.com.co)

**Sara Gutiérrez Ocampo,**

Medellín, Colombia, Directora técnica Grupo Movilidad SAS [transporte@grupomovilidad.com.co](mailto:transporte@grupomovilidad.com.co)

### **RESUMEN**

La encuesta de satisfacción y calidad del servicio es una herramienta desarrollada por la Asociación Latinoamericana de Sistemas Integrados para la Movilidad Urbana Sustentable (SIMUS) y aplicada en sistemas BRT de países como Brasil, Chile, México, Ecuador y Bolivia, convirtiéndose de esta manera en un reto hacerlo para sistemas integrados que contemplen los diferentes modos de las ciudades. Es así como con base en estos ejercicios previos se desarrolla la metodología de la encuesta de satisfacción en sistemas de transporte público multimodales, y se aplica en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (compuesta por un total de 10 municipios) en el departamento de Antioquia de la república de Colombia, en la cual se evalúan 9 modos que hacen parte el sistema de transporte público de la región: Metro, Metroplús, Tranvía, Cables, Rutas alimentadoras, Rutas integradas, Rutas Urbanas de Medellín - TPM, Rutas metropolitanas y Sistema de Bicicletas Públicas – Encicla.

La metodología de trabajo desarrollada tiene 4 grandes etapas: Revisión y adaptación de la metodología de encuesta SIMUS a sistemas multimodales, Aplicación de encuestas a los usuarios de los diferentes modos, procesamiento y análisis de la información recopilada e identificación de desafíos y oportunidades de mejora en los diferentes modos de transporte.

Palabras claves: encuesta de satisfacción, sistemas de transporte público multimodales, calidad del servicio, usuarios.

## INTRODUCCIÓN

La situación actual de los sistemas de transporte público en varias ciudades latinoamericanas ha llevado a concluir que las acciones desarrolladas orientadas a la modernización y la búsqueda de eficiencias sin poner el foco en el usuario han resultado en la pérdida de pasajeros y el fortalecimiento de otro tipo de sistemas como el privado, elevando la tasa de motorización, e incluso el informal. Esta coyuntura ha dado lugar a una importante reflexión relacionada con el desconocimiento que se tiene de las necesidades de los usuarios de dichos sistemas y ha despertado el interés para encontrar una herramienta que permita medir los niveles de satisfacción sobre los principales elementos del servicio prestado.

La Encuesta de Satisfacción al usuario y calidad de servicio fue desarrollada para evaluar en detalle la opinión de los clientes del transporte público considerando los diferentes factores de calidad. Tiene como objetivos específicos:

- Estandarizar las encuestas de satisfacción con un cuestionario completo y flexible que permite la comprensión y la satisfacción de las necesidades del cliente para cada factor de la calidad y medir el impacto de las intervenciones o mejoras.
- Analizar los resultados y proporcionar una comparación (benchmarking) entre las ciudades participantes.
- Puntos de Vista de los principales entes gestores y empresas
- Desarrollo de planes estratégicos
- Modelo de Gestión de calidad, en proceso de mejora continúa
- Obtener información cuantitativa para apoyar el proceso de toma de decisiones.
- Identificar los desafíos y oportunidades comunes de las ciudades para discutir soluciones integradas.
- Verificar el impacto de la implementación de nuevos sistemas de transporte público Colectivo.
- Contribuir a la gestión de la calidad del transporte público.

## DISEÑO DE METODOLOGÍA DE LA ENCUESTA

### Criterios Utilizados

Para cumplir estos objetivos, en el desarrollo de la encuesta se consideraron los siguientes criterios principales:

- Tener fácil aplicación en cualquier ciudad.
- Ser fácilmente incorporada a los sistemas de gestión de calidad de transporte.
- Tener metodología de aplicación compatible con las diferentes ciudades y permitir que todos participen en el intercambio de experiencias y benchmarking.
- Ofrecer módulos opcionales, con series de preguntas que permiten la comprensión detallados de satisfacción, las percepciones y los problemas que enfrentan los clientes y contribuir a la gestión de la calidad.

### Factores de la Calidad

La Encuesta de Satisfacción incluye 20 factores clave de la calidad que se encuentran en las encuestas utilizadas en las ciudades y en los estudios evaluados. Mismo que algunos de estos factores tengan una mayor influencia en la satisfacción general del cliente, tales como confiabilidad y la velocidad, la encuesta incluye una lista completa que se debe considerar en la gestión de la calidad de los sistemas de transporte. Los factores de calidad identificados:

*Satisfacción General:* En general cual es la percepción del sistema de transporte de la ciudad y del modo en realiza el viaje.

*Acceso al transporte:* facilidad en llegar a los puntos de acceso y circular en estaciones y terminales

*Disponibilidad:* intervalo entre los buses en los horarios y locales en que necesita rapidez

*Tiempo de espera*

*Tiempo de viaje*

*Confiabilidad:* llegada en el horario previsto

*Facilidad en hacer transferencias/transbordos,* entre los diferentes modos de transporte para llegar a su destino (Metro, cable, tranvía, buses, bicicletas, etc.)

*Confort/comodidad de los puntos de parada:* infraestructura, iluminación, limpieza, cantidad de personas

*Confort/comodidad de las estaciones:* infraestructura, iluminación, limpieza, cantidad de personas

*Confort/comodidad de los terminales/estaciones intermodales:* infraestructura, iluminación, limpieza, cantidad de personas

*Confort/comodidad de los vehículos:* calidad, iluminación, limpieza, cantidad de personas/ocupación, facilidad para subir y bajar, facilidad para moverse al interior del vehículo.

*Atención al cliente:* respeto, cordialidad, preparo de conductores, cobradores, empleados y centro de atención al usuario

*Información al cliente:* sobre rutas, horarios y otras informaciones

*Seguridad Ciudadana:* Seguridad contra robos, hurtos y asaltos en el camino y dentro del bus

*Seguridad Vial:* Seguridad en relación con accidentes de tránsito

*Comportamiento de los Usuarios*

*Condiciones ambientales:* Exposición al ruido y contaminación

*Facilidad de Pago:* Facilidad en pagar por el transporte y cargar créditos en la tarjeta

*Disponibilidad de puntos de recarga de tarjeta*

*Gasto en transporte público*

## **ESTRUCTURA DE LA ENCUESTA**

La Encuesta de Satisfacción y calidad de servicio fue diseñada con una estructura básica que nos permite comprender las percepciones de los clientes en relación con cada uno de los factores de calidad. Para cumplir con los objetivos propuestos, la herramienta cuenta con una encuesta base y módulos opcionales que se pueden incluir en cada caso para complementar el análisis, de acuerdo con las necesidades específicas de cada ciudad.

### **Cuestionario Base**

Está compuesto por 4 grupos de preguntas, obligatoriamente aplicadas en todas las ciudades:

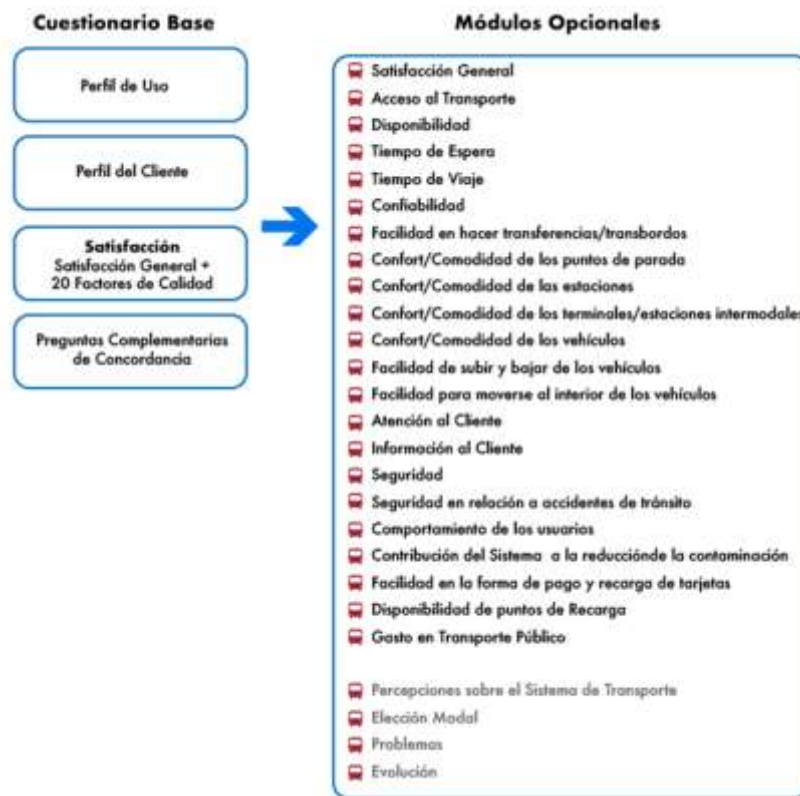
- Perfil de uso.
- Caracterización de los clientes.
- Satisfacción general y sobre cada uno de los 20 factores de calidad.
- Preguntas complementarias.

## Módulos Opcionales

Corresponden a 20 módulos que complementan el cuestionario básico

- 2 módulos sobre las percepciones sobre el transporte público y la elección modal.
- 16 módulos de satisfacción, que corresponden a cada uno de los factores de calidad.
- 1 módulo acerca de los problemas que enfrentan los clientes.
- 1 módulo acerca de las percepciones sobre la evolución del transporte.

Figura 9. Estructura de la Encuesta



FUENTE. Elaboración Propia

## MÉTODO DE APLICACIÓN

Este capítulo tiene por objeto establecer un método de investigación que se adapta a diferentes contextos de los sistemas de transporte urbano y permite el desarrollo de

un proceso de evaluación comparativa entre varias ciudades, teniendo en cuenta sus particularidades. La metodología de trabajo a desarrollar para llevar a cabo la encuesta de satisfacción al usuario y calidad del servicio se presenta a continuación junto con el detalle de las actividades contenidas en cada una de las etapas indicadas.



**Figura 10. Metodología de trabajo**



FUENTE. Elaboración propia

### **Recopilación de Información Secundaria**

Como paso inicial se hace un análisis de las necesidades de la entidad contratante, donde se recopila información general del sistema de transporte de la región o ciudad donde se desarrolla el estudio, recopilando información correspondiente a los modos de transporte, movilización de cada uno de estos, horarios de servicios, cobertura, entre otros aspectos relevantes.

De estos análisis iniciales se define a cual o cuales modos se les llevará a cabo el estudio, de donde se toma la información para el cálculo de la muestra que se realiza posteriormente.

### **Revisión y adaptación de metodología**

Esta etapa consiste en la adaptación de la herramienta de medición a las particularidades del sistema de transporte objeto de estudio.

### **Adaptaciones al contexto local**

Los sistemas de transporte tienen características específicas que pueden y deben ser incluidos en la investigación. A pesar del cuestionario propuesto incluir las preguntas típicas en las principales ciudades de América Latina y Europa, le corresponde a cada región o ciudad incluir las preguntas adicionales que ayudan en la gestión de la calidad del transporte público.

Hay algunas reglas básicas para adaptar el cuestionario y, de esta manera, mantener la compatibilidad con la base de datos unificada para la evaluación comparativa, donde se almacenan las respuestas de las entrevistas en cada ciudad.

- Deben ser conservados los módulos obligatorios, incluso el orden de aplicación a excepción de los siguientes puntos:

- Excepción 1: se puede omitir preguntas acerca de estaciones intermodales o estaciones de cualquier modo si no existen en la ciudad.
- Excepción 2: se pueden personalizar los modos de transporte disponibles en la ciudad y los tipos de tarjetas/modos de pago utilizados
- Aunque se hayan excluido ciertas preguntas, se debe mantener la numeración de las preguntas y los módulos opcionales, además de la numeración de alternativas (respuestas) para mantener compatibilidad con la base de datos unificada.
- Se puede adaptar a la terminología específica o expresiones de la ciudad (Ej. 1: Terminales, que pueden también ser llamados "estaciones de transferencia" o "cabecales de servicio" en algunas ciudades; Ej.2: Puntos de parada, llamadas simplemente "paradas" en otras ciudades; Ej. 3: Transferencias, que en otras ciudades se llama "integración" o "transbordo"; etc.).
- Se pueden incluir otros módulos y preguntas al final de los módulos originales de la encuesta, para evaluar la satisfacción con aspectos particulares de cada sistema u otros aspectos útiles en la gestión de la calidad del servicio.
- Se debe generar un reporte con todas las modificaciones y adaptaciones realizadas en la encuesta. Los cambios realizados deben ser enviados para revisión y validación por el equipo de SIMUS, previo a la aplicación de la encuesta, para poder participar del grupo de benchmarking.

### **Definición de escala de satisfacción**

La definición de la escala de satisfacción debe definirse teniendo en cuenta la cultura de la región, debido a que se recomienda que sea una escala con la que los usuarios se encuentren familiarizados y por ende les permita dar una calificación acertada de acuerdo al concepto por el cual se esté preguntando. Como ejemplo se presenta a continuación la escala de 1 a 7 utilizada en la ejecución de la encuesta, en ciudades como Medellín, Santiago de Chile y Belo Horizonte.

**Tabla 6. Escala de calificación del usuario**

1	2	3	4	5	6	7
Muy insatisfecho	Insatisfecho	Medianamente insatisfecho	Ni satisfecho ni insatisfecho	Medianamente satisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho

FUENTE. Ejecución de encuesta AMVA 2017.

### Definición tamaño de muestra

Para la definición del tamaño de muestra (población a encuestar) es necesario analizar el comportamiento de datos que se hayan tomado de manera previa, para de esta manera determinar la distribución que siguen las respuestas analizadas y estimar por medio de la estadística la muestra requerida. En el caso de que no se cuente con datos previos para dicho ejercicio estadístico, se propone asumir una distribución multinomial de la manera que se describe a continuación. Adicional al comportamiento de las respuestas, para este ejercicio también es necesario contar con la información del número de usuarios para cada modo seleccionado, ya que cada encuesta a realizar corresponde a uno de los usuarios del sistema.

Para el caso Medellín, fue asumida una distribución multinomial para la cual Thompson (1987) propone un método para calcular el tamaño de muestra con el objetivo de estimar los intervalos de confianza para los distintos parámetros de las proporciones para las categorías de dicha distribución. La fórmula propuesta por Thompson (1987) se puede resumir como:

$$n = \frac{\text{MAX} \left[ z^2 \left( \frac{1}{V} \right) \left( 1 - \frac{1}{V} \right) \right]}{d^2}$$

Donde:

Parámetro	Definición
V	Número de categorías donde $V > k$ (k Número de categorías de la distribución multinomial).
d	Nivel de precisión del intervalo de confianza. Para hallar diferencias críticas de $2 \times d$ .
z	Valor crítico de z a un nivel de confianza $\alpha$ .

Con el fin de estandarizar los resultados y hacer que estos sean estadísticamente comparables entre los diferentes modos y las diferentes ciudades donde sea desarrollada la encuesta, se calcula el número de encuestas a realizar, por modo o modos de características similares, con un nivel de precisión de 5%, el cual corresponde al máximo error en que se puede incurrir al estimar la población con la muestra seleccionada.

Este tamaño de muestra se refiere al total de encuestas que están 100% diligenciadas, las encuestas que estén incompletas no pueden tenerse en cuenta para los análisis estadísticos, por esta razón, de acuerdo con la experiencia de otros proyectos similares, el número de encuestas a realizar debe ser lo calculado, más un valor entre 20% y 35%,

lo cual está asociado con la extensión de la encuesta, por eso en cada caso debe ser analizado de manera particular.

### **Definición de formularios**

Además de aplicar el módulo base del cuestionario, cada agencia gestora puede optar por aplicar los módulos opcionales que sean más convenientes en su contexto. La inclusión de módulos opcionales permite entender mejor los factores específicos que influyen en la satisfacción del cliente para cada factor de calidad y, por lo tanto, entender qué medidas priorizar en la gestión de la calidad para satisfacer las necesidades del cliente.

La elección de los módulos opcionales se puede hacer de varias maneras: (I) empíricamente por los técnicos y gestores de los sistemas; (II) a partir de las quejas más frecuentes; (III) a través de grupos focales para identificar aspectos críticos del sistema o; (IV) desde la investigación anterior. Considerando que la mayoría de las preguntas del módulo básico de satisfacción tiene un módulo opcional correspondiente, se sugiere la aplicación de los módulos asociados a los aspectos con el más alto grado de insatisfacción en la investigación anterior. Es importante señalar que la investigación, así como la elección de los módulos, ha tenido como objetivo proporcionar información concreta para el sistema de gestión de la calidad deberá incluir las preguntas que mejor ayuden en este proceso.

Se proponen también otros módulos opcionales, que no están asociados con las preguntas de satisfacción del cuestionario básico. De manera especial, se destaca el módulo de problemas, el de percepciones adicionales, el de elección modal y el de evolución del sistema de transporte.

En la definición de módulos opcionales es importante tener en cuenta que la aplicación del cuestionario con entrevistas que duren más de 10 minutos tienen más probabilidad de ser interrumpidos especialmente donde los pasajeros hagan viajes más cortos. Cuestionarios con tiempo superior a 15 minutos de aplicación deben ser evitados. Siempre es necesario llevar a cabo una prueba piloto del cuestionario en cada uno de los modos seleccionados, con al menos 40 entrevistas por modo.

### **Estudios e instituciones usadas como referencia:**

La Encuesta de Satisfacción y calidad de servicio incorpora las mejores prácticas en encuestas de ciudades de América Latina y los conceptos más avanzado en el tema en estudios internacionales.

- IBBG – International Bus Benchmarking Group.
- TCRP Report 47- A Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality.

- QUATTRO - Quality Approach in Tendering Urban Public Transport Operations.
- EN 13816 – Transportation, Logistics and Services and Public passenger transport: Service quality definition, targeting and measurement.
- BEST - Benchmarking European Sustainable Transport.
- ANTP – Associação Nacional dos Transportes Público.

## **LA ARTICULACIÓN, CLAVE PARA LA TRANSFORMACIÓN**

**Mg. Monica Alvarado**

Secretaría de Movilidad y Transporte, Rosario, Santa Fe, Argentina  
malvara0@rosario.gov.ar

**Mg. Andrea Magnani**

Gerente General Ente de la Movilidad de Rosario, Rosario, Santa Fe, Argentina  
amagnan0@rosario.gov.ar

**Esp. Nerina Manganelli**

Subgerente General Ente de la Movilidad de Rosario, Rosario, Santa Fe, Argentina  
nmangan0@rosario.gov.ar

### **RESUMEN**

El siguiente trabajo toma como núcleo principal la articulación como estrategia para la transformación. Se presenta el caso del Programa de Convivencia, el cual se piensa como un promotor de la convivencia democrática e inclusiva en los diferentes modos de transporte. El Programa se compone de tres ejes principales; la accesibilidad, el género y adultos y adultas mayores. Se enumeran las acciones específicas que se han llevado a cabo para cada uno de estos ejes. Estas se han realizado trabajando en conjunto desde el Ente de Movilidad de Rosario y diferentes organizaciones entre las que se cuentan áreas municipales y organizaciones civiles.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Garantizar el derecho a una movilidad segura, en la que se priorice la convivencia, el buen trato y la solidaridad, es una tarea que el municipio se propone priorizar y para la que necesita del compromiso de todos y todas.

La ciudad de Rosario en el año 2016 fue sede del Congreso Internacional de Ciudades Educadoras XIV "Ciudades: Territorios de Convivencia". Allí, personas de distintos lugares del mundo se encontraron para compartir experiencias innovadoras de gestión, reflexionar sobre las realidades y problemáticas de sus territorios y visibilizar estrategias para abordarlos. Preguntas tales como: *¿Qué desafíos enfrenta la convivencia con la diversidad que habita una ciudad?, ¿Cómo se renuevan las estrategias para vivir juntos frente a los jóvenes y los niños?, ¿Qué lugar ofrecemos a*

*los adultos mayores en la tarea cotidiana de hacer una ciudad?*, ocuparon el centro del debate.

En este marco, como forma de sostener una continuidad con las iniciativas desarrolladas con motivo del congreso y recuperando experiencias previas, como la del Programa de Responsabilidad y Compromiso Ciudadano "Convivir Rosario" (2008), y los acuerdos generados en el marco del Pacto de la Movilidad de Rosario (2010), se propuso construir un programa que apueste a la convivencia de los y las rosarinas en la movilidad de la ciudad.

El Programa de Convivencia se piensa como una estrategia de trabajo interno a largo plazo que, teniendo como eje la articulación entre las distintas reparticiones municipales y las organizaciones de la sociedad civil, reúna a actores clave que representen los intereses de diferentes colectivos que demandan el cumplimiento de sus derechos vinculados a la movilidad.

Para alcanzar los objetivos que se propone este programa es preciso superar la perspectiva normativista y, citando a la Asociación Internacional de Ciudades Educadoras, "pensar al sujeto en su contexto social, en tanto configurado por su sociedad. Nadie actúa en soledad, nadie actúa por fuera de todo contexto, nadie se configura a sí mismo sin la influencia de los otros, sin la impronta de la historia y de la cultura en la que cada uno se encuentra inserto. Y muchos cambios en las conductas individuales dependen de cambios culturales".

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Promover la convivencia democrática e inclusiva entre los diferentes modos haciendo especial hincapié en las y los actores más vulnerables en relación a la movilidad como derecho.

En cuanto a los tipos de modo se encuentra en peatones y ciclistas las figuras más débiles. Por otro lado, se reconoce que otros colectivos específicos también necesitan ser priorizados ya que padecen o pueden padecer situaciones de desigualdad en sus desplazamientos por la ciudad y/o en el uso del espacio público; específicamente personas mayores, mujeres y personas con movilidad reducida.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Promover prácticas de movilidad que mejoren la convivencia en el espacio público haciendo especial hincapié en la solidaridad, la empatía y el respeto.
- Garantizar el derecho pleno a la movilidad de las mujeres, las personas mayores y las personas con movilidad reducida.
- Comprometer a la ciudadanía con el cuidado de la vida propia y de la vida de los y las otras, respetando las normas de tránsito vigentes.
- Concientizar acerca del cuidado del espacio público, promoviendo valores de sustentabilidad, responsabilidad ciudadana y compromiso.
- Desnaturalizar aquellas prácticas de movilidad que deterioran la calidad de vida de la población y vulneran los derechos de la ciudadanía.
- Promover la movilidad responsable en todos sus modos (Transporte Público, Movilidad Activa y Transporte Motorizado Individual)

### **3. ACCIONES ESPECÍFICAS**

El principio número 8 de la Carta de Ciudades Educadoras establece que “la ordenación del espacio físico urbano atenderá las necesidades de accesibilidad, encuentro, relación, juego y esparcimiento y un mayor acercamiento a la naturaleza. La ciudad educadora otorgará un cuidado especial a las necesidades de las personas con dependencia, en su planificación urbanística, de equipamientos y servicios, con el fin de garantizarles un entorno amable y respetuoso con las limitaciones que puedan presentar, sin que hayan de renunciar a la máxima autonomía posible”. Además en el apartado “Al servicio integral de las personas”, en el artículo 19, se sostiene que “El municipio identificará los colectivos que precisen de una atención singularizada, y pondrá a su disposición puntos especializados de información, orientación y acompañamiento”.

Continuando con esto, desde el Ente de la Movilidad de Rosario se trabaja en forma articulada con la Dirección de Inclusión, el Instituto de la Mujer, ambas dependencias de la Municipalidad de Rosario, y otras reparticiones municipales, así como también con distintas organizaciones de la sociedad civil vinculadas a estas temáticas, para garantizar la accesibilidad de todas las personas a los bienes y servicios que necesitan. En los espacios de trabajo generados se analizan las necesidades concretas y se viabilizan diferentes soluciones a las demandas.



El Programa de Convivencia cuenta con 3 ejes; accesibilidad, género y adultos y adultas mayores.

### **3.1 Accesibilidad**

Entre las acciones que se han llevado a cabo en relación a la accesibilidad se encuentran:

- Identificación de números de interno de cada unidad de transporte en Sistema Braille.
- Colocación de calcomanías en todas las unidades de transporte que indican que las personas con discapacidad visual pueden acceder al transporte público acompañadas por su perro guía (ver anexo).
- Colocación de vinilos autoadhesivos para concientizar sobre la importancia de los primeros asientos reservados para personas con movilidad reducida.
- Identificación de unidades adaptadas. A la identificación frontal ya contemplada se incorporó la identificación trasera con el ícono correspondiente en el manual de imagen.
- Incorporación de 152 nuevas unidades TUP adaptadas.
- Incremento de controles del CITA (Centro de Inspección Técnica de Automotores) para mejorar las condiciones de accesibilidad en los colectivos.
- Pantallas dinámicas en refugios de colectivos en diferentes intersecciones de la ciudad, las cuales brindan información audiovisual sobre el arribo de las líneas y aviso sobre el arribo de coches adaptados.
- Se colocarán tótems informativos en las paradas de mayor demanda y situadas en lugares estratégicos que con información dinámica (relativa al Transporte Urbano de Pasajeros, consulta de saldo, validación de carga virtual, arribos por línea y bandera); información estática (nº de líneas relacionadas a la parada, nº de parada y nº telefónico de la línea de atención al ciudadano); placas de acero inoxidable con escritura Braille (identificando nº de parada), sistema de sonido a demanda el cual reproduce los arribos de las unidades de Transporte urbano.

- Actividades de concientización en conjunto con la organización civil Sin Barreras<sup>8</sup> y la Dirección General de Tránsito para evitar la invasión de rampas y paradas TUP.
- Desarrollo de Aplicación MOVI (aplicación con información relativa a la movilidad en la ciudad) accesible.
- Los refugios colocados en las zonas con mayor flujo de pasajeros, contemplan baldosas reglamentarias para no videntes.
- En 2015 se estableció un convenio marco con la asociación civil MUCAR<sup>9</sup> (Movimiento de unidad de ciegos y ambliopes), el cual prevé un acuerdo de cooperación, colaboración y asistencia entre el Ente de la Movilidad de Rosario y la organización,
- Inclusión de la organización civil Sin Barreras y MUCAR en el Consejo Consultivo del Ente de la Movilidad de Rosario.
- Se convocó a MUCAR para la realización conjunta de un spot publicitario mostrando las herramientas de accesibilidad en los autobuses.
- Inclusión de bicicletas tándem al Sistema de Bicicletas Públicas.
- En el año 2017 se estableció una resolución que autoriza la contratación de la Cooperativa El Aprendiz<sup>10</sup> para que efectúe el mantenimiento mensual de las bicicletas tándem de la Asociación Rosarina de Deportes para ciegos.
- Realización de piezas gráficas por la reconocida artista rosarina Flor Balestra (ver anexo) para ser distribuidas en diferentes soportes con prácticas habituales de movilidad.
- Convenio con MUCAR para la impresión en Braille de números RA y nombre del titular de licencia de taxi para ser colocados en todas las unidades.
- Colocación de número RA en macrotipo para las personas con discapacidad visual.

### 3.2 Género

En el año 2008 se realizó la Encuesta Origen Destino (EOD) para determinar de qué forma se desplaza la población en el Área Metropolitana de Rosario (AMR). Del análisis de la distribución modal por género se determinó que los hombres se transportan en

---

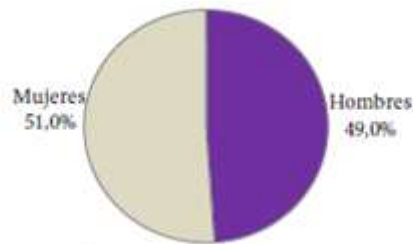
<sup>8</sup> Es una ONG que tiene como objetivo crear consciencia sobre los derechos de las personas con discapacidad.

<sup>9</sup> Asociación sin fines de lucro, de personas ciegas y de baja visión.

<sup>10</sup> Centro de capacitación en oficios para adultos con discapacidad.

su mayoría en automóvil particular, mientras que las mujeres lo realizan en autobús. El segundo modo de movilidad de las mujeres son los traslados a pie y en tercer lugar el automóvil particular (EOD, 2008). El gráfico de torta a continuación representa la distribución de viajes en AMR según géneros.

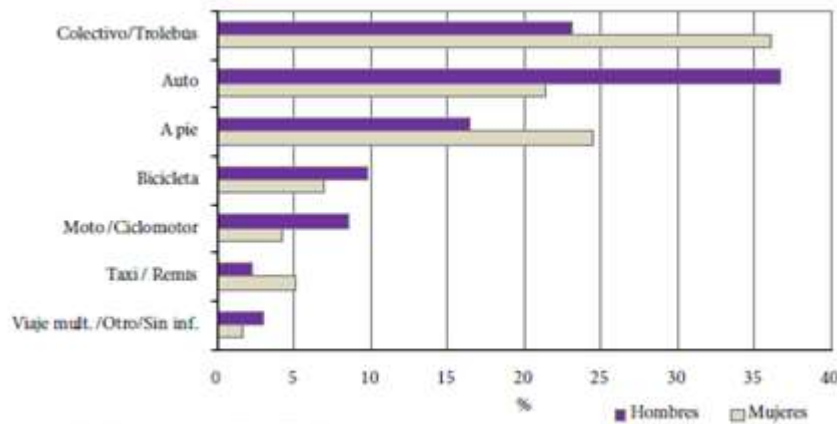
**Gráfico 1: Distribución de viajes según género**



Fuente EOD 2008

A continuación se muestra en un gráfico de barras la distribución modal de viajes en AMR para cada género.

**Gráfico 2: Distribución modal de viajes según género**



Fuente EOD 2008

Esta encuesta dio como resultado que las mujeres realizan trayectos numerosos y complejos, rutas variadas y concentradas en áreas geográficas, preferentemente alrededor del hogar y acompañadas por sus hijos, cargadas con bultos, compras y carritos de bebés. Las mujeres, al ser más vulnerables al acoso sexual y a ser molestadas tienen una mayor percepción de la inseguridad. Teniendo en cuenta estos indicadores el Ente de la Movilidad realizó las siguientes acciones:

- En el 2016 se realizó una campaña contra la violencia de género en el transporte público de la ciudad de Rosario llamada "Si me pasa a mí, nos pasa a tod@s".
- Gratuidad en el sistema de transporte urbano de pasajeros para el 8 de marzo, Día Internacional de la Mujer Trabajadora, y el 3 de junio, convocatoria "Ni Una Menos"
- En el mes de marzo de 2018 se realizó una caminata nocturna de mujeres para visibilizar la importancia de la ocupación del espacio público sin miedo y libre del acoso callejero por las mujeres.
- Realización de piezas gráficas por Flor Balestra (ver anexo) para intervenir el Transporte Urbano de pasajeros por el Día Internacional de la Mujer colocando calcomanías con la frase "Viajemos libres y seguras en el transporte público. Unidas y valientes decimos no al acoso" y banderas alusivas a la fecha en todos los autobuses de la ciudad.
- A través del teléfono 147, centro de atención al usuario, se puede contactar el teléfono verde del Área de Atención en Violencia de Género. Atendido por profesionales especializadas (psicólogas, trabajadoras sociales y abogadas), ofrece un espacio de escucha, orientación y contención, efectuando una primera evaluación de la situación planteada y sus posibles riesgos.

### **3.3 Adult@s mayores**

La Municipalidad de Rosario diseña, implementa y coordina la ejecución de políticas y propuestas dirigidas a promover la calidad de vida y bienestar de los adultos mayores de la ciudad. En relación con esto el Ente de la Movilidad trabaja en conjunto con diferentes áreas municipales y organizaciones para implementar políticas que faciliten la movilidad de las y los adultos mayores en la ciudad.

- Actividades de concientización en conjunto con la organización civil Sin Barreras y la Dirección General de Tránsito para evitar la invasión de rampas y paradas TUP, para que la unidad pueda acercarse al cordón de la vereda.
- La artista Flor Balestra (ver anexo) realizó diferentes piezas gráficas para ser distribuidas en diferentes soportes para desalentar malas prácticas de movilidad, como ser la invasión de rampas y sendas peatonales, y promover las buenas prácticas de convivencia como ceder el asiento.
- Las personas jubiladas mayores de 69 años cuentan con una franquicia que las habilita a hacer uso del sistema de transporte de forma gratuita.

- Todos los años en la celebración del Parking Day, la Escuela Municipal de Gerontología acompaña las diferentes actividades que se realizan desde el EMR.
- Participación de adult@s mayores de vecinales en la difusión de la campaña “Metrobus: cuidar y cuidarse entre todos para llegar seguros”
- En todas las unidades de autobuses los primeros asientos se encuentran reservados para embarazadas, discapacitados y adultos mayores, indicado mediante una calcomanía (ver anexo).

#### **4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Asociación Internacional de Ciudades Educadoras, *Carta de Ciudades Educadoras*, (1990), recuperado de [http://www.edcities.org/wp-content/uploads/2013/10/CARTA-CIUDADES-EDUCADORAS\\_3idiomas.pdf](http://www.edcities.org/wp-content/uploads/2013/10/CARTA-CIUDADES-EDUCADORAS_3idiomas.pdf) el 01 de junio de 2017.

Asociación Internacional de Ciudades Educadoras, *Delegación para América Latina, La convivencia en las ciudades*, cuaderno de debate n° 4 (2016), Sudamerica Impresos Rosario, Argentina.

Municipalidad de Rosario, Ente de Movilidad de Rosario, Secretaría de Transporte de la Nación, Banco Mundial, Proyecto de Transporte Urbano de Buenos Aires, 200 años de Bicentenario Argentino (2011), *Encuesta origen / destino, Movilidad en el Área Metropolitana de Rosario*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Municipalidad de Rosario y Ente de Movilidad de Rosario, Pacto de Movilidad de Rosario (2014). Imprenta Tecnigráfica. Rosario.

## 6. ANEXO

Imágenes realizadas por la artista rosarina Flor Balestra.





Calcomanías colocadas en todas las unidades de transporte público.

Rosario = movilidad

### Asientos reservados para:



• Personas con cualquier tipo de discapacidad

• Adultos mayores

• Embarazadas y con niños en brazos

De no ser suficientes los primeros asientos, cedamos cuantos sean necesarios. [Ordenanza N° 7.802](#)





## **LIDERANDO LA TRANSFORMACIÓN DE LA GESTIÓN Y SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO EN PERÚ.**

**Julián Alejandro Valencia Zapata**

Gerente - Cofundador TuRuta, Ciudad de Lima, Región de Lima, Perú, alejo@turuta.pe.

### **RESUMEN**

Lima metropolitana incluyendo a la provincia del Callao cuenta con más de 12 Millones de habitantes y conforma así la 4ta área metropolitana más poblada de Sudamérica; de dicha población aproximadamente el 75%, unos 9 millones de habitantes utilizan los servicios de transporte público para movilizarse diariamente, desplazamientos que actualmente se realizan en buses y microbuses de rutas convencionales, tren eléctrico, BRT metropolitano, corredores viales, incluyendo a la reciente línea amarilla y otros. Así pues, es posible evidenciar una amplia gama de servicios de movilidad, producto de la transición entre diferentes autoridades, sin embargo nos trae a la reflexión el hecho de que tal pluralidad de servicios no sea considerada una solución eficiente para los temas de movilidad en Lima y Callao; cabe resaltar que en el último sondeo de percepción de problemas de la ciudad, el transporte público, aquel que es un servicio indispensable para la movilidad, se ubica como el segundo mayor problema de Lima, solamente desplazado por la inseguridad, que paradójicamente en muchos de los casos se da en el mismo transporte. Es así que en este contexto se hace obligatorio empezar a replantear la perspectiva desde la cual se vienen gestionando las soluciones de transporte, y así lo han entendido algunos empresarios del sector, visionarios, los cuales en conjunto con proveedores de SW de operaciones, la app móvil TuRuta y otros actores, han creado un círculo virtuoso fundamentado en dar la relevancia merecida a un actor del sistema, el cual no había sido tenido en cuenta de manera activa, consciente y comprometida en las soluciones de movilidad; este actor es el ciudadano. Hoy 2018, se empiezan a notar avances prometedores en la experiencia de movilización de la ciudad, partiendo desde la evolución de la simple figura de pasajero a la merecida figura de cliente, la incorporación del mismo en la operación como fiscalizador del servicio, y concretando con la culturización, y fidelización del cliente como parte indispensable del futuro y sostenibilidad del transporte, producto de acciones conjuntas y la apertura a unir esfuerzos.

## 1. CONTEXTO

A continuación, se retratará el contexto actual del transporte público en Lima Metropolitana (entendiendo para el presente texto, y en aras de simplificar como Lima Metropolitana a aquella área comprendida por Lima y Callao). En primera instancia se retratarán los medios de transporte disponibles, su dimensión, autoridades, y problemáticas; como segunda instancia se realizará el retrato de los usuarios del transporte público en Lima y Callao, como utilizan el sistema de transporte, además de sus principales problemáticas y percepciones.

### 1.1 Actualidad de los medios de transporte público masivo en Lima y Callao 2018.

El Tren eléctrico o denominado Metro de Lima Línea 1, fue inaugurado en el 2011 como alternativa de conexión entre el sur y oeste de la ciudad. Cuenta con 26 estaciones en el total de su recorrido para el mes de abril del 2018 se cuenta con 32 trenes, hábiles todos los días entre las 06:00 y las 22:00 horas, según cifras del 2016 el tren movilizó un total de 107,22 millones de viajes, con un flujo mensual de pasajeros de 9 millones aprox., y representando una muy leve variación respecto al 2015, pero sobrepasando en un 33,5% la demanda proyectada para este año. Como se puede analizar, el uso del servicio del tren se ha visto estancado, y esto obedece a un punto muy claro, la demanda incremento de manera vertiginosa por lo cual no hay capacidad instalada para atender nuevos usuarios, y los usuarios habituales por problemáticas como las largas colas que pueden durar hasta más de 30 minutos, y el sobre cupo de los vagones, desisten de usar el medio de transporte.

El siguiente medio de transporte es el Metropolitano de Lima, sistema BRT, el cual se inauguró en el año 2010, recogiendo en parte el legado dejado por su predecesor ENATRU (considerado el primer BRT de la región) como alternativa de conexión entre el Sur y el Norte de la ciudad, conectando aproximadamente 17 distritos. Actualmente cuenta con 38 estaciones y recorre una extensión aproximada de 36 km. Este cuenta con dos subsistemas diferenciados: vía troncales y vía alimentadoras. El primero conecta las estaciones principales, y el segundo conecta zonas locales del norte y sur con las estaciones terminales que son la estación Naranjal y estación Matellini. Su flota opera todos los días entre las 05:00 y las 23:00 horas, movilizándolo en el 2016 un aproximado de 711,000 pasajero por día.

Uno de los puntos a considerar son las largas filas para ingreso al sistema, las esperas de los articulados, y el sobre cupo con que cuenta el sistema en horas pico, generando no solo incomodidad, sino también inseguridad y desincentivo hacia el uso del sistema.

El tercer medio de transporte a considerar son los llamados Corredores viales, estos surgen como la punta de lanza para iniciar la integración con los sistemas de transporte

masivo como el Metropolitano y el Tren Eléctrico Línea 1. Inició en agosto del 2014 con el corredor azul. Los corredores viales son operados por consorcios autorizados por ProTransporte ente adscrito a la Alcaldía Mayor de Lima y quien actúa como ente regulador. Según el informe de Proyectos 2018 de ProTransporte, el corredor azul al año 2016 cuenta con 140 buses y moviliza a 115,000 pasajeros por día. El corredor rojo al año 2016 cuenta con 200 buses y moviliza a 138,000 pasajeros por día. El corredor morado al año 2016 cuenta con 46 buses y moviliza a 60,000 pasajeros por día. La cantidad de paraderos en total (los 3 corredores) son más de 200.

El último medio de transporte a considerar es a su vez el de mayor dimensión, se le denomina para el presente texto como Transporte convencional y articula la mayor cantidad de viajes realizados en la ciudad diariamente; constituye la mayor masa de rutas y unidades destinadas para transporte. Actualmente el transporte convencional de Lima Metropolitana tiene dos actores reguladores, uno para las rutas autorizadas en Lima, denominado GTU y adscrito a la Alcaldía Mayor de Lima y otro para las rutas autorizadas en el Callao denominada Gerencia de Transporte y Tránsito y adscrito a la Municipalidad Provincial del Callao, este fenómeno también es un punto que genera conflictos, sobre todo cuando tenemos una metrópolis donde operan 399 empresas de transporte privadas, que cubren más de 500 rutas, con rutas que se entrecruzan. Como se ha resaltado el sistema de transporte convencional puede llegar a movilizar diariamente a más de 7 millones de personas en toda Lima Metropolitana.

Entre los principales problemas que afectan al transporte convencional tenemos: Existe exceso de flota vehicular, circulan un aproximado de 31,000 vehículos; afectación directa al medio ambiente con más de 50% de flota antigua; existen vehículos no apropiados para la movilización de pasajeros, las combis o camionetas rurales, no cuentan con capacidad, generan tráfico y representan un 41% de vehículos disponibles en el sistema; ausencia de personal capacitado, ni con formalidad laboral, lo que genera alta tasa de participación en accidentes.

## **1.2 Experiencia y Percepción del usuario del sistema.**

A partir del análisis de los medios de transporte se cuenta con una mirada general de que alternativas tienen disponibles los ciudadanos de Lima, ahora bien, para que este análisis del contexto actual tenga una visión completa debemos indagar que piensa el ciudadano que interactúa con el sistema, aquel que le da vida al sistema; es por esto que a continuación damos una detallada y actualizada mirada de las percepciones recogidas por el observatorio urbano Lima Como Vamos en el 2017.

En primera instancia cabe resaltar que Lima Como Vamos busca definir a través de sus encuestas las percepciones de los ciudadanos frente a los principales servicios públicos,

y problemáticas visibles en la ciudad. En este punto, a partir de los resultados, se ha encontrado que el transporte público se sitúa como el segundo mayor problema de Lima, solo desplazado por la inseguridad, que paradójicamente a veces se presenta en el mismo medio de transporte, como se muestra en el Tabla 1.0.

Realmente no es sorpresa que el transporte público se ubique en esta no muy honrosa posición, ya que los problemas del transporte público se hacen cada vez más evidentes, y el sistema cuenta con usuarios con cada vez más canales y medios para quejarse y exponer su inconformidad, tal como lo evidencia el Tabla 2.0 donde se resalta una mala percepción del ciudadano en lo que se refiere a servicio del transporte público, sobre todo en el denominado transporte convencional (Custers – Combis – Buses), una percepción que se vuelve paradójica al ver que a su vez son los servicios de movilidad más utilizados, posiblemente por el exceso de demanda, exceso de demanda que lejos de representar una oportunidad para mejorar servicios y rentabilizar mejor, ha creado un estado de confort para muchos de los empresarios, evidenciado en la continuidad del problema, una problemática que lejos de mejorar sigue igual, tal como lo percibe el usuario evidenciado en el Tabla 3.0. Esto permite evidentemente identificar un usuario que no se encuentra a gusto con el sistema, por temas de comodidad, seguridad, eficiencia, tiempo y en si experiencia del uso del mismo.

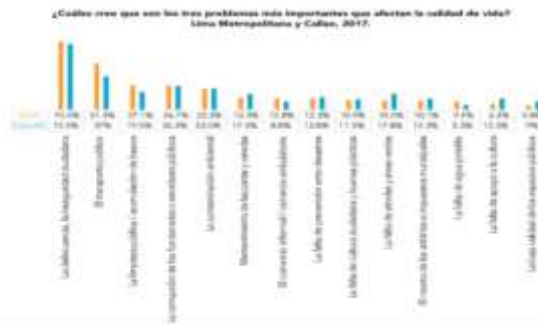


Tabla 1.0. ¿Cuáles cree que son los tres problemas más importantes que afectan la calidad de vida? Lima Metropolitana y Callao. 2017. Realizado por Lima Como Vamos 2017.

**¿Cómo calificaría los siguientes servicios de transporte público? Lima Metropolitana y Callao, 2017.**

		Porcentaje de personas que han usado el medio en el último año						
		89.2%	72.9%	80.6%	69.0%	39.2%	33.5%	25.9%
LIMA	Cúster o combis	Taxis	Buses	Mototaxis	Metropolitano	Metro de Lima	Comedores complementarios	
	Mala	44.6%	7.4%	29.5%	29.0%	14.1%	7.9%	12.9%
	Regular	44.3%	33.6%	56.2%	44.8%	35.9%	24.4%	38.2%
	Buena	10.9%	58.8%	14.1%	25.9%	50.1%	67.7%	48.6%

		Porcentaje de personas que han usado el medio en el último año						
		91.8%	80.3%	79.8%	60.3%	25.3%	8%	14.8%
CALLAO	Cúster o combis	Taxis	Buses	Mototaxis	Metropolitano	Metro de Lima	Comedores complementarios	
	Mala	33.0%	7.2%	22.3%	23.2%	12.9%	18.8%	15.3%
	Regular	49.9%	29.0%	48.6%	44.8%	30.7%	18.8%	30.5%
	Buena	17.2%	63.9%	29.2%	32.0%	56.4%	62.5%	54.2%

Tabla 2.0. ¿Cómo calificaría los siguientes servicios de transporte público? Lima Metropolitana y Callao 2017. Realizado por Lima como Vamos 2017.

Tabla 29: Comparando con la situación de hace un año, ¿diría usted que el servicio de transporte que usted utiliza principalmente está...?

LIMA	2017	Mujer	Hombres	18 a 29 años	30 a 44 años	45 años a más	A/B	C	D/E	Lima Centro	Lima Este	Lima Norte	Lima Sur
Mucho mejor, algo mejor	13.4%	11.4%	14.4%	14.4%	12.4%	13.0%	14.7%	12.9%	10.7%	10.9%	14.8%	14.2%	13.4%
Igual	55.4%	57.9%	54.1%	60.0%	52.4%	51.0%	56.6%	52.4%	58.0%	55.4%	47.9%	50.5%	50.0%
Algo peor, mucho peor	31.0%	30.7%	31.1%	25.4%	35.0%	35.6%	28.5%	34.6%	29.4%	33.7%	36.3%	35.3%	34.5%
NS/NR	0.3%	0.0%	0.4%	0.2%	0.3%	0.4%	0.2%	0.0%	1.1%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%

Tabla 30: Comparando con la situación de hace un año, ¿diría usted que el servicio de transporte que usted utiliza principalmente está...?

CALLAO	2017	Mujer	Hombres	18 a 29 años	30 a 44 años	45 años a más	A/B	C	D/E
Mucho mejor, algo mejor	13.9%	7.0%	16.4%	13.8%	15.5%	11.8%	18.6%	9.2%	13.9%
Igual	60.8%	56.1%	62.5%	64.6%	56.3%	60.8%	55.8%	65.5%	61.7%
Algo peor, mucho peor	23.4%	31.6%	20.4%	19.5%	26.8%	25.5%	25.6%	24.1%	16.7%
NS/NR	1.9%	5.3%	0.7%	2.3%	1.4%	2.0%	0.0%	1.1%	8.3%

Tabla 3.0 ¿Comparando la situación e hace un año?, ¿Diría usted que el servicio de transporte que usted utiliza principalmente está...? Lima y Callao 2017. Realizado por Lima Como Vamos 2017.

De esta manera se visualiza un contexto aproximado de los medios de transporte disponibles actualmente en Lima Metropolitana y como estos están siendo utilizados y percibidos por los ciudadanos; a partir de ahora, se enfatiza en resaltar lo que se busca definir como la transformación de la gestión y servicio de transporte público en Perú.

## 2. ENTENDIENDO EL TRANSPORTE PÚBLICO CONVENCIONAL.

Como se denota en el capítulo 1, son diversos los medios de transporte disponibles para la movilidad urbana en Lima Metropolitana, cada uno de estos medios cuenta con una infraestructura, demanda y gestión de operación, sin embargo, en este capítulo se abordará desde adentro el que se considera por datos presentados anteriormente el medio de mayor uso de la ciudad, el Transporte Público Convencional.

### 2.1 Perfil del empresario y operadores del transporte.

Hablar del empresario del transporte público de Lima Metropolitana, es hablar de un emprendedor con un perfil particular y puntos de partida diferentes. Es así como en el rubro del transporte público se puede hablar de familias que han sido siempre empresarios del sector transporte; por otra parte, se encuentran empresarios que han iniciado su historia dentro del negocio del transporte público como dueños de vehículo, conductores o cobradores; y por último se encuentran empresarios que, por la demanda, y las ganancias del negocio decide invertir en el negocio y participar del mismo. Es importante resaltar la procedencia del empresario del sector ya que esta guarda cierta correlación con el tipo de operación y la oferta actual brindada por cada empresa.

Continuando con el análisis, se pueden identificar 3 perfiles de empresarios que confluyen actualmente en el sistema de transporte público convencional, cabe resaltar

que estos perfiles no son exclusivos, ni totalitarios, son perfiles aproximados de acuerdo a un análisis particular:

**Perfil 1. Empresario básico:** Gerente de una empresa con flota pequeña a mediana, en muchas ocasiones compuesta por camionetas rurales o las denominadas "combis", la particularidad de este empresario es que no tiene mayor interés en la mejora de su servicio, busca explotar al máximo la ruta, motivo por el cual, no aplica mayores filtros de calidad tanto para socios como para personal, no implementa tecnología, ni cuenta con personal capacitado, hay poco interés por renovación puesto que prevé que la ruta que tiene concesionada puede ser próximamente absorbida, reasignada o clausurada.

**Perfil 2. Empresarios Seguidores:** Este tipo de empresario usualmente gerencia empresas con flotas medianas e incluso grandes, compuestas en su mayoría por vehículos de 9 a 12 metros, y con renovaciones de flotas recientes, estas empresas cuentan con estructuras más formales, sin embargo, no se arriesgan en la implementación de mejoras en su servicio, básicamente por qué son resistentes al cambio, se encuentran en muchos casos en zonas de confort. En muchas ocasiones cuentan con planes de capacitación, e implementan tímidamente alguna tecnología básica, sobre todo a raíz de la presión de la autoridad, o para cumplir con requisitos propios de actores financieros del sistema, los cambios que realizan son en su mayoría como respuesta a buscar sostenibilidad en sus rutas, o favorecimientos desde la autoridad.

**Perfil 3. Empresarios Líderes o Visionarios:** Este tipo de empresario en su mayoría lidera a empresas de gran dimensión, con buses de 9 y 12 metros, y con renovaciones de flota considerables; en este punto hay que hacer una precisión, este perfil de empresario también se puede encontrar en algunas empresas pequeñas en proceso de formalización, renovación y migración a empresa mediana, y en empresas medianas que buscan trascender a empresa grande y proyectar su sostenibilidad en el sector; esto nos deja ver un punto relevante de este tipo de empresario y es que comparte indiferente de la dimensión de su empresa y operación las siguientes cualidades: Voluntad por generar un cambio desde adentro hacia fuera; Creen en la necesidad de cambiar el chip del sector, considerando el valor del pasajero y la necesidad de convertirlo en cliente; Se dedican a temas más estratégicos que operativos, y cuentan con personal de apoyo y estructuras empresariales más formales (más o menos nutridas de acuerdo a su dimensión); Capacitan a sus empleados; Han viajado al exterior para ver otro tipo de operaciones; Consideran la tecnología fuente de control y eficiencia de su operación; Son curiosos respecto a los avances tecnológicos, buscan soluciones e implementan cambios de manera voluntaria y pionera; Buscan ser parte del futuro del transporte, y crecer en rutas y operaciones.

Estos perfiles se construyen con la finalidad de optimizar esfuerzos en la búsqueda de partners con una visión diferente, una visión alineada al cambio de chip, como se resalta a continuación:

## **2.2 Cambio de chip en la gestión privada del transporte urbano.**

Cuando se habla del cambio de chip en la gestión y servicio del transporte público urbano se debe precisar la alusión al hecho de situar al pasajero en el centro de todas las decisiones que se tomen en el rubro, convertir al pasajero, que como se detalla anteriormente ni se encuentra satisfecho ni seguro en el uso del sistema, en un cliente, en un cliente de valor para la empresa, un cliente de valor bidireccional. Hablar de un cliente con valor bidireccional significa en primera instancia coordinar todas y cada uno de las acciones de la empresa en pro de lograr una experiencia de movilidad satisfactoria para el cliente, esto quiere decir tener la filosofía empresarial enfocada en el servicio al cliente, y recibir en retribución un cliente que sea parte activa de la operación, que contribuya a la fiscalización del servicio, y reporte los incidentes, un cliente que no solo se fideliza con la ruta de transporte de la empresa, sino que además habla de esta, la promueve y defiende, y por ultimo un cliente que es respetuoso, empático y conocedor de quien le provee el servicio, este intercambio de valor se empieza a forjar a partir de un cambio real de chip, un cambio real de cómo se conciben las acciones en la gestión y el servicio del transporte público urbano en general.

En este punto, es importante resaltar que, si bien no se cuenta con un cambio total del chip en la gestión del transporte, si se puede hablar de un grupo de empresarios los cuales para este texto se han denominado como Lideres o Visionarios, los cuales han avanzado de manera sostenida en el cambio de visión que hace evolucionar dentro de su operación al pasajero y lo convierte en cliente, son empresas que han ido más allá con acciones como:

- Integrar proveedores de tecnología y generar herramientas tecnológicas para mejorar el comportamiento de sus conductores.
- Establecer planes de capacitación para su personal y la atención al cliente.
- Atender las quejas y sugerencias de sus clientes.
- Brindar una aplicación móvil a sus clientes para que tengan toda la información de su ruta, y puedan además establecer un canal para recibir información de la empresa y poder reportar incidentes, sugerencias u otros.

Como se resalta en lo anteriormente mencionado, la incorporación del cliente se hace prioridad para el cambio del chip y la mejora del sector, sin embargo, incorporar al mismo es utópico si no se utiliza la tecnología para optimizar el mismo.

### **2.3 Proveedores de SW de operación y gestión de flotas: Adaptaciones tecnológicas de valor.**

A través de las mesas de conversación que se llevan a cabo entre gerencias, operaciones, asesores y demás, se hacen evidentes múltiples ideas nacidas en las cabezas de los empresarios líderes de las empresas de transporte, ideas que si no es a través de la tecnología serían muy lentas o muy costosas de implementar. Es a partir de este punto que ingresa un nuevo actor a la ecuación que esta ponencia busca construir, este nuevo actor son los proveedores de sistemas de operación y gestión de flotas. Este actor tiene como finalidad básica otorgar herramientas tecnológicas a las empresas de transporte para ser más eficientes, para cumplir con regulaciones o para crear una mejora de estándares e innovación integral de la operación, cada objetivo es particular a cada empresa, y se refleja en su accionar.

Tal como existe un perfil de empresario, también existe un perfil de empresa proveedora de tecnología para el sector, y es responsabilidad tenerlo claro, y considerar su aporte y diferencias. En primera instancia están los proveedores que son completamente ajenos en su compromiso con el sistema, son aislados, y buscan a partir de su tecnología solamente generar una ganancia producto de su negocio, este tipo de empresa no solo no tiene un rol activo en la mejora del sistema, sino que no ve en el crecimiento de su cliente, y en su sostenibilidad, su propio futuro como negocio, esto en la mayoría de ocasiones lo conlleva a sacrificar calidad en pro de ganancias. Por otra parte, tenemos a la empresa proveedora de tecnología que es consciente de su rol, independiente de su procedencia o tamaño, y se compromete con su cliente a través de dos acciones relevantes, 1. Contribuye a partir de su tecnología en la innovación y mejora tecnológica de la empresa, logrando con esto de manera paulatina la reducción de la resistencia natural al cambio, y generando a su vez la elevación de los estándares, la eficiencia y rentabilidad de la operación. 2. Entiende su impacto, y visualiza su aporte a la mejora del servicio, son abiertos a integrar soluciones que generen beneficio para el empresario de transporte y en síntesis para el cliente de su cliente. Estas empresas son las que realmente generan valor a la transformación de la gestión y servicio del transporte público en Perú.

De acuerdo al rol de integrador tecnológico se han analizado las voluntades de diferentes proveedores de sistemas de operación y control de flota, y bajo ese contexto es muy importante resaltar que en Lima se puede encontrar diversas empresas de valor, tanto locales como también una empresa internacional, empresas que se encuentran apuntalando varios esfuerzos de innovación en pro del transporte de Lima Metropolitana, empresas que con estándares internacionales han buscado customizar su tecnología a la realidad del sistema, y a su vez, han tenido labores de introducción de una nueva visión, la visión de una mejor experiencia de movilidad urbana, una que



se replica en otros contextos y latitudes. Este ejemplo de buena práctica será expuesto en el Clatpu 2018.

Así de esta manera se concluye el presente análisis del perfil del empresario del transporte urbano en Lima y de su actor tecnológico de valor, para entrar a conocer la voz literal del pasajero, creando así una visual completa que daría como resultado la integración de variables necesarias para cambiar un sistema que actualmente lo solicita a gritos.

### **3 LA VOZ DEL USUARIO DEL TRANSPORTE PÚBLICO Y SU PARTICIPACIÓN EN LA TRANSFORMACIÓN DEL MISMO.**

Tal como se denota en el capítulo 1, el pasajero del sistema de transporte público actualmente no se considera ni lo consideran cliente del mismo, motivo por el cual no identifican en el sistema de transporte una solución sino más bien un problema. Esto ha generado que los ciudadanos de uno u otro modo busquen espacios donde puedan expresar la frustración que les generan las experiencias habituales que tienen al movilizarse, entre estos espacios han encontrado las redes sociales, por ejemplo las redes de las autoridades encargadas del transporte y de empresas y concesionarias, cabe resaltar que es tan alta la tasa de interacción que algunos actores del sistema se han visto obligados a cerrar sus redes sociales hasta no contar con soluciones acordes con las necesidades y reclamos de sus pasajeros; por otro lado están las páginas y blogs creados por los mismos ciudadanos, entre estos encontramos a <https://infotransportenlima.blogspot.pe>; <https://www.facebook.com/transporteurbanoenlimablog/>; <https://www.facebook.com/BESTIASalvolante/>; <https://www.facebook.com/traficolima/>; <https://www.facebook.com/Club-Bus%C3%B3logos-Per%C3%BA-259218834089650/>; estos son apenas algunos de los espacios que autogeneran los ciudadanos para buscar expresar sus problemas respecto al transporte público; ha sido pues en esta misma lógica que algunos usuarios del sistema aprovechando las tecnologías han intentado crear soluciones a sus necesidades, hablando más específicamente de soluciones móviles, por ej.: combiruta, la cual fue una loable intención sin embargo no tuvo sostenibilidad, y ahora se encuentra TuRuta como otra de las respuestas generada desde el ciudadano para aportar al cambio positivo del sistema, como se explica a continuación.

#### **3.1 Aplicación móvil TuRuta como respuesta desde el ciudadano.**

TuRuta es una herramienta móvil creada para ayudar a los pasajeros en el uso e interacción con los sistemas de transporte público, sobre todo en Latinoamérica. Nace

en Lima Metropolitana integrando por primera vez y de manera virtual la información del Tren Eléctrico, Metropolitano, Corredores Viales, Transporte Convencional, Ciclo vías y Caminatas, información que a la fecha se mantiene en un 98% de actualización. Durante más de un año de operación ha trabajado bajo la premisa de generar alianzas y puentes tecnológicos que permitan una mejora real y sostenible del transporte público, a partir del intercambio de información entre los usuarios y los operadores, con beneficios mancomunados.

Esta herramienta tecnológica se sustenta en un equipo que busca no solo hacer visible al usuario del sistema de transporte, sino también, hacerlo participe, comprometerlo, y culturizarlo en su rol de cliente del sistema. Para TuRuta es prioritario que el ciudadano entienda su cuota de responsabilidad en la realidad del sistema de transporte, pues se hace mucho más complejo generar actos de valor cuando se cuenta con pasajeros que optan por servicios informales, aceptan servicios de baja calidad, y no utilizan correctamente los medios de transporte, estas prácticas, desfavorecen y hacen contrapeso en el cambio positivo que se busca. Es por esto que uno de los principales objetivos de TuRuta es integrar al usuario del transporte público en la ecuación a la que se refiere esta ponencia, no solo es prioritario por los beneficios a los que se verá expuesto, sino también es prioritario porque el buen uso, la revalorización y la defensa desde el ciudadano le dará sostenibilidad al sistema y permitirá que la innovación en la calidad del servicio avance sin mayores obstáculos.

Haciendo un recuento de lo conseguido por esta herramienta ciudadana gratuita se encuentra que como aplicación tiene más de un año, donde ha logrado más de 250 mil descargas, alianzas con los principales empresarios, y proveedores de SW de gestión para el transporte público, esto ha permitido conectar para sus usuarios a más de 1000 buses en tiempo real. Cuenta con reconocimientos como la mejor startup de Perú y fue acreedora de un cupo para competir en Suiza como mejor Startup del Mundo. Cuenta con el apoyo de Wayra del grupo Telefónica, PNP México y del Ministerio de la producción, y ha iniciado su proyección internacional con pilotos de operación en Colombia (Manizales – Medellín), México y Bolivia. Sin embargo, su principal logro radica en la generación paulatina de puentes para la implementación de sinergias tecnológicas en pro de la mejora del servicio, y la creación de un círculo virtuoso que impacte en el cambio positivo del transporte público de Lima Metropolitana.

### **3.2 Innovación a través de la unión de esfuerzos.**

La sociedad sobre la cual se han desarrollado los medios de transporte de Lima Metropolitana, ha sido una basada en la ley del más fuerte, una en la que la unión de esfuerzos ha sido vista como poco estratégica, factible e incluso temida por pésimas

prácticas, una sociedad en la cual el hermetismo, y la exclusividad era lo que marcaba la pauta de la sostenibilidad y no las buenas acciones y la mejor continua, esa sociedad como denota la actualidad no ha cumplido en la construcción de un sistema de transporte público de calidad. Esto conlleva a un cambio en la filosofía de trabajo, un cambio que conlleve a la unión de esfuerzos, a la mejora continua, a la consciencia del rol y a la generación de virtudes como acción de sostenibilidad en el sector; estos puntos son los que rigen ahora no solo a TuRuta de manera autónoma, sino también a los diversos actores retratados en general anteriormente. En este sentido se ha iniciado la interconexión de información más innovadora del momento, un círculo virtuoso en el cual aportaran la empresa de transporte, el proveedor de SW de operación y TuRuta como conexión y puerta de interacción con el ciudadano. Esta innovación es lo que se denomina el inicio de la transformación de la gestión y servicio del transporte urbano, ya que uno de los puntos más relevantes para generar un cambio es el intercambio de información, y la exposición de los actores de valor, y sobre esto es que se sustenta la mejora del servicio, uniendo las virtudes retratadas de actor de valor para el sistema, y capitalizando en beneficio de todos, que a su vez generara el mayor beneficio para el actor principal del sistema, el usuario.

Este plan, sus acciones, evidencias y posibilidades de escalamiento a otras realidades es el que se retratará en el Clatpu 2018.

## **Bibliografía**

*Banco Interamericano de Desarrollo - Evolución de los Sistemas de Transporte Urbano en América Latina. 67 páginas.*

*Economía Vol. XL, N° 79, semestre enero-junio 2017, pp. 47-86 / ISSN 0254-4415*

*Revista Ciencia Empresariales USMP -Volumen 5, Número 1, enero-junio de 2014, pp. 14-28 ISSN (e) 2220-9336*

<http://www.metropolitano.com.pe/> (25/04/18)

<https://www.ositran.gob.pe/> (25/04/18)

<https://www.aate.gob.pe/> (25/04/18)

<http://www.ceddet.org/> (26/04/18)

[http://www.ceddet.org/wpcontent/themes/ceddet/pdf/revistas/infraestructuras\\_transporte/n7\\_infraestructuras\\_y\\_transporte.pdf](http://www.ceddet.org/wpcontent/themes/ceddet/pdf/revistas/infraestructuras_transporte/n7_infraestructuras_y_transporte.pdf) (27/04/18)

<https://elcomercio.pe/lima/transporte/retroceso-corredores-desorden-colectivos-tres-anos-implementacion-noticia-447703> (28/04/18)

[http://www.limacomovamos.org/cm/wpcontent/uploads/2018/03/EncuestaLimaC%C3%B3moVamos\\_2017.pdf](http://www.limacomovamos.org/cm/wpcontent/uploads/2018/03/EncuestaLimaC%C3%B3moVamos_2017.pdf) (<http://www.ceddet.org/> (30/04/18))

[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/5FE0B5EA711EB1CD05258175006CAF7E/\\$FILE/Autoridad\\_de\\_Transporte\\_Urbano\\_Lima\\_y\\_Callao.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/5FE0B5EA711EB1CD05258175006CAF7E/$FILE/Autoridad_de_Transporte_Urbano_Lima_y_Callao.pdf) (02/05/18)

[https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6967/Casos\\_estudio\\_comparativos\\_tres\\_proyectos\\_transporte](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6967/Casos_estudio_comparativos_tres_proyectos_transporte)

## **CORRELACIÓN ENTRE IMPLEMENTACIÓN DE NORMAS Y CALIDAD DE SERVICIO PERCIBIDO**

**Marcelo Popovich**

Empresa Mixta de Transporte Rosario S.A., Rosario, Santa Fe, Argentina, marcelopopovich@gmail.com

### **RESUMEN**

La encuesta permanente a pasajeros (EPP) surge en el año 2006 con el objetivo de evaluar la percepción de los usuarios sobre el servicio del Transporte Urbano de Pasajeros (TUP) de la ciudad de Rosario. Se encuestan 4500 pasajeros en cada uno de los relevamientos y el operativo es realizado a bordo de las unidades del TUP. Los datos registrados permiten obtener indicadores generales del servicio, indicadores por empresa y detalles por línea. La metodología utilizada y los resultados obtenidos cuentan con el aval de la Escuela de Estadística, de la Facultad dependiente de la Universidad Nacional de Rosario, con un intervalo de confianza del 95 %. La EPP mide desempeño y desde sus comienzos La Mixta tuvo como objetivo, convertirse en la empresa de transportes más eficaz y eficiente de la ciudad de Rosario. Para ello la Dirección decide que uno de los caminos para lograrlo, es la adopción de Normas de Gestión internacionales que estandaricen los procesos y sobre todo, los controles de seguimiento y las acciones correctivas o preventivas sobre las causas más habituales de fallas. En los resultados, podemos inferir una clara correlación positiva, entre la implementación de normas y la percepción de calidad de los Pasajeros. Concluimos en que la certificación de estas normas, transforman los procesos, en acciones sistemáticas, generando resultados que impactan en la percepción de calidad del servicio de los Pasajeros, y mejoran la rentabilidad de las empresas, aportando a un clima laboral adecuado y eliminan o minimizan las sorpresas e imprevistos.

## **1. EL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE LA PERCEPCIÓN**

### **1.1 La encuesta permanente de pasajeros (EPP)**

La Encuesta Permanente de Pasajeros (EPP) surge en el año 2006 con el objetivo de evaluar la percepción de los usuarios sobre el servicio del Transporte Urbano de Pasajeros de Rosario mediante una consulta directa respecto de cada una de las líneas que componen el sistema, y es la que tomaremos como estándar de medición.

En sus inicios la frecuencia era mensual, pero en diciembre de 2008, se decide realizarla en forma semestral, en los meses en los que se registra la mayor carga de pasajeros, en general en los períodos mayo-junio y septiembre-octubre. Se realizan aproximadamente 4500 encuestas en cada uno de los relevamientos.

Esta encuesta es realizada por el Ente de Movilidad de Rosario (EMR) dependiente de la Municipalidad de Rosario (MR). Entendemos que más allá de la "visión" que tengamos de nosotros mismos como Empresa, nada mejor que la opinión de los usuarios del sistema, y aunque igualmente poseemos más de 250 indicadores internos y encuestas internas, preferimos escuchar la cruda evaluación de los usuarios.

El operativo es realizado a bordo de las unidades del TUP y los datos registrados permiten obtener indicadores generales del servicio, indicadores por empresa e indicadores por línea; relevándose además:

- Estado e higiene de las unidades,
- Comodidad y espacio de los coches,
- Frecuencia del servicio,
- Disponibilidad de información al usuario y
- Comportamiento del personal de conducción.

A su vez, la encuesta indaga sobre el nuevo modo de pago de Tarjeta sin Contacto, Carriles Exclusivos y trasbordos.

Cabe aclarar que en este estudio, se utiliza el índice general por empresa, que resulta del promedio de todos los aspectos evaluados por empresa, ya que ofrece una mejor visión de los parámetros de calidad, en su conjunto.

La metodología utilizada y los resultados obtenidos cuentan con el aval de la Escuela de Estadística de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística dependiente de la Universidad Nacional de Rosario que certifica la metodología y la incertidumbre de la encuesta, dentro de un intervalo de confianza del 95 %.

La continuidad de la EPP tiene como propósito brindar información permanente acerca de la necesidad de generar mejoras en el funcionamiento del sistema así como también medir el impacto que las mismas provocan a partir de su implementación.

La Empresa Mixta de Transporte Rosario SA, inicia sus actividades en noviembre de 2007, por lo que este estudio, abarca los diez años de existencia de La Mixta.

## **2. EL CAMINO DE LA MIXTA S.A.**

### **2.1 Proceso de Diseño y Desarrollo del modelo de negocios**

La Empresa Mixta de Transporte Rosario SA, desde el comienzo de sus actividades inició un proceso de diseño y desarrollo de un Plan Estratégico a tres años, que establece el rumbo de la organización y define los objetivos centrales a mediano y largo plazo, perfilando así la identidad de la organización en función de las metas a alcanzar. Nuestro Plan estratégico está sustentado en la Misión, Visión, Valores y Política de La Mixta, y se abre en cuatro ejes estratégicos:

- Valor Económico
- Desarrollo de las Personas
- Calidad de servicio
- Construcción de Ciudadanía

Éste es el modelo que guía nuestro accionar con objetivos claros, en torno a los aspectos que hacen que un negocio, sea sustentable: aspectos económicos, sociales y medioambientales, creando lazos y vínculos con todos los actores y grupos de interés con quienes se relaciona la organización.

Dentro del marco del “Círculo de Deming” (PDCA) lo anteriormente expuesto se enmarca dentro del primer paso, que está representado por la letra P: Planificación. Hasta aquí la propia enunciación de un plan estratégico, no difiere en demasía con lo que cualquier Empresa de Transporte Público puede proponer para su negocio, aunque luego en la práctica se torne difícil o imposible de realizar.

El desafío ahora se encuadra en como pasar de los dichos a los hechos. ¿Cómo materializar esa síntesis de anhelos e intenciones en procesos eficaces y eficientes? ¿Cómo implementar procesos que aseguren ahorros concretos? ¿Cómo lograr que todos lo hagan de la misma forma? ¿Cómo eliminar esos errores que se repiten?

El camino es la adopción de Normas de Gestión internacionales que estandaricen los procesos y sobre todo los controles de seguimiento y las acciones correctivas o preventivas sobre las causas más habituales de fallas.

En ese sentido La Mixta decide utilizar las herramientas de gestión disponibles, ordenando sus procesos de acuerdo a los requisitos de las normas aplicables al sector. Desde la Dirección se realizó un análisis de las normas disponibles, la conveniencia de implementarlas, la secuencia en que se emprendería dicha tarea, y la planificación de todas las actividades relacionadas, con cronogramas, responsables y recursos necesarios.

Dentro de dicho análisis se decidió crear un área de normas, con personal idóneo y otorgarle rango de Gerencia, dentro del organigrama. Estaba claro que un proyecto tan ambicioso, no podía realizarlo personal de otras áreas, con dedicación part time, sino que debía ser encomendado a un experto en el tema.

## **2.2 Proceso de Diseño del Sistema de Gestión Integrado de normas**

En ésta etapa se comenzó con el relevamiento de los procesos principales y de apoyo, permitiendo la participación de todo el personal involucrado. El sistema no se diseñó detrás de un escritorio, sino que se reflejaron las actividades reales, readaptándolas a los requisitos normativos, e incorporando las mejoras pertinentes, sobre los procesos en los que se detectaron oportunidades de mejora.

Siguiendo el modelo de aprendizaje cognitivo, se dio participación a todo el personal, explicando las mejoras y ventajas esperadas, y permitiendo su intervención con recomendaciones y aportes. Se abordaron con las herramientas normativas, aquellos problemas reales recurrentes, que producían mayor impacto negativo sobre los procesos y en consecuencia sobre las personas.

De ésta forma el personal se siente partícipe del proyecto a diferencia de los modelos "enlatados" que frecuentemente ofrecen las consultoras y que posteriormente no se cumplen en forma sustentable, ya que nadie reconoce los procedimientos, manuales o instructivos, como propios.

Éste modelo de diseño del paquete documental, es el más largo y laborioso pero asegura la continuidad de su cumplimiento a lo largo del tiempo, adoptándolo como parte inherente de cada operación o proceso. Los sistemas de gestión deben ser participativos y autosuficientes, de forma que su mantenimiento permanente sea sustentable, sin la necesidad de ayuda externa.



### **2.3 Proceso de Implementación del Sistema de Gestión Integrado de normas**

Cabe aclarar que sin el convencimiento, compromiso y trabajo de cada integrante de la Organización, es imposible implementar normas, de forma sustentable. Al respecto debe realizarse un fuerte trabajo de capacitación personalizada, de acuerdo a las características de cada colaborador.

Una vez desarrollado el paquete documental, debe ponerse a consideración de quienes deben ejecutarlo, manteniéndose abierto a incorporar mejoras, modificaciones o elementos que no fueron considerados. Una vez consensuado con todos los actores, comienza la etapa de capacitación, fomento y seguimiento, para verificar que lo escrito, se entiende claramente, es aplicable y aporta eficiencia sin tornarse burocrático.

En nuestra experiencia se decidió realizar una implementación progresiva desde la norma internacional base que es la ISO 9001, para ir incorporando posteriormente los requisitos de las otras normas. La ISO 9001 es el "esqueleto" sobre el que luego se agregan el resto de las normas.

La implementación requirió dedicación de los mandos medios hacia todos los integrantes de la Organización. Se realizó un trabajo sostenido de capacitación por aproximación, hablando con todos y cada uno, varias veces, varios capacitadores y todos con el mismo método y mensaje. La implementación requiere la realización de un máximo esfuerzo y alta dedicación, por parte de los mandos medios, gerentes y directores. Esto es ineludible y condición necesaria para el éxito.

### **2.4 Proceso de Certificación de normas**

En ésta etapa intervienen los entes certificadores quienes poseen disparidad de criterios, entre ellos, incluso dentro de un mismo ente, entre auditores. El sistema documental debe diseñarse no solo en función de los requisitos normativos, sino también debe estar adecuado a lo que un mal auditor "espera ver". Ésta variable debe ser sopesada y se debe diseñar e implementar un sistema que satisfaga los criterios personales de cada auditor externo, pero con la precaución de no tornarlo burocrático o sobredimensionarlo.

En nuestra experiencia certificamos las cinco normas seleccionadas, en tiempo y forma, comenzando en enero de 2011 con la certificación de ISO 9001 y finalizando en abril del 2015 con la norma ISO 14001. Todas las certificaciones son de alcance completo, incluida la etapa de diseño. A continuación se detalla la secuencia en la Tabla 1.

**Tabla 1 – Secuencia de certificación de normas**

Fecha	Estándar	Ente
Ene 2011	ISO 9001 - Sistema de Gestión de la Calidad	IRAM
Jul 2012	IRAM 3810 – Buenas Prácticas para el Transporte urbano de pasajeros	IRAM
Dic 2012	IRAM 90600 – Sistema de Gestión de Reclamos	IRAM
Ene 2015	IRAM 17450 - Sistema de Gestión para la prevención de fraude corporativo	IRAM
Abr 2015	ISO 14001 – Sistema de Gestión Medioambiental	TUV

### **3. LOS RESULTADOS**

Al haber estandarizado los procesos y haber logrado que el personal los internalice en forma inmediata, comenzamos a observar mejoras en los, aumento de la productividad, ahorros, reducción de retrabajos, reducción de siniestralidad, aumento de la eficacia, reducción de reclamos y fundamentalmente un mejor clima laboral basado en la previsibilidad.

Con la implementación progresiva de requisitos y ante el reconocimiento del personal acerca de que estas herramientas mejoraban realmente los procesos y minimizaba la ocurrencia de fallas y eventos no deseados, se allana el camino a la mejora continua. Cuando el personal y mandos medios ven que el tiempo invertido en adoptar normas, genera tiempo, ya que desaparecen o se minimizan los problemas que mas tiempo les insumían, se tornan promotores de las normas.

Independientemente de las mejoras observadas y cuantificadas mediante más de 250 indicadores de gestión, observamos que la percepción de la calidad del servicio, por parte de los pasajeros, comenzó a mejorar, en los resultados de la EPP, coincidentemente con nuestros indicadores, auditorias y encuestas internas.

En la ciudad de Rosario, operan tres empresas de transporte urbano de pasajeros y en el Gráfico 1 se observa la evolución de las mismas a lo largo del tiempo y un punto de quiebre a partir del año 2010, donde La Mixta se separa del resto, con tendencia sostenida a la mejora. La gráfica representa el promedio de las variables censadas, resultando en un índice general por empresa.

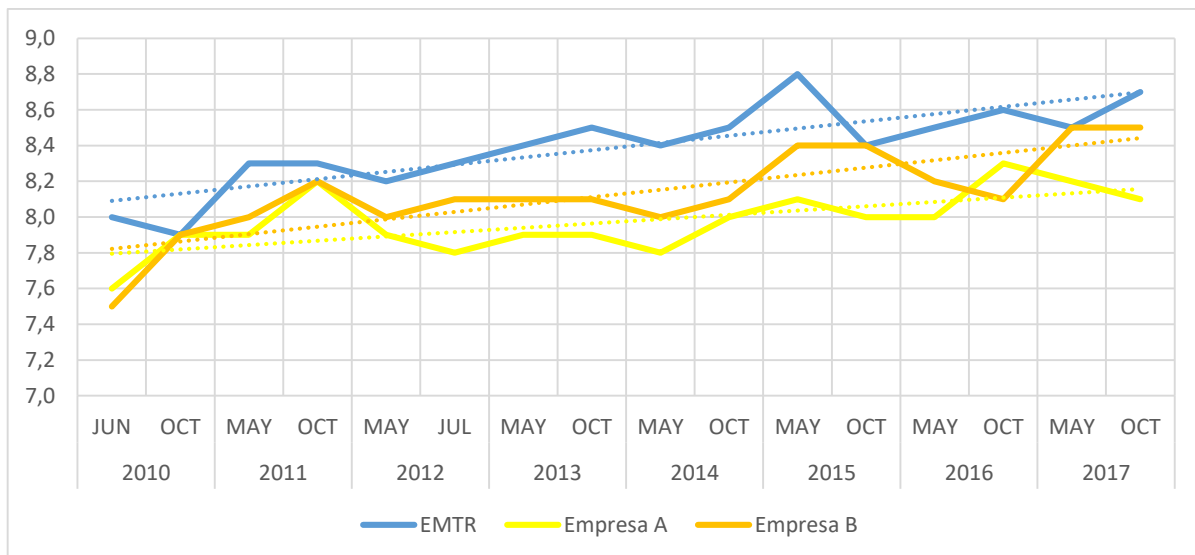
**Gráfico 1: Resultados de la Encuesta Permanente de Pasajeros (2007-2017)**



En el gráfico 2 se observa una clara correlación entre la percepción de los pasajeros y la definición clara de políticas (Normas) en consonancia con un programa consistente de capacitación, centrándonos en el período 2010 – 2017.

**Gráfico 2: Correlación entre Normas y mejora (2010-2017)**

Año	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
Mes	JUN	OCT	MAY	OCT	MAY	JUL	MAY	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT
EMTR	8,0	7,9	8,3	8,3	8,2	8,3	8,4	8,5	8,4	8,5	8,8	8,4	8,5	8,6	8,5	8,7
Empr. A	7,6	7,9	7,9	8,2	7,9	7,8	7,9	7,9	7,8	8,0	8,1	8,0	8,0	8,3	8,2	8,1
Empr. B	7,5	7,9	8,0	8,2	8,0	8,1	8,1	8,1	8,0	8,1	8,4	8,4	8,2	8,1	8,5	8,5
	ISO 9001				IRAM 3810		IRAM 90600		IRAM 17450		ISO 14001					



Consideramos que la aplicación de un modelo sustentable de gestión, basado en normas, influyó sobre el comportamiento de nuestro personal, quienes comprenden el impacto social y económico (positivo o negativo) que generan sus comportamientos.

Los procesos gestionados de forma ordenada y sistemática alineados con las diversas normas de gestión, permiten incorporar de manera sustentable, ejes de trabajo que aseguren la mejora del desempeño. Además los requisitos mandatorios de estas normas, nos obligan a verificar el cumplimiento de los requisitos legales.

El mantenimiento de normas de gestión asegura que los procesos principales sean eficaces y eficientes, permitiendo esto abordar temáticas no habituales en el TUP, como accesibilidad, medioambiente, inclusión laboral, educación vial, entre otros, como parte integral de la actividad, y en forma sostenida, independizándolos así, de los errores previsibles y problemas típicos de procesos aleatorios y desordenados.

Los sistemas de gestión certificados permiten pasar de la etapa correctiva a la preventiva, y en algunos casos predictiva. La implementación de normas internacionales de gestión es la manera de convertir problemas crónicos en recuerdos del pasado.

## **6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Akoa Y. (1991) *Hoshin Kanri: Policy Deployment for successful TQM*. Productivity Press. Portland.
- Denis I., Lock (1992) *Como gerenciar la Calidad Total*. Fondo editorial Legis. Bogotá
- Juran J. M., F. M. Gryna, R. S. Bingham (2005). *Manual de Control de Calidad*. Editorial Reverté. Madrid.
- Liker J. (2006) *Las claves del éxito TOYOTA*. Editora Gestión 2000. Madrid.
- Toyoda E. (1987) *Fifty years on motion*. Kodansha international. Tokio.

# **NIVEL DE SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS DEL NUEVO BRT EN LA CIUDAD DE PUEBLA EN 2016**

**Sindy Berenice Hernández Santiago**

Fac. de Economía, BUAP, Puebla, México, [sindyhdez@gmail.com](mailto:sindyhdez@gmail.com)

**Yves Daniel Bussière**

Fac. de Economía, BUAP, Puebla, México, [ydbussiere@yahoo.ca](mailto:ydbussiere@yahoo.ca)

## **RESUMEN**

Muchas ciudades de Latinoamérica y específicamente en México han implementado sistemas de autobús de tránsito rápido, mejor conocido como Metrobús o BRT (por sus siglas en inglés), los cuales intentan superar las deficiencias del modelo actual de hombre-camión. En el presente trabajo se presenta el estudio del caso de Puebla: después de una descripción de los patrones de movilidad y de la planeación de varias troncales de dicho sistema, presentamos los resultados de dos encuestas de satisfacción sobre la Línea 1 de dicho Metrobús: una encuesta sobre 201 usuarios del sistema y otra encuesta complementaria sobre 140 choferes de taxi para medir el impacto sobre el tránsito. El resultado es que la mayoría de usuarios y taxistas opinan que es peor que antes – sin embargo, existe la posibilidad de mejorar la situación aumentando la frecuencia de los autobuses y permitir más vueltas a la izquierda para los autos.

Palabras clave: Metrobús, Puebla, encuesta de opinión, usuarios, choferes de taxi.

## **1. ANTECEDENTES**

En los últimos años, a nivel mundial se ha presentado una tendencia por la motorización, sin embargo, el uso del automóvil genera diversas externalidades negativas, como congestión vial, aumento en los tiempos de viaje, altos niveles de contaminación y accidentalidad.

En este sentido, las soluciones en materia de transporte van enfocadas principalmente en dos vertientes: la primera, ampliar las vialidades (calles y avenidas), lo cual solo proporciona beneficios en el corto plazo; y la segunda, en el impulso de los sistemas de transporte público de pasajeros que incluye estrategias como: carriles confinados,

mejorar la operación de las vialidades, integrar las diversas modalidades de transporte, mejora en la oferta y en la calidad de las unidades, entre otras.

El modelo de transporte público urbano actual y más común en la mayoría de ciudades latinoamericanas es conocido como "hombre-camión", el cual se refiere a aquellos medios de transporte que no utilizan vías segregadas.

Sin embargo, el esquema hombre-camión no está basado en la calidad ni en la eficiencia, presentando diversos problemas como falta de planeación en el origen y destino de las rutas, falta de cooperación e integración, ausencia de incentivos ligados al ingreso de los operadores para fomentar la calidad del servicio, falta de estándares operativos, descontento en la población y aumento en el número de accidentes viales.

Por otra parte, el Transporte Masivo Rápido (MRT) son aquellos medios de transporte que utilizan vías segregadas y están diseñados para movilizar grandes cantidades de personas al mismo tiempo. De acuerdo con la literatura, el MRT incluye los siguientes: autobuses con carril exclusivo, metro, tren ligero y autobuses de tránsito rápido.

## **2. SISTEMAS DE AUTOBUSES DE TRÁNSITO RÁPIDO (BRT)**

El Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido, *Bus Rapid Transit* o BRT, por sus siglas en inglés, ha cambiado la visión de lo que es un sistema de transporte. Este sistema surge como respuesta a las necesidades de brindar una adecuada movilidad, principalmente en las ciudades que se encuentran en países en vías de desarrollo, siendo Curitiba, Brasil, la ciudad pionera en implementarlo en el año de 1974.

La rápida expansión de los sistemas BRT, también conocidos como Metrobús, en el mundo y principalmente en América Latina se debe a que se considera que dicho sistema es una extrapolación de los atributos de calidad y capacidad de los metros, pero con la ventaja de poseer una mayor flexibilidad, rápida implementación y menores costos de construcción y operación (Gutiérrez, 2012).

Más que una definición estricta para un sistema BRT, entender este concepto implica conocer sus características y los elementos que lo distinguen de los demás sistemas de transporte masivo. En este sentido, de acuerdo con el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), las características deseables de un sistema BRT están basadas en: infraestructura física especial, forma de operación diferente a los demás sistemas de transporte, estructura de negocios e institucional para su funcionamiento, tecnología especial para vehículos y recaudo de tarifa, mercadeo y servicio al cliente para crear una identidad para el sistema (Wright, L., et al., 2010).

No obstante, dicha Guía de Planificación, reconoce que el concepto de sistema BRT es hasta cierto punto una noción subjetiva, cuya definición dependerá de la selección de las características previas sobre las cuales se implementará el sistema en determinado territorio. Esto representa un problema pues, al no existir una definición objetiva y clara del sistema BRT, si alguna ciudad implementa este tipo de transporte masivo y no obtiene los beneficios esperados o los que otras ciudades sí han experimentado, entonces el concepto del sistema se demeritará.

## **2.1 Metrobús en Puebla**

El municipio de Puebla es uno de los 217 municipios del Estado de Puebla, el cual se encuentra ubicado en el centro oriente de la República Mexicana. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), cuenta con una extensión territorial de 544.65 kilómetros cuadrados y una población de 1,576,259 habitantes al año 2015. Su cabecera municipal, la ciudad de Puebla o Puebla de Zaragoza, es la capital del Estado.

Puebla de Zaragoza pertenece a la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala, la cual es una de las más importantes en México, lo que constituye a la ciudad de Puebla como una de las principales ciudades en el país al ser el principal centro económico, cultural, laboral y educativo de la región.

De acuerdo con la Encuesta Origen-Destino de 2011 (Logit México, 2011), los viajes realizados en transporte público por habitantes de la ciudad de Puebla representan el 52.74% en 2011, mientras que los viajes en transporte motorizado individual constituyen el 13.90% y el 29.26% de los viajes es realizado a pie o en bicicleta.

El gobierno del Estado de Puebla 2011-2017 desarrolló un proyecto de transporte público masivo en el marco del Programa Sectorial de Movilidad Urbana para el Estado y del Plan Integral de Movilidad Urbana de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, el cual consiste en la implementación de un sistema de transporte tipo BRT, compuesto por 6 corredores troncales y 8 ejes complementarios.

Así, el sistema BRT en la ciudad de Puebla y su área metropolitana es denominado Red Urbana de Transporte Articulado o RUTA, por sus siglas. Este sistema de transporte masivo fue inaugurado el 16 de enero de 2013, con su primera línea troncal, cuyo recorrido comienza en el municipio de Amozoc, atraviesa la ciudad de Puebla de nororiente a surponiente, terminando en el municipio de San Andrés Cholula. Dicha línea troncal posee una longitud de 18.5 kilómetros.

Para evaluar un sistema de transporte es necesario, además de considerar el rendimiento técnico, incluir el punto de vista del usuario. El éxito y desempeño de cualquier medio de transporte es medido a través del nivel de satisfacción del usuario, mismo que se refleja en incrementos de preferencia del consumidor y de la demanda del servicio.

De acuerdo con el Comité Europeo para la Estandarización (ECS, 2002), los beneficios de otorgar un apropiado servicio de transporte e identificar las áreas de mejora del sistema, serán una adecuada distribución de los recursos disponibles para fortalecer los elementos que pueden producir una mayor satisfacción al usuario, así como mayores ingresos a los proveedores del servicio.

Así, con el propósito de conocer la situación de la Línea 1 de RUTA respecto al nivel de satisfacción de los usuarios y el impacto originado en la circulación de las vías seleccionadas para construir el corredor troncal, se diseñaron dos encuestas, una enfocada al usuario de la línea y la otra a los choferes de taxis de la ciudad de Puebla.

Es importante mencionar que se intentó obtener datos del organismo público encargado de la administración y operación de la Línea 1 de RUTA, es decir, Carreteras de Cuota Puebla (CCP), así como la autorización de dicho organismo para la aplicación de la encuesta a usuarios en las estaciones de la Línea 1, sin embargo, no se obtuvo éxito para ninguno de los rubros mencionados.

### **3. ENCUESTA A USUARIOS LÍNEA 1 DE RUTA**

El objetivo general de ésta encuesta es establecer el nivel de satisfacción de los usuarios del Línea 1 del sistema RUTA respecto a la calidad percibida del servicio recibido. La población objetivo seleccionada fueron personas de 14 años en adelante, que realicen viajes en la Línea 1 al menos una vez a la semana.

Dicha encuesta fue aplicada en 5 de 36 estaciones de la Línea 1, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo con su uso de suelo y la posibilidad de encuestar a una muestra representativa de todo tipo de usuarios. Se realizaron 201 encuestas al sorteo en los siguientes horarios: lunes a viernes de 1:30 pm – 3:30 pm y 6:00 pm – 8:30 pm; sábado y domingo de 9 am – 6 pm.

La encuesta fue diseñada considerando los elementos deseables en un sistema BRT contenidos en la Guía de Planificación publicada por el ITDP. Los resultados se presentan a continuación.



### 3.1 Características de los usuarios

El 51.7% de los encuestados fueron mujeres y el 48.2% fueron hombres. Por rangos de edades, los usuarios se concentran de 14 a 29 años, siendo el 66% del total de los encuestados; mientras que los usuarios de más de 60 años apenas representan apenas el 4%.

Respecto al nivel de estudios, el 69% de los usuarios cuenta con bachillerato o licenciatura terminada, lo que indica que más de dos terceras partes de los pasajeros son profesionistas o están en formación.

Con relación a la ocupación, 46% son empleados, 40% son estudiantes, 9% son amas de casa y el porcentaje restante son jubilados, trabajan por su cuenta o no poseen ninguna ocupación. Los datos anteriores hacen sentido con la clasificación por edades de los usuarios, ya que los usuarios se concentran en edades de 14 a 30 años en su mayoría.

En cuanto a los modos de transporte, el 46% y 42% de los usuarios indicaron que su medio de transporte principal y secundario, respectivamente, es el sistema RUTA, ya sea la línea troncal o las rutas alimentadoras. El segundo medio de transporte más utilizado es el transporte público tradicional, es decir el basado en el esquema hombre-camiión, con un 40% para cada uno.

El 9% de los usuarios dijeron que el automóvil es su principal modo de transporte, lo que indica que no se atrae gran cantidad de pasajeros que hayan dejado de utilizar su automóvil para usar el sistema RUTA, el cual es uno de los principales objetivos de un sistema de BRT.

Finalmente, el 10% de los pasajeros indicaron que a pie es su modo secundario de transporte. La modalidad de bicicleta posee una participación mínima para ambas opciones, la cual puede ser explicada por la falta de integración de los modos de transporte en el sistema RUTA, por ejemplo, la inexistencia de estacionamientos de bicicletas en los paraderos o infraestructura como carriles exclusivos de bicicletas paralelos al carril confinado.

Referente a la posesión de automóviles, el 48% de los usuarios no posee automóvil, el 34% tiene un vehículo, el 15% posee dos automóviles y solamente el 3% tiene tres o más vehículos automotores. Lo anterior, confirma nuevamente la debilidad del sistema RUTA en atraer usuarios que utilicen el automóvil principalmente con el fin de cambiar la modalidad de desplazamiento y consecuentemente generar una disminución en las tasas de motorización, tráfico y contaminación.

En relación con el gasto en transporte, el 55% de los usuarios gasta entre \$50 a \$149 pesos semanales en transporte, lo que podría representar entre el 9.78% al 29.33% del salario semanal de una persona<sup>11</sup>. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares llevada a cabo por el INEGI en el año 2013<sup>(12)</sup>, los habitantes del Estado de Puebla indicaron que el 14.62% de sus gastos corresponde a transporte, siendo el tercer gasto por orden de importancia, solo por debajo de "Alimentos y bebidas no alcohólicas" y "Vivienda, agua, electricidad, gas y otros combustibles" con 25.29% y 19.26% del gasto, respectivamente.

En este aspecto es importante considerar que la tarifa del sistema RUTA es de \$7.50 pesos por viaje, en comparación con el sistema de transporte tradicional con \$5.50 y \$6.00 pesos (vans y microbuses, respectivamente). Así, un usuario de RUTA podría gastar una cantidad mayor en transporte respecto al usuario de transporte público tradicional.

### **3.2 Viaje en la Línea 1 de RUTA**

En cuanto al motivo de viaje, se obtuvo que el 44% de los pasajeros usan la Línea 1 para ir a su trabajo, el 23% lo utilizan con motivos de estudio, 9% de los usuarios es con fines recreativos, 7% corresponde al motivo de compras y el porcentaje restante pertenece a los motivos de iglesia, acompañar/llevar, salud y otro.

Referente al tiempo de espera que un usuario normalmente invierte en la estación para que pase el siguiente autobús en la línea troncal, 63% de los pasajeros encuestados indicaron que esperan de 10 a 20 minutos. Este tiempo es considerado por muchos usuarios como excesivo, ya que pierden el tiempo que pudieron ahorrarse por poder realizar su recorrido en la línea troncal al poder circular por el carril confinado.

Asimismo, la percepción del usuario en cuanto al ahorro de tiempo que tiene al utilizar la Línea 1 de RUTA en comparación con el sistema de transporte anterior, los resultados de la encuesta indican que el 33% de los usuarios ahorran mucho tiempo, 39% ahorran poco tiempo; en contraste, el 20% de los pasajeros que indican no ahorrar nada de tiempo y el 7% perciben el recorrido más largo en comparación con el sistema anterior.

### **3.3 Evaluación de la Línea 1 de RUTA**

---

<sup>11</sup> Calculado con base en el salario mínimo diario para 2016, que es de \$73.04 pesos para todos los estados de la República Mexicana.

<sup>12</sup> Última información disponible al momento de la elaboración del presente trabajo. La información de la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGASTO) se comenzó a generar a partir de 2013 siendo el de 2014 el segundo levantamiento con información referenciada a 2013.

La opinión de los usuarios respecto a su percepción del servicio troncal con las rutas alimentadoras es regular para el 48% de los encuestados y mala para el 29%, ya que consideran que el sistema no posee infraestructura adecuada para realizar el trasbordo del autobús de la troncal a la ruta alimentadora y viceversa. El 11% de los usuarios de la línea troncal nunca han utilizado el sistema alimentador por lo que desconocen cómo es su integración.

Respecto a la operación de la Línea 1 de RUTA, el 49% de los usuarios opinan que la frecuencia de la línea troncal es regular, 34% consideran que es mala y sólo el 16% mencionaron que es buena. En contraste, el 63% de los usuarios del servicio alimentador indicaron que la frecuencia de las rutas alimentadoras es mala, 20% opinan que es regular y solamente el 2% consideran que su frecuencia es buena.

Un indicador importante es el tiempo invertido por el usuario en el recorrido de su viaje. En este sentido, el 58% de los usuarios de la línea troncal califican como buena la duración del recorrido, 34% indica que es regular y el 8% opinan que es malo. Los usuarios mencionaron que les gusta que el recorrido sea rápido pero los tiempos de espera en las estaciones son largos, lo que provoca que el tiempo ahorrado se vea perdido en la espera.

Por otro lado, la duración del recorrido de las alimentadoras es calificada como regular con un 48%, mala con 38% y buena con un 14%. En esta pregunta, los usuarios hicieron hincapié en que los tiempos de espera son excesivamente largos lo que fomentaba el no uso del servicio alimentador.

Es importante conocer la percepción del usuario del sistema RUTA respecto a la situación anterior para saber si el pasajero se siente más satisfecho en la actualidad. Para este fin se les pidió a los usuarios que compararan el tiempo de espera que invertían con el sistema de transporte anterior y con la Línea 1 del sistema RUTA. Para ambos casos, tanto línea troncal como rutas alimentadoras, la mayoría de los usuarios indicaron que el tiempo de espera es peor que antes siendo más visible para el caso del servicio alimentador como se puede apreciar en la siguiente gráfica.

Finalmente, como parte de la encuesta a usuarios se les solicitó que proporcionaran algún comentario o sugerencia respecto a la Línea 1 de RUTA.

#### **4. ENCUESTA DE OPINIÓN A CHOFERES DE TAXI**

El objetivo general de la encuesta a choferes de taxi es conocer el impacto que posee la implementación de la Línea 1 de RUTA sobre la circulación vial. La población objetivo seleccionada corresponde a choferes de taxi que se ubicaran en las intermediaciones de las estaciones de la Línea 1 de RUTA, así como sitios de taxi en las mismas condiciones.

Ésta encuesta fue aplicada en las intermediaciones de las mismas 5 seleccionadas para la encuesta a usuarios. Se realizaron 140 encuestas al sorteo, en los siguientes horarios: lunes a viernes de 1:30 pm – 3:30 pm y 6:00 pm – 8:30 pm; sábado y domingo de 9 am – 6 pm. Los resultados se muestran a continuación.

#### **4.1 Características generales de los choferes de taxi**

El 69% de los choferes de taxi indicaron tener entre 41 a 65 años, presentando mayor frecuencia entre los 51 a 55 años. Respecto al grado de estudios, el 41% de los taxistas cuenta con bachillerato terminado, el 25% con secundaria terminada, únicamente el 20% la primaria concluida, el 12% con licenciatura terminada o trunca y el 2% de los taxistas no posee ningún nivel de estudios.

Con relación a los años de experiencia, los porcentajes más altos corresponden de 1 a 15 años de experiencia. Sin embargo, es importante mencionar que los taxistas de 50 años en adelante son los que poseen mayores años de experiencia (de 30 a 51 años). Es importante el dato de la experiencia ya que les permite apreciar los diferentes escenarios viales que han existido en la ciudad de Puebla, pudiendo comparar las situaciones previas y posteriores a la implementación del sistema RUTA.

#### **4.2 Opinión de choferes de taxi sobre la Línea 1 de RUTA**

En comparación con el sistema de transporte anterior, el 62% de los taxistas consideran que el sistema RUTA es peor que antes, 18% opinan que es igual que antes, solamente el 16% dijeron que es mejor que antes y el 4% expresó no saber.

En cuanto a su opinión respecto al tráfico, el 61% de los encuestados considera que hay más tráfico en comparación con la situación anterior sin RUTA, el 18% indica que es el mismo tráfico, otro 18% mencionó que hay menos tráfico y el 3% de los taxistas considera que en algunos tramos hay más tráfico pero en otros sí hay menos.

Con el sistema RUTA las vueltas a la izquierda están prohibidas sobre el corredor troncal, cuyo objetivo es permitir libre circulación al autobús sin percances viales. En este sentido, se preguntó a los choferes de taxi, cuál es su opinión respecto a esta medida implementada. El 90% de los taxistas considera que debe hacer un mayor

recorrido derivado de dicha prohibición, el 6% indicó que no le perjudica y el 4% expresó que le es indiferente.

Adicionalmente a los choferes de taxi que se ven afectados por la anterior medida, se les preguntó cuántos kilómetros viaje de más por día por no poder dar vueltas a la izquierda. El 44% de los encuestados mencionaron que deben recorrer entre 1 a 5 kilómetros adicionales por día, el 35% indicaron que recorren de 6 a 10 kilómetros de más, 17% viajan más de 10 kilómetros adicionales y el 3% dijeron que ellos se ven afectados principalmente en el tiempo adicional que deben invertir buscando alternativas de circulación, así como el gasto en gasolina que deben realizar.

Considerando que en algunos países se permite la circulación de otros tipos de transporte público en el carril confinado, se preguntó a los encuestados su opinión sobre autorizar la circulación de los taxis sobre el carril exclusivo de la Línea 1 de RUTA. En este sentido, el 44% de los taxistas mencionaron que sería peligroso, 34% que mejoraría el tráfico, 18% que no sería útil y el 4% eligió más de una opción (por ejemplo: mejoraría el tráfico pero también sería peligroso).

## **5. CONCLUSIONES**

El sistema BRT se ha ido implementado en numerosas ciudades a lo largo del mundo, comenzando en Curitiba, Brasil, en 1974. Dado que no existe una definición rigurosa de dicho sistema y que los elementos deseables de un BRT pueden ser adaptados de acuerdo con las características de cada ciudad, se originan problemas en las fases de implementación y operación, siendo afectados principalmente los usuarios del sistema.

En la ciudad de Puebla se implementó un sistema BRT denominándolo Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA), mismo que fue inaugurado el 16 de enero de 2013, con su primera línea troncal.

El resultado de las encuestas aplicadas a usuarios de la Línea 1 de RUTA indica que la situación con el nuevo sistema de transporte es peor que antes con algunas mejoras. Las principales áreas de mejora identificadas por los usuarios son:

- Aumento de unidades troncales, principalmente articuladas, en horas pico.
- Mayor frecuencia en la línea troncal y servicio alimentador para reducir tiempos de espera.
- Mejoras en la infraestructura de las estaciones (mejor sistema de recaudo, información en tiempo real, integración con alimentadoras).
- Utilizar una misma tarjeta para acceder a las dos líneas existentes de RUTA.

Por otra parte, las encuestas a choferes de taxi indican que la situación con el sistema BRT es peor que antes. Los operadores de taxi consideran que el elemento que más afecta a cualquier automovilista con la implementación de RUTA es la prohibición de vueltas a la izquierda, pues induce recorrer más kilómetros y realizar mayor gasto de gasolina y tiempo. Los encuestados opinan que al quitar un carril para la construcción de la vía segregada para RUTA provoca más tráfico.

Finalmente, derivado del análisis de los elementos que conforman la Línea 1 de RUTA, las recomendaciones adicionales son las siguientes:

- Mejorar trazo de las rutas alimentadoras, revisando sus objetivos.
- Integración modal con medios de transporte no motorizados.
- Integración física de corredores troncales y rutas alimentadoras.
- Efectuar una consulta ciudadana e integración de los principales agentes al proceso de planeación.
- Revisión y planeación de usos de suelo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Bielich Salazar, C. (2009). La guerra del centavo. Una mirada actual al transporte público en Lima Metropolitana [versión electrónica]. Lima, Perú: Consorcio de Investigación Económica y Social, Instituto de Estudios Peruanos. Disponible en: <http://198.57.164.64/~ieporg/textos/DDT/ddt155.pdf>

European Committee for Standardization (ECS) (2002). Transportation – Logistics and services – Public passenger transport – Service quality definition, targeting and measurement. Disponible en: <https://standards.cen.eu/>

Gutiérrez, A. (2012). ¿Qué es la movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. Revista Bitácora Urbano Territorial, 21 (2), 61-74. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74826255011>

Hernández Santiago, Sindy Berenice (Agosto 2017). Metrobús en Puebla. Opinión de los usuarios y taxistas 2016. Tesis de licenciatura. Fac. de Economía, BUAP, Puebla, México, 187p.

Hidalgo, D. (2005). Comparación de Alternativas de Transporte Público Masivo - Una Aproximación Conceptual. Revista de Ingeniería, Mayo, 94-105. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121014218009>

Hidalgo, D.; y Huizenga, C. (2012). Implementation of sustainable urban transport in Latin America. Research in Transportation Economics 40, 66–77. Disponible en: <http://www.brt.cl/wp-content/uploads/2012/12/Hidalgo-Huizenga-2013.pdf>

IMPLAN Instituto Municipal de Planeación; Olmos Pineda, L. A. (coord). (2013). Plan de movilidad urbana sustentable para el municipio de Puebla. Puebla, Puebla: Instituto Municipal de Planeación.

LOGIT México (2011) Encuesta Origen y Destino sobre hogares, Área Metropolitana de Puebla, 2010-2011. Informe final. Puebla, Pue.: LOGIT México.

- Mendoza-Hatjhecorne, E. (2013). La movilidad urbana como modus operandi que edifica las ciudades. *Economía, sociedad y territorio*, 13(42), 571-575. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/111/11126608010.pdf>
- Miralles Guasch, C. (2013). Presentación: Dossier metodologías y nuevos retos en el análisis de la movilidad y el transporte. *Revista Transporte y Territorio* N° 6, Universidad de Buenos Aires. pp. 1-6. Disponible en: <http://www.rtt.filo.uba.ar/RTT00801001.pdf>
- Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte. El binomio imperfecto*. Barcelona, España: Editorial Ariel.
- Ramírez, B. R. (2009). Alcances y dimensiones de la movilidad: aclarando conceptos. *Revista "Ciudades"*, 82. Disponible en: <http://web.ua.es/es/giecryal/documentos/documentos839/docs/wwwciudades82ramirez.pdf>
- Secretaría de Transportes del Estado de Puebla y Logística, Informática y Transporte S.A. de C.V. (ST y Logit) (2011). *Estudio de Costo - Beneficio del Primer Corredor Troncal de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla. Programa Sectorial de Movilidad Urbana con Estudio de factibilidad y Proyecto ejecutivo del primer corredor de la Zona Metropolitana de la ciudad de Puebla*. Disponible en: [http://www.fonadin.gob.mx/work/sites/fni/resources/LocalContent/781/46/ACB\\_Puebla.pdf](http://www.fonadin.gob.mx/work/sites/fni/resources/LocalContent/781/46/ACB_Puebla.pdf)
- Wright, L. y Fjellstrom, K. (2006). Opciones de transporte público masivo. *Transporte Sostenible: Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo*. Disponible en: [http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A\\_Sourcebook/SB3\\_Transit-Walking-and-Cycling/GIZ\\_SUTP\\_SB3a\\_Mass-Transit-Options\\_ES.pdf](http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB3_Transit-Walking-and-Cycling/GIZ_SUTP_SB3a_Mass-Transit-Options_ES.pdf)
- Wright, L.; Hook, W.; Hidalgo, D., et al. (2010). *Guía de Planificación de Sistemas BRT. Autobuses de Tránsito Rápido*. Nueva York, Estados Unidos de América: Instituto de Políticas para Transporte y el Desarrollo. Disponible en: [http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/BRT-Guide-Spanish-complete\\_unlocked.pdf](http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/BRT-Guide-Spanish-complete_unlocked.pdf)

# **INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES ERGONÓMICAS DE AUTOBUSES TRADICIONALES EN LA CALIDAD DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO EN MARACAIBO**

**Joheni Urdaneta.**

Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia y Asociación de Investigadores y Expertos en Movilidad y Transporte Urbano Sostenible (EMTUS). Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela,  
joheniurdaneta@gmail.com

**Rosa Virginia Ocaña Ortiz**

Universidad Simón Bolívar y Asociación de Investigadores y Expertos en Movilidad y Transporte Urbano Sostenible (EMTUS), Caracas, Distrito Capital, Venezuela, rosavocana@gmail.com

## **Resumen**

Para que el servicio de transporte público urbano presente buen nivel de servicio, los empleados del sistema deben trabajar en buenas condiciones. El objetivo de este trabajo es determinar la incidencia de las condiciones ergonómicas de los operadores en la calidad de servicio del Sistema de Transporte Superficial en la modalidad de autobuses en la ciudad de Maracaibo. La metodología usada fue de tipo descriptiva, con un diseño de campo. Los resultados arrojaron que la calidad del servicio y condiciones existentes en los puestos de trabajos no son las más favorables. Se concluye que deben tomarse una serie de acciones que afecten positivamente, tanto a la calidad del servicio como a las condiciones ergonómicas del mismo, aun cuando a través del presente estudio se determinó que no existe relación entre dichas variables.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Considerando que el servicio de transporte público urbano es de vital importancia para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, y además, se trata de un servicio público básico, nos parece necesario que la prestación de este servicio se realice bajo condiciones óptimas, no solo para los usuarios, también para los operadores que manejan las unidades de transporte, ya que éstos también son ciudadanos que deben tener calidad de vida y también calidad en el trabajo.

En este orden de ideas, nos surgió la inquietud de identificar las condiciones ergonómicas de los operadores de transporte e identificar si éstas tienen incidencia en la calidad del servicio prestado.



Partimos de la hipótesis de que si los operadores de las unidades de transporte tienen buenas condiciones ergonómicas, esto se expresaría en una mejor calidad del servicio prestado. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia de las condiciones ergonómicas de los operadores en la calidad de servicio del Sistema de Transporte Superficial en la modalidad de autobuses en la ciudad de Maracaibo.

## **2. CONDICIONES ERGONÓMICAS DE LOS AUTOBUSES TRADICIONALES DEL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE LA CIUDAD DE MARACAIBO**

La prestación del servicio de transporte público urbano es una actividad que implica el traslado de los ciudadanos de un lugar por parte de un conductor de un vehículo, (en este caso un autobús). Partiendo del hecho de que todos los trabajadores deben tener condiciones mínimas confortables en sus puestos de trabajo, este trabajo evaluó las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo de los operadores en los autobuses tradicionales del transporte público de la ciudad de Maracaibo.

La ergonomía es la ciencia aplicada que tiene por objeto conocer las capacidades y limitaciones humanas para poder aplicarlas en la mejora de la interacción de las personas con los puestos de trabajo, productos y servicios; busca la manera de adaptar el puesto de trabajo y las condiciones del mismo a las personas. (Sinerco, 2010). Las condiciones ergonómicas se evalúan considerando el confort ambiental, postural y el sicosocial; el confort ambiental se refiere a la iluminación, ruido, temperatura, humedad y vibración; el confort postural se refiere a las medidas del puesto de trabajo y del operador, de acuerdo al tipo de trabajo que se desempeña se utilizan medidas y metodología específicas; y, el confort sicosocial es lo referente a la carga mental y a las condiciones sociales de los trabajadores. (Mondelo et al, 2000)

El estudio se efectuó en la población constituida por los operadores y usuarios del Sistema de Transporte Superficial (autobuses tradicionales de la ciudad de Maracaibo) para una muestra total de 136 usuarios encuestados, a través de un instrumento para determinar la calidad de servicio y 20 operadores entrevistados mediante preguntas acerca del cargo, condiciones ambientales y psicológicas, así como también una evaluación ergonómica considerando las condiciones postulares mediante la utilización del método rula.

Por otra parte, para el tratamiento de los datos se aplicó el análisis estadístico a través del programa SPSS y Excel. Los resultados arrojaron que la calidad del servicio y condiciones existentes en los puestos de trabajos no son las más favorables.

## 2.1. Confort Ambiental de los operadores de los autobuses del servicio de transporte público urbano de la ciudad de Maracaibo

Para evaluar el confort ambiental es necesario medir la iluminación, ruido, temperatura, humedad y vibración, para ello se emplean dos técnicas, una a través de la medición mediante instrumentos como el luxómetro, decibelímetro, entre otros y la otra, a través de la aplicación de una encuesta cualitativa, en la cual se pregunta a los conductores su comodidad con estos factores. A continuación tabla 1 se presenta los resultados de la evaluación de estos parámetros.

**Tabla 1. Evaluación de los parámetros del confort ambiental**

<b>Factores</b>	<b>Calificación</b>	<b>Grado</b>	<b>Causa</b>
Iluminación	Adecuada	Normal	No aplica
Ruido	Inadecuado	Medio	Aglomeración de personas
Temperatura	Inadecuado	Medio	Ambiente característico de la ciudad
Humedad	Inadecuado	Medio	Ambiente característico de la ciudad
Vibración	Inadecuado	Medio	Condiciones inapropiadas del autobús y de la vialidad

Como puede observarse, las condiciones ambientales de los operadores de transporte son inadecuadas, exceptuando la iluminación, es importante señalar que el servicio de transporte urbano actualmente se presta en el día, desde las 6 de la mañana hasta las 7 pm, a esas horas se cuenta con la iluminación natural, razón por la cual, al momento de las mediciones, se obtuvo que la iluminación se encuentra en el rango adecuado.

En cuanto al ruido, resultó inadecuado, la exposición al ruido del trabajador estuvo durante mucho tiempo fuera de los decibeles normales, calificándolo como medio; la causa es la aglomeración de personas hablando en el área de su puesto de trabajo, esto se debe a que las unidades de transporte montan más pasajeros de lo permitido, los cuales ocupan el área cercana del puesto de trabajo del operador.

La temperatura y la humedad también resultaron inadecuadas, esto es debido a que Maracaibo es una ciudad considerada caliente, la temperatura ambiente es mayor a los 37 grados centígrados, y la sensación térmica en promedio es cercana a los 40 grados centígrados, la humedad es de 70%. Los autobuses no tienen sistema de aire acondicionado y la aglomeración de los pasajeros no permite que la ventilación circule, de aquí que la temperatura no sea la adecuada para el trabajo que realiza.

En cuanto a la vibración, también resultó inadecuada, las condiciones actuales de los autobuses, los cuales superan la vida útil del mismo, no son las más apropiadas, tienen muchos desajustes lo que hace que el autobús vibre más de lo habitual, esta vibración la recibe el operador en las manos y brazos.

En resumen, las condiciones ambientales de los operadores del transporte público urbano de la ciudad de Maracaibo son inadecuadas, aunque en un grado medio, la exposición de los trabajadores a estas condiciones durante más de 12 horas de trabajo ocasionan disconformidad ambiental, pudiendo generar enfermedades ocupacionales que van en detrimento de la salud del trabajador. De hecho, se le aplicó una encuesta solicitando que señalaran las molestias que presentaban y en un 70% manifestaron que sentían dolores de cabeza, calambres y agotamiento; molestias características a las inadecuadas condiciones ambientales.

## **2.2. Confort Postural de los operadores de los autobuses del servicio de transporte público urbano de la ciudad de Maracaibo**

Como se señaló anteriormente, el confort postural se evalúa de acuerdo a las características intrínsecas del puesto de trabajo, y de acuerdo a ello se selecciona la técnica para realizar la evaluación. En este caso, según la descripción realizada por la González et al (2009), los choferes podrán tener dentro de sus funciones o tareas: Ajustar; arreglar; asistir; llevar; cambiar; comprobar; limpiar; recoger; comunicar; realizar trayectos preestablecidos; dirigir; conducir; documentar; manipular; inspeccionar; entre otros. Para este tipo de tarea y por la posición que deben tener los conductores, la metodología recomendada para la evaluación de las condiciones posturales es Rula, la cual será descrita a continuación.

### **2.2.1. Aplicación del Método RULA OFFICE (Rapid Upper Limb Assessment for administrative workstation)**

El método RULA fue desarrollado para entregar una evaluación rápida de los esfuerzos a los que es sometido el aparato musculo esquelético de los trabajadores debido a postura, función muscular y las fuerzas que ellos ejercen. Una gran ventaja de RULA es que permite hacer una evaluación inicial rápida de gran número de trabajadores. Se basa en la observación directa de las posturas adoptadas durante la tarea por las extremidades superiores, cuello, espalda y piernas. Determina cuatro niveles de acción en relación con los valores que se han ido obteniendo a partir de la evaluación de los factores de exposición antes citados. El análisis puede efectuarse antes y después de una intervención para demostrar que dicha acción ha influido en disminuir el riesgo de lesión. (Lueder, 1996)

Los resultados del método se cuantifican en cuatro rangos una vez calculados sus respectivos valores, en la tabla 2 se presenta el rango de evaluación del método RULA

**Tabla 2. Escala ergonómica para evaluación del confort postural**

Puntuación Final	Nivel de Acción
1-2	La postura es aceptable
3-4	Son necesarios algunos cambios y se requiere de una investigación complementaria para identificar los cambios
5-6	Se requiere una investigación a corto plazo y cambios en el puesto de trabajo
7	Se requiere cambios de inmediato e investigaciones urgentes

Fuente: Lueder, R (1996)

El procedimiento de aplicación del método consistió en observar por un tiempo la labor diaria del operador del autobús mediante la filmación en video. Para la selección de posturas se utilizó el software KINOVEA 0.8.15, el cual permite reproducir los videos a una velocidad mínima, hacer capturas de pantallas y guardarlas como archivos JPEG y establecer los ángulos de flexión/extensión de las extremidades del cuerpo. Para la selección de posturas a evaluar se tomaron en cuenta dos (2) criterios; la repetitividad de los movimientos y la criticidad de las posturas. A manera de ejemplo, en la figura 1 se presenta el formato empleado y el caso de uno de los operadores.

El método se aplicó a 20 operadores. Los resultados de la aplicación, donde se le evaluaron sus condiciones posturales de acuerdo a la metodología utilizada, se presentan en la tabla siguiente.

**Tabla 3. Resultados del Confort Postural**

Puntuación Final	Porcentaje de operadores de autobús
4	70%
5	25%
6	5%

Fuente: Resultados del estudio

Como puede observarse, el 70% de los operadores de autobús tienen un confort postural que requiere leves cambios, sólo el 5% requiere de cambios inmediatos, al realizar la observación directa, pudo observarse que los operadores buscan mejorar las condiciones del puesto de trabajo a través de accesorios que le brinden comodidad, ya que los asientos de trabajo, las condiciones de los volantes y las palancas de cambio, están deterioradas, pero los mismos operadores adecúan el puesto de trabajo (aunque con materiales improvisados) para adaptarse a su rutina diaria. En este sentido, de acuerdo a los resultados, los operadores tienen un confort postural clasificado como medio, es sensible a mejoras, pero no en condiciones que les afecte su salud.

**Figura 1. Referencia fotográfica para realizar el cálculo de la condición postural de los operadores de autobuses**

**Puesto de Trabajo: Operador de autobús**

**Actividad: Conduciendo**

---

**REFERENCIA FOTOGRÁFICA**



---

### **2.3. Confort sicosocial de los operadores de los autobuses del servicio de transporte público urbano de la ciudad de Maracaibo**

Para la evaluación del confort sicosocial de los operadores de autobuses se utilizó un instrumento validado y aplicado en otras investigaciones que realiza este tipo de estudio, como lo es: Factores Sicosociales por Lahera y Góngora (2002). Este instrumento está estructurado en 4 áreas a estudiar; a) Participación, implicación, responsabilidad, especifica el grado de libertad e independencia que tiene el trabajador para controlar y organizar su propio trabajo y para determinar los métodos a utilizar, teniendo en cuenta siempre los principios preventivos. Define el grado de autonomía del trabajador para tomar decisiones. Se entiende que un trabajo saludable debe ofrecer a las personas la posibilidad de tomar decisiones; b) Formación, información, comunicación, se refiere al grado de interés personal que la organización demuestra por los trabajadores, facilitando el flujo de informaciones necesarias para el correcto desarrollo de las tareas. Las funciones y/o atribuciones de cada persona, dentro de la organización, tienen que estar bien definidas para garantizar la adaptación óptima entre los puestos de trabajo y las personas que los ocupan; c) Gestión del tiempo, establece el nivel de autonomía concedida al trabajador para determinar la cadencia y ritmo de su trabajo, la distribución de las pausas y la elección de las vacaciones de acuerdo a sus necesidades personales; y, d) Cohesión de grupo, es el patrón de estructura del grupo, de las relaciones que emergen entre los miembros del grupo. Este concepto incluye aspectos como solidaridad, atracción, ética, clima o

sentido de comunidad. La influencia de la cohesión en el grupo se manifiesta en una mayor o menor participación de sus miembros y en la conformidad hacia la mayoría. (Lahera y Góngora, 2002)

El instrumento tiene un baremo con una escala de valores que va desde inadecuado hasta muy adecuado. En resumen, en la Tabla 4, se presentan los resultados una vez aplicado el instrumento a todos los operadores de los autobuses.

**Tabla 4. Resultados del Confort Sicosocial**

<b>Factores Sicosociales</b>	<b>MI</b>	<b>I</b>	<b>A</b>	<b>MA</b>
Participación, implicación, responsabilidad	30%	70%		
Formación, información, comunicación	20%	80%		
Gestión del tiempo	60%	40%		
Cohesión de grupo		70%	30%	

Leyenda: MI: Muy Inadecuado I: Inadecuado A: Adecuado MA: Muy Adecuado

Fuente: Resultados del estudio

Una vez analizado todos los datos se puede concluir que las condiciones ergonómicas de los operadores de los autobuses tradicionales de la ciudad de Maracaibo es inadecuada, de todos los parámetros evaluados, todos tienen sus debilidades, especialmente el confort ambiental y el confort sicosocial; que han resultado inadecuadas. Como parte del objetivo de esta investigación, se plantea identificar si existe relación entre las condiciones ergonómicas de los operadores de los autobuses tradicionales y la calidad de servicio que se ofrece en estas rutas; para ello se debe entonces calcular la calidad de servicio percibida por los usuarios que utilizan estas rutas tradicionales.

### **3. CALIDAD DE SERVICIO DE LAS RUTAS TRADICIONALES EN LA CIUDAD DE MARACAIBO**

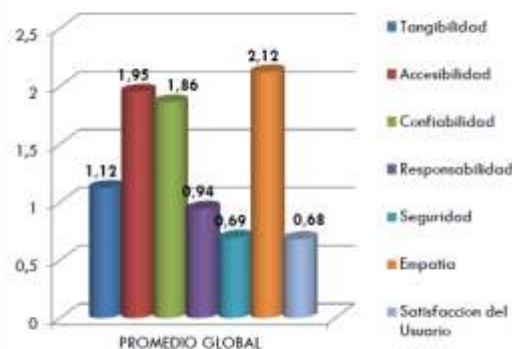
Para calcular la calidad de servicio de las rutas tradicionales en la ciudad de Maracaibo e identificar la incidencia con las condiciones ergonómicas de los operadores de los autobuses se aplicó un instrumento validado y utilizado en diferentes investigaciones referente a la calidad de servicio de transporte en la ciudad de Maracaibo, tal es el instrumento calidad de servicio de transporte público urbano por Urdaneta (2014), el cual consta de 5 dimensiones, 1) tangibilidad: hace referencia al estado de las unidades de transporte, 2) accesibilidad: tiene que ver con la posibilidad que tiene el usuario para acceder al sistema de transporte; 3) confiabilidad: la confianza que siente el usuario en la ruta de transporte; 4) responsabilidad, es la percepción que tiene el usuario de la responsabilidad de las rutas de transporte, por ejemplo en el cobro de la tarifa, el cumplimiento de la ruta, entre otros; 5) seguridad: se refiere a la seguridad

física y moral; y, 6) empatía, que se refiere al trato que se intercambia entre el operador de transporte y el usuario.

Para que tenga sentido el estudio, se aplicó el instrumento a los usuarios de los operadores que fueron evaluados, es decir, se tomó la muestra los días en los cuales estos operadores prestaban el servicio, el número de observaciones fue calculado considerando la población infinita como se utiliza en estos casos, siendo el número de muestra de 84 usuarios en las rutas seleccionadas (20 operadores, 20 autobuses). Para valorar la calidad de servicio es necesario cuantificar cada una de las dimensiones antes expuestas de acuerdo a las respuestas suministradas por los usuarios, para ello se elabora una escala, que está entre 0 y 4, dividida arbitrariamente en 5 intervalos, si el valor está entre 0 y 0,80 se considera que el servicio no tiene calidad; entre 0,81 y 1,60, se considera de baja calidad; entre 1,61 y 2,40 de mediana calidad; entre 2,41 y 3,2 buena calidad y finalmente entre 3,21 y 4 alta calidad en el servicio de transporte público urbano (Urdaneta, 2007).

Los resultados de la calidad del servicio de transporte urbano en la ciudad de Maracaibo se ilustran en la figura 2, como puede observarse, los resultados evidencian un servicio de baja calidad, esto considerando todas las dimensiones antes mencionadas. En este sentido, las dos variables que se decidieron estudiar están en aspectos desfavorables, por un lado las condiciones ergonómicas inadecuadas y el servicio de baja calidad, sin embargo, para determinar la incidencia entre estas variables, se aplica un estudio estadístico, a través de la regresión lineal.

**Figura 2. Resultados de la Calidad de Servicio de Transporte en la ciudad de Maracaibo**



#### **4. INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES ERGONÓMICAS DE LOS OPERADORES DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE MARACAIBO Y LA CALIDAD DE SERVICIO**

En probabilidad y estadística, la correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables estadísticas. Se considera que

dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de la otra: si tenemos dos variables (A y B) existe correlación si al disminuir los valores de A lo hacen también los de B y viceversa. La correlación entre dos variables no implica, por sí misma, ninguna relación de causalidad. Rodrigo y Molina (2010).

En este sentido, para identificar si ambas variables guardan alguna relación, se aplica el estudio de correlación lineal, utilizando los datos recolectados y el software SPSS 15. Para aplicar las técnicas de análisis de correlación, es necesario identificar si las variables en estudio se comportan bajo la distribución normal, para ello se realizaron las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk, resultando que solo la calidad de servicio sigue una distribución normal. Sin embargo, se realiza un ajuste a la data para aplicar las técnicas de correlación, resultando que ambas variables no tienen correlación, la prueba de hipótesis Rho Spearman, cuyo resultado se muestra en la Tabla 5 arroja valores críticos de  $\pm 0,609$  para una p de 0,05.

De acuerdo a la observación directa y a algunas experiencias empíricas, cuando entre las variables no hay diferencias significativas en los resultados, resulta muy difícil establecer una correlación estadística, esto es, si la calidad de servicio es baja y todos los parámetros del confort ergonómico también resultaron bajos, las técnicas estadísticas no hacen diferencia con los resultados y no pueden establecer una relación matemática.

A nuestro juicio, el hecho de una inadecuada condición ergonómica de las unidades de transporte afecta la percepción que tiene el ciudadano sobre la prestación del servicio, este deterioro de las unidades, las condiciones ambientales de la ciudad y que las unidades no minimicen las fuentes de disconfort ambiental, pueden incidir en la prestación del servicio. Sin embargo, el disconfort ergonómico no se puede decir que es la que incide en la percepción de la calidad de servicio de transporte público urbano en la ciudad de Maracaibo.

**Tabla 5. Resultados del análisis de correlación de variables**

			CALIDAD	ERGONOMÍA
Rho de Spearman	CALIDAD	Coefficiente de correlación	1,000	-,122
		Sig. (bilateral)	.	,609
		N	20	20
	ERGONOMÍA	Coefficiente de correlación	-,122	1,000
		Sig. (bilateral)	,609	.
		N	20	20



## 5. CONSIDERACIONES FINALES

Las condiciones ergonómicas de las unidades de transporte público urbano del sistema tradicional en la ciudad de Maracaibo son inadecuadas, especialmente las condiciones ambientales y las sicosociales. En cuanto a las condiciones posturales, se encuentran en mejores condiciones, debido a la intervención particular de los propios operadores del transporte, quienes a través de instrumentos improvisados como cojines, almohadas, protectores de volantes fabricados en forma casera, protectores para las palancas de cambio, entre otras cosas, hacen su puesto de trabajo más comfortable.

La calidad del servicio de transporte público urbano del sistema tradicional de la ciudad de Maracaibo es percibida por los ciudadanos como de baja calidad, siendo la tangibilidad y la seguridad las que tienen menor aceptación por parte de los ciudadanos. Esto es producto del deterioro de las unidades, no solo en los puestos de los conductores, también en los asientos y en el resto de las unidades. Por otro lado, la seguridad también se ve afectada por las condiciones de estas unidades, ya que muchas de las unidades están muy deterioradas y los usuarios han tenido algunos accidentes dentro de la unidad, tales como golpes, heridas, caídas, entre otras.

De acuerdo a los resultados obtenidos, no se evidencia la correlación entre las variables estudiadas, las condiciones ergonómicas con la percepción de los ciudadanos con la calidad del servicio de transporte. A nuestro juicio, y de manera empírica, es producto de que todo el sistema presenta debilidades importantes de corregir, pero las técnicas estadísticas de correlación demuestran matemáticamente con base en la diferencia, cuestión esta que no se presenta en este caso. Sin embargo, consideramos importante continuar estudiando las variables, incorporando más unidades de transporte, más operadores y más usuarios.

### Referencias Bibliográficas

González, R., Martínez, C. & Borges, A. (2009). Ergonomía en centros de trabajo: Manual del usuario de estación de trabajo. Maracay: IAES.

Mondelo, P., Barrau P., Torada E., (2000) Ergonomía I. Fundamentos. México. AlfaOmega

Lahera y Góngora. (2002). Factores psicosociales. Identificación de situaciones de riesgo. Instituto Navarro de Salud Laboral. Navarra, España.

Lueder, R (1996) A Proposed RULA for Computer Users. Proceedings of the Ergonomics Summer Workshop, UC Berkeley Center for Occupational & Environmental Health Continuing Education Program, San Francisco, August 8-9, 1996.

Rodrigo y Molina (2010). Estadística Descriptiva. Universidad de Valencia. España

Sinercó. (2010). Buenas prácticas para el diseño ergonómico de puestos de trabajo en el sector metal. Barcelona: UGT Comisión Ejecutiva Confederal.

Urdaneta, Joheni (2006). Políticas y Calidad de Servicio del Transporte Público Urbano en el Municipio Maracaibo. Ponencia realizada en el VIII Congreso Iberoamericano de Municipalistas Guayaquil (Ecuador).

## **Nuevas modalidades de acceso y recarga en el transporte público: EMV, Top-Up, celulares NFC P2P**

**Enrique Palma Villalón**

Dir. Gerente

PALMA TOOLS, Madrid, España

epalma@palmatools.com

**Martín Gruver Milman**

Director de Innovación y Desarrollo

PALMA TOOLS Madrid España

mgruver@palmatools.com

### **RESUMEN**

En la actualidad los sistemas actuales de recaudo utilizan tarjetas inteligentes sin contacto basadas en la norma ISO 14443, un porcentaje elevado de los celulares en la actualidad disponen de capacidad de comunicación NFC basada en la norma ISO 14443 que permite el acceso a estas tarjetas, y que cada vez más tarjetas bancarias son EMV *Contactless* NFC que siguen la misma norma.

Sobre este escenario se va consolidando están surgiendo nuevas y diferentes propuestas de acceso y recarga al transporte (*Auto Top-Up, Auto recarga con el celular, Validación con el celular, y soluciones ABT*) pero cuya implantación tiene sus particularidades técnicas, operativas, económicas y legales.

Esta ponencia analiza las diferentes propuestas que se están planteando y realizar una evaluación comparativa de las mismas desde el punto de vista de los transportes públicos en Latinoamérica.

Para ello describen de manera individual las diferentes opciones valorando los problemas técnicos-operativos-económicos y legales, así como los aspectos relativos a si los sistemas son abiertos, la dependencia de proveedores y los pasos y plazos para su implantación y se realizar una breve comparativa y propuesta de aplicación en fases.

### **INTRODUCCIÓN: ISO14443, NFC, CELULARES NFC, EMV CONTACTLESS, SAM, TARJETAS MULTIAPLICACIÓN, ELEMENTOS SEGUROS Y GLOBAL PLATFORM.**

*ISO 14443*: Desde la aparición de tarjetas de proximidad a finales de los años 80 se comenzó a trabajar en crear un standard. En 2001 se publicó la primera versión.

*NFC (Near Field Communication)*: La norma ISO 14443 fue diseñada para comunicación lector↔tarjeta, y en 2001 se creó un grupo de trabajo para crear un canal de

comunicaciones a partir de la norma ISO 14443 (comunicación *Peer-to-Peer P2P* entre dos equipos activos) publicándose en 2004 como ISO 18092.

*Celulares NFC:* Un dato muy importante es que el canal NFC se comenzó a implantar en los celulares, desde el primer modelo de Nokia 6212 (2008) hasta la actualidad donde *la mayoría de los smartphones, incluso de gama baja lo incluyen.*

*Robustez NFC/ISO14443:* La comunicación NFC/ISO14443 es una comunicación de corto alcance (10cm máximo) altamente robusta y segura a interferencias y que consume poca energía, permitiendo incluir en estos procesos la autenticación basada en algoritmos seguros de encriptación como por ejemplo 3DES o AES.

*EMV Contactless:* El sector bancario analizó la robustez de esta comunicación y la adoptó para transacciones bancarias desde 2005 (inicio de PAYPASS de VISA en USA) creando un nuevo modelo de transacciones EMV (no requiere PIN en modo reducido)

*SAM:* Para acceder a las tarjetas se requieren claves que por razones de seguridad deben residir en lugar seguro. Para ello se utiliza el SAM (Security Access Modules)

*Tarjetas Multiaplicación:* las tarjetas inteligentes permiten contener varias aplicaciones sobre la misma tarjeta (ej. tarjeta de transporte en tarjeta bancaria)

*Global Platform:* Es un estándar de arquitectura para chips seguros creada por la asociación GSMA. Permite crear e instalar un ecosistema de implantación de diferentes aplicaciones separadas en dominios de seguridad y que todo esto puede ser gestionable en remoto (para uso con SIM otros chips seguros)

*HCE Host Card Emulation:* Esta es una solución alternativa a la implantación de emulación de tarjetas desarrollada para Android, aunque al ser un entorno menos seguro se debe habilitar mecanismos especiales para reducir el riesgo (tokentización, limitar operaciones etc.). Mifare no permite la emulación HCE por falta de seguridad.

## APLICACIÓN EN EL TRANSPORTE

A partir del entorno basado en equipamiento de recaudo capaz de tratar este tipo de tarjetas ISO 14443 se está evolucionando hacia diferentes propuestas de nuevas alternativas para viajar con diferentes tipos de soportes:

- Tarjetas bancarias emulando tarjetas de transporte. (ej. Tarjeta Bancolombia en el metro de Medellín: (*Noticias del metro de Medellín, web de Medellín sin fecha*



<https://www.metrodemedellin.gov.co/ald%C3%ADa/noticiasmetro/asifuncionaladebitocivicabancolombia>

- validación directa Tarjetas EMV Contactless (*TFL achieves one million contactless taps a day, web de payment cards&mobile, 2015 <http://www.paymentscardsandmobile.com/tfl-achieves-one-million-contactless-taps-a-day/>*



- Pulseras o relojes. (*Unos valencianos desarrollan una pulsera sin contacto para pagar el transporte público, revista Levante, 2016 <http://www.levante-emv.com/valencia/2016/09/16/valencianos-desarrollan-pulsera-contacto-pagar/1467412.html> y VIAJA EN EMT VALENCIA CON EL RELOJ 'MÓBILIS, EMT Valencia, 2013*



[https://www.emtvalencia.es/ciudadano/index.php?option=com\\_content&view=article&id=761&catid=43&Itemid=62&lang=es](https://www.emtvalencia.es/ciudadano/index.php?option=com_content&view=article&id=761&catid=43&Itemid=62&lang=es)

- Celulares NFC emulando tarjetas de transporte (*Valencia es la primera ciudad en Europa en el acceso al transporte público a través del teléfono móvil, revista Valencia Económica, 27/9/2015 <http://valenciaeconomica.com/valencia-es-la-primera-ciudad-en-europa-en-el-acceso-al-transporte-publico-a-traves-del-telefono-movil/>*)



Además de lo anterior se están planteando otras alternativas para que la recarga de los saldos de las tarjetas consuma el mínimo tiempo y esfuerzo al viajero.

- *Auto Top-Up*: Sistema basado en que la recarga se haga AUTOMÁTICAMENTE cuando el saldo de la tarjeta desciende por debajo de un umbral (ej. 2 dólares)
- *Auto Recarga con Celular*: Usar el celular del viajero para auto recargar la tarjeta.
- *ABT: "Account Based Ticketing"*: En viajero simplemente viaja con un soporte registrando los usos y posteriormente se calcula la tarifa y se le carga en cuenta.

Considerando que lo importante es que el usuario consuma el mínimo esfuerzo recargando SE ANALIZAN Y COMPARAN A CONTINUACIÓN DIFERENTES SOLUCIONES

PARA CONSEGUIR ESE OBJETIVO, aunque previamente se describe de manera más detallada las opciones para implantar *Account Based Ticketing ABT*

## **ACCOUNT BASED TICKETING**

*CONCEPTO DE "ACCOUNT BASED TICKETING": ABT:* El concepto ABT se basa en asumir que el usuario del transporte tiene una cuenta sobre la que se pueda anotar los cargos. En base a esa idea el usuario al acceder al transporte no estaría "pagando" el servicio sino "registrando su uso" con un "identificador" de manera que posteriormente se le pueda calcular la tarifa en base los desplazamientos realizados y descontar de su cuenta las tarifas aplicadas, como cualquier contrato de suministro de servicios (agua, luz n° de celular...) que se cobra a final de mes/día/semana

*ABT CON EMV SIN CONTACTO COMO "IDENTIFICADOR":* En este modelo la tarjeta EMV es un identificador y medio de pago.

- Si al acceder al transporte no se requiere cálculos adicionales, se cargaría la tarifa a aplicar a la tarjeta en el momento de validar.
- En caso contrario, se realizarían un registro de las operaciones (entradas, salidas, transbordos etc.) y pasado el período establecido (diario, semanal, mensual) se le calcularía la tarifa según el uso y se le cargaría en la cuenta.

*ABT CON TARJETAS PROPIETARIAS COMO "IDENTIFICADOR":* En este caso una empresa proveedora del sistema de recaudo propone una tarjeta y sistema propio para implantar este sistema. Este apartado engloba los sistemas de un proveedor que ponga a barreras a la entrada de terceros tanto sean técnicas, legales o económicas.

*ABT CON TARJETA YA IMPLANTADAS COMO "IDENTIFICADOR":* En este caso el soporte del "identificador", es la propia tarjeta de recaudo actual. Esto por lo tanto no requiere que los usuarios cambien de tarjeta aunque esto no significa que no haya que hacer cambios en el sistema.

*ABT CON TARJETAS ABIERTAS O NORMALIZADAS COMO "IDENTIFICADOR":* En este caso se implementa un modelo abierto y normalizados de ABT que se puede definir para la ciudad, pero que se recomienda que sea un modelo abierto y normalizado a nivel regional o mejor todavía nacional para que una vez se haya desarrollado este producto sea válido en todo el país. Un ejemplo de esta propuesta está las Tarjeta Española Sin Contacto TESC definida por el Ministerio de Fomento que permitirá a cualquier ciudadano disponer de una tarjeta ABT (es un "identificador") que podrá utilizarse en todos los transportes del país.

*ABT CON CELULAR NFC P2P (PEER-TO-PEER):* En este modelo el identificador es el nº IMEI del celular NFC y que se comunicaría con los lectores mediante comunicación P2P (Peer-to-Peer), Estando orientado en las tendencias actuales en las que el celular se usa para todo y no requiere que viajero necesite nada más para viajar.

*ABT CON CELULAR NFC Y TAGS NFC.:* Este es un Sistema de Recaudo ABT peculiar en el que “desaparece” el equipo de validación y se transforma en una etiqueta o TAG NFC. El usuario acercará el celular NFC a esta etiqueta a la entrada del vehículo y generará un “mensaje” al sistema central de gestión ABT que registraría que etiqueta a leído (sabría en qué punto ha validado) la hora y localización de manera que podría luego tarificarle adecuadamente.

## **SOLUCIONES CON TARJETA DE TRANSPORTE DIRECTA**

### **Auto Top-Up**

El Sistema de Auto Top consiste establecer un procedimiento automático de manera que se genere una recarga de saldos automática en la tarjeta en los propios equipos de validación cuando el saldo baje por debajo de un umbral, en dos modalidades.

- *Auto Top-Up inmediato:* En el momento de su detección se recarga la tarjeta y se comunica al Sistema Central para que proceda el cobro de la recarga al usuario.
- *Auto Top-Up diferido:* En el Sistema Central se detecta que el saldo de la tarjeta está por debajo del umbral, procede al cobro de la recarga y lanza una operación de lista blanca de recarga para que los equipos recarguen la tarjeta.

Implicaciones:

- *Implicaciones técnicas:* Requiere que los equipos de validación puedan recargar, que los sistemas centrales puedan cobrar al usuario e implementar listas blancas y gestionar usuarios.
- *Implicaciones operativas:* Se debe gestionar e impagos, incidencias con usuarios.
- *Implicaciones legales:* El usuario debe firmar un contrato con la autoridad para fijar las condiciones para autorizar los cobros, penalizaciones etc.
- *Implicaciones económicas:* Costes bajos, porque solo exige desarrollo software.
- *Complejidad:* Sólo requiere desarrollos software y de seguridad, SAM y otros. La complejidad es baja para sistemas de recaudo avanzado y media para otros.
- *Riesgos:* Si es *Auto Top-Up inmediato* el riesgo de impago debe ser considerado que se podría resolver con fianzas iniciales aunque es una barrera para el usuario.

### **ABT con tarjeta de transporte (propietaria, actual o normalizada)**

Este modelo basado en ABT el viajero firma un contrato de “suministro” del servicio de transporte y debe ir “validando” al acceder al transporte. Al final del día/semana/mes se le cobra según las condiciones tarifarias acordadas.

Implicaciones:

- *Implicaciones técnicas:* Requiere que los equipos desarrollen la identificación y además incorpore listas negras y mecanismos de, rechazo, bloqueo y destrucción de tarjetas para gestionar impagos, y los sistemas centrales deben cobrar al usuario e implementar gestionar estos procesos y a los usuarios.
- *Implicaciones operativas:* Gestionar incidencias de impagos, incidencias con usuarios, tratamiento de tarjetas etc.
- *Implicaciones legales:* El usuario debe firmar un contrato con la autoridad para fijar las condiciones para autorizar los cobros, penalizaciones etc.
- *Implicaciones económicas:* Costes bajos, porque solo exige desarrollo software.
- *Complejidad:* Similar al *Auto Top-Up*.
- *Riesgos:* Existe riesgo de impago similar al *Auto Top-Up inmediato*.
- *Otros aspectos:*
  - Si la tarjeta es propietaria, el cliente queda cautivo del proveedor.
  - Si es la tarjeta actual, no hay dependencias y puede permitir eliminar debilidades si la tarjeta es Mifare CLASSIC, con el diseño adecuado.
  - Si la tarjeta es una tarjeta normalizada regional o nacional, se puede permitir que el usuario venga de otro lugar o viaje a otro lugar.

### **Auto recarga de la tarjeta de transporte con el celular NFC**

Consiste en conseguir que el propio usuario se auto recargue el saldo en la tarjeta utilizando su celular, e incluso pueda recargar las tarjetas de sus hijos y familiares.

Implicaciones:

- *Implicaciones técnicas:* No es necesario modificar NADA de los sistemas de recaudo y hay que desarrollar una solución segura de auto recarga con el celular con la seguridad en la nube (los celulares no pueden llevar el SAM)
- *Implicaciones operativas:* Gestionar incidencias con la aplicación en el celular y en e incidencias al todas las transacciones on-line sobre los SAM en la nube.
- *Implicaciones legales:* El usuario debe aceptar las condiciones de uso.
- *Implicaciones económicas:* Costes bajos porque es una solución independiente y no exige modificar/desarrollar los sistemas actuales.
- *Complejidad:* Es un sistema sencillo puesto que es un desarrollo individual que no requiere interacción con el equipamiento de recaudo existente y solamente una interacción con los sistemas centrales para comunicar las recargas. Existe una complejidad derivada de depender de terceros a los que no se los puede obligar



- (operadores de telefonía celular) y sin ellos el proyecto no puede salir adelante.
- *Riesgos*: Existe riesgo de impago puesto que se abona antes, y existe el riesgo de no realizar una implementación segura.

## **SOLUCIONES CON TARJETA DE TRANSPORTE EMULADA**

### **EMV Contactless emulando tarjeta de transporte**

En este caso la tarjeta EMV Contactless se comporta de igual manera que una tarjeta de transporte al cargar dentro de la tarjeta una tarjeta de transporte emulada.

Esta solución no hace más cómoda la recarga del usuario, puesto que sigue teniendo que ser tratada igual que el resto. *ESTA SOLUCIÓN NO VA A SER EVALUADA.*

### **EMV Contactless emulando tarjeta de transporte con Auto-Top**

Esta solución implica que además de emular la tarjeta de transporte en tarjetas EMV se aplican mecanismos que permitan una mejor y más fácil recarga de la tarjeta, que se basarían en gestionar que se recargue automáticamente el saldo en la tarjeta de transporte emulada en base a la cuenta asociada con la tarjeta EMV.

Implicaciones:

- *Implicaciones técnicas*: Desarrollo de mecanismo similar al *Auto Top-Up* pero asociado con la tarjeta EMV utilizada y se debe desarrollar que los equipos sean capaces de leer la tarjeta de transporte emulada dentro de la tarjeta EMV.
- *Implicaciones operativas*: Gestionar incidencias de usuarios con estas tarjetas y las conciliaciones con las entidades financieras.
- *Implicaciones económicas*: Costes bajos por solo desarrollos software.
- *Implicaciones legales*: El usuario debe firmar las condiciones con el transporte y con el emisor de la tarjeta y acuerdos entre entidad bancaria y transporte.
- *Complejidad*: Es un sistema de complejidad baja porque son desarrollos limitados.
- *Riesgos*: Existe riesgo potencial de impago si el mecanismo acordado permite saldos en la tarjeta que no se hayan abonado previamente.

### **Celular con tarjeta emulada de transporte**

En este caso la tarjeta de transporte estaría emulada dentro del celular, permitiendo al mismo tiempo que a través de una aplicación en el celular el usuario puede recargar en cualquier momento y lugar la tarjeta.

Implicaciones:

- *Implicaciones técnicas.* A pesar de que en “teoría” el sistema no afectaría al sistema de recaudo, las implicaciones técnicas son muy importantes.
  - Muchos sistemas de recaudo no “reconocen” la tarjeta emulada porque los mensajes iniciales de comunicación de un celular con un SIM adecuado que está diseñado para contener tarjetas de transporte de diferente modelo, tarjetas bancarias etc., no son exactamente los mismos.
  - Las tarjetas deben ser emuladas en entornos seguros como el SIM, Chip seguro en el hardware y deben cumplir Global Platform y las tarjetas más conocidas Mifare no se puede emular por HCE.
  - El entorno es muy abierto con cientos de celulares NFC diferentes, sobre decenas de SIMs chips diferentes y sistemas operativos diferentes.
  - Se debe crear un ecosistema seguro con diferentes elementos: Red de ventas virtual, TSM (Trusted Service Manager) de transporte y TSM de operador de celular, SIM de operador, pasarelas de pagos etc.
  - Todo debe estar desarrollado de manera individual por cada operador de telefonía celular.
  - Los celulares deben ser certificados para transporte.
- *Implicaciones operativas.* Se debe gestionar un ecosistema complejo con muchos actores, y posibles incidencias a diferentes niveles.
- *Implicaciones económicas:* Costes depende de si el sistema de recaudo pueda tratar los celulares, y de las comisiones asociadas. Se estima coste medio-alto
- *Implicaciones legales.* El usuario debe aceptar las condiciones de uso de la aplicación, pero sobre todo deben haber contratos entre todas las partes del sistema (TSMs, operadores, red de recarga
- *Complejidad.* Es un sistema muy complejo de implementar y todas las partes deben realizar desarrollos e integraciones complejas.
- *Riesgos.* Existe riesgo de que no todos los operadores de telefonía celular se adhieran y que solo unos pocos de los usuarios disfruten del servicio.

## **SOLUCIONES SIN TARJETA DE TRANSPORTE**

### **ABT con EMV Contactless validación directa**

En este caso el identificador utilizado para viajar es la tarjeta EMV que tiene las siguientes ventajas:

- Es un sistema seguro y ya está desarrollado.
- No es necesario que el operador transporte gestione tarjetas ni su seguridad.
- Cualquiera que quiera usar el transporte puede utilizarlo, puesto que ya tiene la tarjeta necesaria, tanto sea usuario esporádico, viajero de otra ciudad o país.

A cambio tiene inconvenientes relevantes:

- El nivel bancarización de la población que utiliza el transporte debe ser

- suficiente para justifique el esfuerzo y costes de implantar y de comisiones.
- *Exige cambiar o añadir equipos* y deben ser modificados para tratar las tarjetas actuales y las tarjetas EMV o deben ser incorporados otros adicionales.
  - Los requisitos de seguridad y comunicaciones añaden complejidad al sistema y requiere procesos de cumplimiento de normativas bancarias, "tokentización" etc.
  - Las certificaciones son estrictas y además tiene caducidad (3 años) lo que es un importante riesgo si estos requerimientos pudiesen implicar cambios en los equipos puesto que la vida útil de los sistemas de recaudo es mucho mayor.
  - Se depende de un sistema mundial y sobre el que no se puede influenciar.
  - Las entidades bancarias deben hacer modificaciones relevantes en sus sistemas;
    - Permitir la validación con la tarjeta en entrada y salida.
    - Permitir el cálculo de las tarifas sea controlado por entidades no bancarias (autoridades y operadores de transporte)
    - Modificar los algoritmos de control de fraude para este sector.

Implicaciones:

- *Implicaciones técnicas.* Tiene implicaciones técnicas relevantes ya descritas.
- *Implicaciones operativas.* Se debe gestionar como se pueden tratar la gestión de inspección, atención al usuario, consulta de incidencias etc.
- *Implicaciones económicas:* Coste elevado por modificar Hw.
- *Implicaciones legales.* Se debe firmar los contratos entre las partes, comisiones, acotar la responsabilidad compartida ante impagos etc.
- *Complejidad.* Es un sistema de complejidad importante y sobre todo REQUIERE NUEVOS EQUIPOS Y REQUISITOS DE SEGURIDAD.
- *Riesgos.* Que el número de usuarios finales no justifique la inversión realizada.

### **ABT con celular NFC utilizando P2P**

En este proceso el celular NFC se comunicaría con validador de recaudo mediante comunicación Peer-to-Peer (P2P) para realizar una mera identificación en base al IMEI, para implementar el mismo sistema ABT en que se calcula y cobra la tarifa aplicada desde el Sistema Central.

Este modelo no contempla una emulación de tarjeta lo que simplifica este aspecto notablemente por lo desaparece toda la complejidad de los actores de ese escenario. Sin embargo exige una implementación técnica P2P que no es habitual actualmente ni en los validadores de recaudo ni los celulares.

Implicaciones.

- *Implicaciones técnicas.* Requiere que los validadores pueda comunicarse por P2P lo que no es habitual actualmente y que los celulares lo hagan tiempo.

- *Implicaciones operativas*: Se debe el nuevo escenario de gestión de celulares, cambios de propietario de los celulares, ABM celulares, usuarios etc.
- *Implicaciones económicas*: Depende de si los equipos tienen capacidad de lectura P2P, actualmente poco probable, por lo que hay que asumir coste medio-alto
- *Implicaciones legales*: Se debe firmar los contratos con los usuarios.
- *Complejidad*: Es un sistema de complejidad variable en función de los lectores puedan no implementar el P2P con cambios de firmware exclusivamente o requiera el cambio de lectores.
- *Riesgos*: Es un modo de comunicación poco probado, especialmente en el transporte masivo.

### **ABT con celular NFC validando contra un tag (etiqueta NFC)**

Como último modelo de Sistema de Recaudo ABT está un modelo en el que "desaparece" el equipo de validación y se transforma en una etiqueta o TAG NFC.

El usuario acercará un celular NFC a esta etiqueta y generará un "mensaje" al sistema central de gestión ABT que registraría que etiqueta a leído (sabría en qué punto ha validado) la hora y localización de manera que podría luego tarificarle adecuadamente.

Implicaciones.

- *Implicaciones técnicas*: Hay que desarrollar un aplicación segura para el celular y un sistema central que gestione las comunicaciones masivas con los celulares y al mismo tiempo determine la validación realizada en base a las etiquetas leídas y el Sistema SAE del operador que le indicará a qué lugar, hora, vehículo, y línea estaba cuando validó el usuario.
- *Implicaciones operativas*: Se debe gestionar las incidencias accidentales o fraudulentas de usuarios que no permitan que lleguen las validaciones al Sistema Central y como el conductor sabrá que ha realizado la validación correctamente.
- *Implicaciones económicas*: Coste bajo de desarrollo software y de colocación de tags si se dispone de sistema SAE (Sistema de Ayuda a la Explotación).
- *Implicaciones legales*: Se debe firmar los contratos con los usuarios para establecer las responsabilidades claras.
- *Complejidad*: Es un sistema de complejidad media sobre todo porque requiere que los sistemas de transporte sepan con precisión donde estaba los vehículos en cada momento para tarificar adecuadamente.
- *Riesgos*: Hay riesgos de impago y riesgos de fraude (cortando las comunicaciones, emulando una aplicación falsa que le haga creer al conductor que si ha validado etc.).
- *otros factores*: Es un sistema se vuelve complejo cuando el acceso obliga a pasar un paso o barrera.

## TABLA RESUMEN DEL ANÁLISIS

En la tabla siguiente se han resumido los esfuerzos para su implementación, donde a mayor puntuación el sistema requiere más esfuerzos, valorando los plazos y la incomodidad para el usuario por separado para obtener finalmente una puntuación inversa de manera que *a menor puntuación se obtiene un mejor resultado*.

Implicaciones	Con Tarj. Transporte						Con tarj. Transporte Emulada		Soluciones sin tarjeta de transporte		
	Auto Top-Up		ABT Tar. Transporte			Auto Recarga	Tarj. Emulada sobre tarj. EMV y cobro en cuenta	Tarj. Emulada sobre celular NFC	ABT EMV	ABT NFC P2P	ABT Celular y tag NFC
	Inmediato	Diferido	Propietaria	Actual	Normalizada	Celular					
<b>Técnicas</b>	8	11	11	11	11	8	10	9	29	24	15
<b>Operativas</b>	7	6	8	8	8	11	2	11	8	16	16
<b>Económicas</b>	3	3	4	4	4	3	3	6	7	7	3
<b>Legales</b>	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2
<b>Complejidad</b>	5	10	10	10	10	7	6	17	17	12	11
<b>Riesgo</b>	7	1	13	5	5	2	6	7	12	9	8
<b>TOTAL ESFUERZO</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>48</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>51</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>55</b>
PLAZOS (meses)	6	12	12	12	12	6	12	24	18	12	12
INCOMODIDAD	5	5	5	5	5	10	5	10	5	5	5
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>50</b>	<b>65</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>48</b>	<b>45</b>	<b>85</b>	<b>98</b>	<b>87</b>	<b>72</b>

### Conclusiones

- Las soluciones mejor puntuadas son el *Auto-Top-Up*, la *Autorecarga con el celular* y la *tarjeta de transporte emulada sobre tarjeta EMV* y se recomienda lanzar primeramente estos proyectos (no son excluyentes).
- Alternativamente puede implementar el ABT con la tarjeta de transporte como "identificador" que no requiere depender de tarjetas externas ni sistemas propietarios, y luego adherirse, si existe al ABT con tarjetas normalizadas.
- La solución de celular NFC con tarjeta emulada es la siguiente en esfuerzo debido a la complejidad del ecosistema que hay que construir, y se puede lanzar siempre que todas las partes sepan que el proceso va a ser complejo y largo.
- Las soluciones ABT EMV, NFC P2P son las más costosas al requerir cambios hardware lo que incrementa los costes y los plazos y *se recomienda implementarlas cuando se vaya a acometer una renovación del sistema de recaudo, analizando detenidamente los costes en comisiones y los riesgos etc.*
- La solución ABT con celular y TAG es atractiva original pero no es recomendable al no resolver claramente la orden de apertura de barreras.

## **CAUSAS Y EFECTOS MÁS COMUNES EN LA FALTA DE SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE EN MÉXICO**

### **Fabio Arnaldo Sandoval Reséndez**

BIISMAY CONSULTORES ITS S.C (León, Estado de Guanajuato. México).

fabiosan25@hotmail.com

### **Jesús Ramón Uzcátegui Miranda**

SEMEX S.A. de C.V. (Monterrey, Estado de Nuevo León. México) / Fundación Seguros Caracas (Caracas, Estado Miranda. Venezuela) / Sociedad Venezolana de Ingenieros de Transporte y Vialidad (Caracas,

Distrito Capital. Venezuela).

uzcategui.miranda@gmail.com

## **RESUMEN**

Dando continuidad al trabajo expuesto en la edición número XIX del Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano (CLATPU Montevideo), que llevó por nombre "Sustentabilidad Organizacional de los Sistemas de Transporte Público Masivo en México", se presenta este material técnico de consulta, en el que se ahonda más acerca de las causas y efectos -y el análisis de algunos de ellos- que conllevan a una mala praxis en la implantación de proyectos de movilidad urbana en México. Para tal efecto, se exponen cuáles son los mecanismos de financiamiento de proyectos de transporte en México, como lo es el Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM), a partir del cual se generan apoyos a ciudades y áreas metropolitanas con más de 500mil habitantes, lo que implica que este apoyo este destinado a una cantidad muy pequeña de proyectos (en México hay solo 36 localidades con más de 500mil habitantes, según datos del INEGI 2010), dejando a un lado aquellas concentraciones urbanas de menor cantidad de población. En este sentido, se analizan cuáles son los retos en el País en materia de financiamiento, así como de factores que tienen relación directa con las inversiones y sostenibilidad de los proyectos, como lo son también los subsidios, así como la eminente necesidad de tecnologías para la gestión de los sistemas de transporte.

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día los problemas de movilidad afectan gravemente la competitividad y la calidad de vida en las principales ciudades de México. Diferentes diagnósticos que se han realizado en esta materia, de distintas fuentes confiables de investigación, concuerdan que esto se debe a diferentes factores, tales como: desarrollo urbano desordenado y sin planeación, el uso desmedido del auto particular que crece en el orden del 7% anual, calles congestionadas, la falta de infraestructura vial adecuada, los sistemas de transporte público actuales que son ineficientes catalogados como de mala calidad e inseguros y, el modelo "hombre-camión" que aún sigue prevaleciendo en la mayoría de las zonas urbanas y metropolitanas, entre otros factores.

Con miras de combatir estos problemas, se han realizado muchos esfuerzos en el país en los diferentes niveles de gobierno; sin embargo, pareciera que estos no están teniendo el efecto esperado, pues si bien hay proyectos en donde mejora el servicio de transporte público, los automovilistas no se bajan del vehículo particular a motor y la mayoría de los problemas prevalecen. Entonces, ¿Qué es lo que está pasando? En realidad esto puede estar siendo ocasionado por diversas causas, y una de ellas es que los sistemas de transporte público en México no están siendo sostenibles.

Por un lado, las tarifas de transporte no son suficientes para dar un servicio a la altura de lo que se espera, con una tarifa inadecuada, por lo que esto puede estar implicando la afectación en la economía de los usuarios -y también de los operadores- y políticamente es inviable; y por otro lado, los costos de operación del transporte crecen de manera no proporcional con respecto a la canasta básica, pues mientras que en el análisis de costos de los insumos del transporte público intervienen factores como la tasa de cambio en moneda extranjera y el precio de los combustibles, estos aumentan en mayor proporción que la inflación anual, lo que implica que un usuario tiene que invertir cada vez un porcentaje mayor de su sueldo para la transportación. Convirtiendo este tema en un círculo vicioso.

De igual manera, se ha podido observar que la inversión pública de parte del gobierno federal, en temas de movilidad urbana, se ha enfocado a ciudades con más de 500 mil habitantes, para proyectos generalmente asociados a transporte del tipo BRT. Con esto, se ha dejado a un lado aquellas concentraciones urbanas de menor cantidad de población, que de igual manera -y a veces más agudizado- presentan problemas de movilidad y

accesibilidad, siendo que además dependen de gobiernos locales con poca capacidad de inversión, bajo margen de maniobra para acuerdos políticos y no suelen ser lugares atractivos para la inversión privada en temas urbanos. Esto agrava el problema y con el tiempo, se convierten en casos que se atienden de manera reactiva y no planificada, a propósito de la situación de caos que se puede percibir y la propia presión social. Así mismo, se ha podido observar que el hecho de focalizar la inversión pública federal sólo a ciertos aspectos en los proyectos que se financian en las localidades, entre ellos parte de la infraestructura (mayormente sólo carril confinado si se trata de sistemas BRT, dejando a un lado el resto de la calzada y las aceras, entre otros aspectos de importancia) y el material rodante (casi siempre la flota que constituirá las rutas troncales, mas no alimentadoras ni colectoras).

Esta forma de orientar las inversiones de los proyectos, ha hecho que el componente tecnológico de a bordo y el de equipamiento vial quede sin financiamiento inicial, y deba ser asumido -sin subsidios- por parte del privado, sin mayor control ni regulación, lo cual pone en riesgo la efectividad del proyecto, conllevando en muchos casos al temprano fracaso, de los cuales hay innumerables experiencias en México. Entre los aspectos del componente tecnológico mayormente no considerado en la inversión federal está: sistema de recaudo, sistema de monitoreo y gestión de flota, sistema de ayuda a la explotación, sistema de semaforización, sistema de comunicaciones, entre otros de suma importancia.

En este trabajo se pretende realizar un análisis más detallado de cuáles son las razones por los que los sistemas de transporte no son sostenibles, así como el planteamiento de posibles acciones que pudieran llevarse a cabo para lograr revertir este problema y que sea más fácil lograr las mejoras esperadas para el transporte público, con el añadido de atraer más usuarios, que otorgue una verdadera sustentabilidad organizacional a los sistemas de transporte público masivo en México.

## **2. FORMAS DE INVERSIÓN EN TRANSPORTE PÚBLICO EN MÉXICO**

Los proyectos que se impulsan desde el nivel nacional tienen un incentivo que tiene origen en el Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM). Se pudiera decir que en estos casos el promotor es la Federación y junto con ellos, los gobiernos locales involucrados en la ciudad o área metropolitana donde se pretenden se ejecuten. En 2008 el Gobierno Federal crea el Fondo Nacional de Infraestructura



(FONADIN) mediante la figura del Fideicomiso (No. 1936), con la integración de los recursos del Fideicomiso de Apoyo al Rescate de Autopistas Concesionadas (FARAC) y el Fondo de Inversión en Infraestructura (FINFRA), más los flujos futuros que resultarían de la ejecución de los activos de dichas fiducias, con lo cual el monto hubiera podido llegar a ser del orden de casi 21,000 millones de dólares americanos (al cambio de agosto 2013). En 2009, el gobierno mexicano contrató dos créditos, uno con el *Clean Technology Found* por US\$200,000,000.00 y otro con el Banco Mundial por US\$150,000,000.00.

Con esto, el PROTRAM se crea para promover el desarrollo de proyectos de transporte masivo con los siguientes objetivos: i) Otorgar apoyos para realizar proyectos de infraestructura de transporte masivo con alta responsabilidad social, en sus diversas modalidades, que sean consistentes con Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable, en cofinanciamiento con las autoridades locales y propiciando la participación de la inversión privada; ii) Promover el fortalecimiento institucional de las autoridades locales en materia de planeación, regulación y administración de sistemas integrados de transporte público urbano, metropolitano y suburbano.

El objetivo del Programa son las ciudades con más de 500mil habitantes y los siguientes tipos de proyectos: Sistemas de Autobuses o Buses Rápidos Troncales "BRTs", Tranvías, Trenes Ligeros, Metros, Trenes Suburbanos, Terminales o Centro de Transferencia Intermodal. Los apoyos son recuperables y no recuperables, con destino a estudios, infraestructura, equipamientos y para la contratación de mecanismos financieros. En el caso de los apoyos No Recuperables se trata de Aportaciones (Estudios e Inversiones en Obra Pública) y Subvenciones y, en el de los Recuperables agrupa Financiamiento de Estudios, Mezzanine, Garantías (De crédito, Bursátiles, Desempeño y Riesgo Político) y Capital (directo e indirecto); en un rango que varía entre 15% y 75%.

El Programa incide en la regulación local, aunque no obliga a cambiarla, incurre en las reglas de operación que en síntesis son: i) Deberán contar con fuente de pago propia; ii) Proyectos en los que participen Entidades del Sector Privado; iii) Contar con el registro en la cartera de la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP); iv) Presentar flujos de efectivo proyectados insuficiente para brindar una rentabilidad razonable al inversionista privado; v) Contar con el estudio de Factibilidad que demuestre su viabilidad técnica, social y financiera, una vez hecha la aportación de la subvención; vi) Contar con la opinión favorable del Subcomité de Evaluación y Financiamiento; vii) El apoyo solicitado no deberá exceder el 50% de la inversión total del proyecto, salvo casos plenamente justificados, que deberán contar con la aprobación del Comité Técnico; viii) En su caso, el concesionario deberá aportar, como mínimo, el 20% de la inversión total del proyecto. En la práctica estas son precedidas por la integración del proyecto cumpliendo con el marco legal y normativo

que aplique, entre otras las de orden ambiental. La aportación privada es del 34%. También, la fuente de pago propia implica no subsidios, al menos en la operación de los servicios, pero ni los lineamientos ni las reglas indican procedimientos de verificación y tampoco dicen nada respecto a subsidios cruzados o entre empresas del mismo prestador de servicios. Es obvio que la participación de los privados y la idea de la fuente de pago propia van en el sentido de la rentabilidad financiera de los proyectos, pero sin incorporar el análisis de los efectos de la naturaleza económica de los mercados de transporte y menos los posibles efectos sociales y sobre el tamaño de la demanda por efecto de tarifas más altas para servicios de mayor calidad. En la práctica, ciertamente hay subsidios a la infraestructura dedicada al transporte público (carriles, paradas, terminales, etc.) que son pagados y construidos (a través de contratista, en la mayoría de los casos) por parte de los entes de gobierno.

Bajo este esquema de promoción federal conjunta con los gobiernos locales, en México hay algunos ejemplos que pueden ilustrar las limitaciones y posibilidades que en general se presentan para este tipo de proyectos. En Jalisco, Nuevo León y la Ciudad de México, principalmente, existe la idea de que creando organismos descentralizados con la figura de operadores, por sí mismos o mediante terceros, se da por sentado que se logra inmediatamente el objetivo de tener servicios sanos financieramente y operaciones eficientes, lo cual no necesariamente es así, sino más bien el efecto contrario. En la mayoría de los casos, falta mucha preparación previa, fortalecimiento institucional gerencial y aseguramiento del cambio de mentalidad de ser "hombre-camiión" a empresario del transporte. En las tres entidades antes nombradas, hay fallas de orden institucional-operacional: *Estado de Jalisco* con intentos de provisión directa a través de rutas de orden metropolitano con resultados poco favorecedores, al que se le suma un estancamiento en el ajuste de las tarifas las cuales no se indexan conforme a los índices inflaciones ni con ningún otro método técnico, sino más por decisiones netamente políticas que afectan de forma ineludible los servicios de estas rutas-empresas que se han promovido; *Estado de Nuevo León* con operadores empoderados (es la región donde más "empresarizados" lo están) que compiten entre ellos por el control de la primacía en cuanto a rutas y también prácticamente se "autogestionan" sin que los entes de gobierno local los puedan regular adecuadamente, ni siquiera para lograr la integración física, operacional y tarifaria que tanto hace falta en el Área Metropolitana de Monterrey, coexistiendo dos vertientes de desarrollo: el sistema asociado al STC Metrorrey (metro) y el derivado de la actuación de la Agencia Estatal de Transporte y sus órganos auxiliares, siendo el primero tan exitoso como cualquier otro de este tipo de proyectos en Latinoamérica por sus indicadores de productividad en los Transmetros que son los alimentadores superficiales del sistema y destaca porque se ha desarrollado sin grandes cambios en la legislación; *Ciudad de México* con muchos actores presentes e intereses que pueden ser susceptibles de tocar cuando se quiere reordenar, en los que si aplican los subsidios directos a la tarifa tanto en servicios

colectivos como masivos, pero desde el punto de vista organizacional de los entes de gobierno local son múltiples los órganos que participan y se observan muy bajos niveles de integración, a pesar de las buenas intenciones, las grandes inversiones y hasta los esfuerzos de orden legal, como la Ley de Movilidad publicada en 2014 para el Distrito Federal (entidad territorial que recientemente fue sustituida por el de la Ciudad de México). Y estas, por ser las entidades más importantes en el país, desde el punto de vista de población, tamaño y presupuesto, son las que más destacan, pero eso no quiere decir que estas situaciones, incluso más agravadas, no sucedan en el resto de la nación.

Un tratamiento aparte merece el caso de la ciudad de León en el Estado de Guanajuato, con poco más de 1.4mm de habitantes (INEGI 2010), en donde se implantó el primer sistema integrado de transporte de forma exitosa en el país, y muy resaltante además que haya sido un municipio y no una entidad estatal. Esto ha sido gracias a dos pilares: el activismo del gobierno local y el desarrollo propio de los prestadores del servicio. Este proceso tiene, desde el punto de vista organizacional y de competencias, dos hitos: la delegación de funciones por convenio (en 1995) y la municipalización del transporte vía decreto del Congreso de Guanajuato. Esto todo es comprobable, entendiendo y constatando la capacidad de transformación que ha tenido la ciudad a partir de organizaciones eficientes de gobierno y de operadores de transporte, migrando de sistemas convencionales a los considerados de nueva generación, sin llegar a ser ostentosos, a partir de la entrada en operación del sistema tronco alimentado "Optibús", como empresa dedicada al servicio, que ha superado las distintas administraciones de gobierno dándosele continuidad al proyecto y escalándolo, manteniendo procesos en todos los estadios de la operación misma y logrando sostener las fuentes de financiamiento con confianza en lo que se está haciendo, dando muestras de que lo invertido tiene sentido y resultados tangibles.

La promoción por parte de entes diferentes a gobierno, lo que han propiciado es mayormente la desregulación de los sistemas y sus consecuentes fallas en los servicios, en la integración y por ende, en la atención de los requerimientos de movilidad de las personas. Alguno que otro ejemplo pudiera destacarse y diferenciarse del resto, en ciudades como Monterrey, en Guadalajara y en México, pero no es lo más común.

### **3. RETOS DE SOSTENIBILIDAD EN LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE EN MÉXICO**

Son pocas las ciudades o zonas metropolitanas con más de 500 mil habitantes en el país. Los corredores urbanos susceptibles de implantar sistemas de transporte masivo son cada vez más difíciles de identificar, ya que difícilmente superan los 5400

pasajeros/hora/sentido de la capacidad mínima para sistemas de autobuses articulados tipo BRT.

Al existir apoyos federales para el transporte masivo y corredores con las demandas para estos sistemas masivos, hay rezagos en la operación del transporte urbano. Por ello la necesidad de atender aquellos con una demanda de entre 2000 y 5400 pasajeros/hora/sentido.

Se identifican como principales problemáticas establecer como base de la movilidad urbana al transporte público y su integración con modos no motorizados, que las autoridades cuenten con personal técnico especializado, que las empresas de transporte integren a los concesionarios individuales, que se modifique la operación de concesionarios individuales hacia concesiones para empresas o asociaciones de éstas, que permitan una rentabilidad conjunta, así como la implantación de corredores de capacidad media o pre-troncales y la incorporación de alternativas tecnológicas en gestión y operación de redes de transporte.

En muchas ciudades de México, los proyectos con financiamiento federal a través del PROTRAM, todavía son una asignatura pendiente. Por ahora, destacan los largos períodos de maduración y la orientación a la eficiencia financiera, sin medir los efectos sobre el gasto de los hogares o sobre la demanda en el mediano y largo plazo.

Debe forzarse la municipalización del transporte con asignación de recursos para ello (en México los municipios son poco fuertes presupuestalmente) y la creación de los binomios Municipio-Estado para concretar los proyectos, sin miramientos en las corrientes políticas de cada uno. Para ello, también, destaca la ausencia de participación activa por parte de la sociedad civil organizada, exigiendo servicios de eficiencia, lo cual debe irse gestando, para evitar que se pierdan oportunidades de poder hacer por razones políticas.

Dados los antecedentes presentados, es claro que los principios o limitantes para desarrollar cualquier propuesta son: las competencias y separación de competencias que asignan las constituciones locales a Estados y Municipios, la imposibilidad de crear órganos intermedios entre Municipios y Estado (suerte de órganos de gobierno metropolitano), las capacidades de financiamiento y las características dinámicas y heterogéneas del mercado de transporte público.

Si se parte de estas condicionantes y las experiencias en otras ciudades en el mundo, resulta claro que hay una mancuerna organizacional indispensable: la autoridad del transporte y el órgano de gestión. La forma que adquiera o mantenga la autoridad para dejar de ser la tradicional "Secretaría" o "Dirección" de transporte o como en

algunos casos como el Nuevo León, en el que existe una Agencia con participación ciudadana, que no necesariamente ha sido eficaz en el tiempo, incluso con margen de maniobra presupuestal.

El órgano de gestión del transporte, para ser sostenible, debe ser lo más simple que se pueda en su estructura organizacional y con funciones muy claramente establecidas, sin dejar de entender que debe atender multiplicidad de áreas para las modalidades de transporte que haya en esa entidad territorial respectiva. También, debe tener bastante autonomía en cuanto a jerarquía en los niveles de la estructura de gobierno a la que pertenezca, con suficiencia presupuestaria. El patrimonio y finanzas del órgano de gestión, se basan en el aporte inicial de activos y en los futuros flujos del sistema, además de tener la posibilidad de servirse de las rentas por encima del equilibrio competitivo, que generalmente favorece por completo a los operadores, como con el caso de los ingresos por publicidad en estaciones y en general, en la infraestructura dedicada.

Contemplando la experiencia en México y también en otras latitudes, el diseño de los órganos de gestión, al menos, debe contar con las siguientes premisas: i) Tener autonomía e independencia de gestión; ii) Organización con capacidades en al menos las áreas de gestión de la operación, comercialización, finanzas, atención a los usuarios, planeación y aspectos legales; iii) Mandatos claros y estables en cuanto a sus objetivos y políticas de operación, manejo de excedentes; iv) Mandatos claros y estables en materia tarifaria, que una vez establecidos la autoridad debe abstraerse de intervenir; v) Si es el caso, claridad y estabilidad en la política de subsidios; vi) Gobierno corporativo con participación de privados, ciudadanos y usuarios.

Los indicadores típicos del sector transporte que deben cuidarse para una gestión eficiente y sostenible, son los siguientes: accesibilidad física, accesibilidad económica, calidad técnica, calidad en la percepción de los usuarios, eficiencia en costo para el usuario, eficiencia en costo para la sociedad, eficiencia en costo fiscal, autonomía financiera de los usuarios, instituciones y gobernabilidad, eficiencia del sistema (IPK y % de transbordos).

Otro factor importante a considerar es la selección de tecnologías para mejorar la operación del servicio de transporte público y apoye a la sostenibilidad de los proyectos. En México, como en la mayoría de los países, existe un creciente interés en las nuevas tecnologías y en su implementación, a la par que se ha incrementado en el mercado la oferta de soluciones para gestionar la infraestructura de transporte y facilitar la información a los usuarios. Sin embargo, en ocasiones no existe el conocimiento técnico o información objetiva que permita a la autoridad seleccionar e implementar soluciones tecnológicas con éxito, lo cual ha repercutido en fallidas

implantaciones y en malas decisiones que no han sido acordes a las características de los proyectos, como el caso del sistema RUTA (Red Urbana de Transporte Articulado) de Puebla, en donde fue seleccionada una tecnología de recaudo que nunca funcionó de manera adecuada, hasta el grado que tuvo que ser sustituida, generando pérdidas importantes al Gobierno y a los transportistas, por mencionar alguno.

Es por ello, que es importante explorar e identificar cuáles han sido las razones principales que han dado lugar a una mala decisión en la selección e implementación de tecnologías de transporte, entre las cuales se encuentran:

- La diversidad en el mercado, con tecnologías que en apariencia son muy parecidas, pero en realidad tienen funcionalidades muy diferentes.
- Falta de mecanismos institucionales que maximicen el uso y aprovechamiento de la tecnología.
- Error en la estimación de beneficios, haciendo los proyectos insostenibles.
- Subestimación de las tecnologías como solución viable.
- Falta de financiamiento para la adquisición de tecnologías.
- Falta de apoyo técnico en los proyectos de tecnología.

En este sentido, los nuevos retos y desafíos para la implementación de tecnologías para el transporte público en México se deben enfocar a disponer de mecanismos y estrategias que le permitan a la autoridad implementar con éxito este tipo de tecnologías, así como, el reconocer a las tecnologías de transporte como una de las herramientas de mayor relevancia para solucionar los problemas de movilidad, facilitando el financiamiento y viabilidad de su implementación.

Finalmente, un área poco explorada en México es el tema de los subsidios al transporte público. Alguno de los motivos por los que es importante que se revise el tema de los subsidios son: i) la función social, que busca garantizar el acceso de todos los ciudadanos al transporte, y ii) fomentar el uso del transporte público por sobre otros medios considerados menos eficientes en términos de beneficio público, por ejemplo el automóvil, y ocuparse indirectamente de los problemas que generan, como ruido, contaminación y tráfico. Actualmente en el país hay pocos sistemas de transporte público que son subsidiados, tal es el caso del Metro de la ciudad de México, donde el costo del pasaje es muy bajo para el usuario (27 centavos de dólar USD); en el año 2016 el sistema de Metro requirió un subsidio del 57.7%. En el resto del país, la mayoría de los sistemas de transporte se financian 100% por el cobro de la tarifa, misma que

por lo general es insuficiente para lograr los cambios y mejoras que requieren los sistemas de transporte para ofrecer un servicio que sea atractivo para la ciudadanía.

#### **4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

López, M. (2013). *Provisión Óptima y Regulación por Incentivos, Principios de Política Pública para Servicios de Transporte Público en Gobiernos Sub Nacionales*. Monterrey, México.

Salgado, M. (2014). *Alternativas de Transporte Público para la Movilidad y el Desarrollo Sostenible en Ciudades*. Ciudad de México, México.

## **TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: EJES PARA DESARROLLAR LA MOVILIDAD SOSTENIBLE**

### **Mg. Mónica Alvarado**

Municipalidad de Rosario, Rosario, Santa Fe, Argentina  
malvara0@rosario.gov.ar

### **Mg. Andrea Magnani**

Ente de la Movilidad, Rosario, Santa Fe, Argentina  
amagnan0@rosario.gov.ar

### **AUS Esteban Morales**

Ente de la Movilidad, Rosario, Santa Fe, Argentina  
emorale0@rosario.gov.ar

## **RESUMEN**

Innovar es introducir cambios que incluyan una novedad, es una actitud pero también una necesidad ante los nuevos desafíos que proponen las ciudades. En nuestra Ciudad, planteamos una innovación que introduzca tecnologías limpias para desarrollar una movilidad sostenible. La base de nuestra planificación se central en la inclusión de dispositivos GPS en todas las unidades, lo que permite trabajar tres ejes centrales: monitoreo en tiempo real, información dinámica al usuario y la disponibilidad de los datos para usos múltiples; como las aplicaciones móviles, tan en auge en estos últimos tiempos. También repasaremos la tecnología a bordo de las unidades de transporte público, que incluyen las validadoras para el sistema de pago, pero además se amplían adaptándose a una ciudadanía que exige cada vez más claridad y celeridad en la información.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Datos de la Ciudad y el Ente de la Movilidad**

El municipio de Rosario está ubicado en la zona sur de la provincia de Santa Fe y es la cabecera del departamento homónimo. Cuenta con una extensión de 178,69 km<sup>2</sup> de las cuales la superficie urbanizada es de 120,37 km<sup>2</sup>. Según datos del último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, cuenta con una población de 948.312 personas. En lo que refiere al TUP, en la ciudad funcionan 43 líneas de las



cuales 16 tienen ramales. El sistema cuenta con una serie de carriles exclusivos y los recorridos abarcan los seis distritos, brindando una amplia cobertura. Se efectúan alrededor de 500.000 viajes por día, en su mayoría mediante tarjeta sin contacto.

El EMR es un organismo autárquico descentralizado administrativa y financieramente que tiene bajo su competencia la movilidad urbana en todos sus modos. Desde su creación, en el 2004, mantiene su objetivo de ser un organismo con alto perfil técnico. El Ente tiene a su cargo la implementación de nuevas tecnologías, y en ese marco, se creó en hacia fines del 2009 el Centro de Monitoreo de la Movilidad (CMM), el cual fue evolucionando hasta convertirse en el actual Centro Integrado de Operaciones Rosario (CIOR), el cual mencionaremos más adelante.

## **2. SEGUIMIENTO SATELITAL**

### **2.1 GPS en todas las unidades**

En nuestra Ciudad, podemos identificar el comienzo de la aplicación de *nuevas tecnologías* en materia de movilidad con el arribo de los *dispositivos GPS* para todas las unidades de transporte público, sumado a la *georreferenciación* de las paradas de transporte durante el año 2009.

De manera progresiva, se equiparon también a los más de 4.000 taxis que prestan servicio en la Ciudad y a todas las unidades propiedad del Municipio: grúas, camionetas, automóviles y motocicletas. A su vez, las concesiones correspondientes a servicios, fueron también añadiendo esta tecnología, como los camiones recolectores de desechos, ambulancias, cuadrillas de mantenimiento de semáforos, etc.

Este soporte ofrece la posibilidad de focalizarse en tres ejes principales: el *monitoreo*, la *información dinámica* a los usuarios y el soporte para alimentar otras aplicaciones bajo estándares de *datos abiertos*.

### **2.2 Control mediante monitoreo y generación de informes**

En la actualidad, los centros de monitoreo para el servicio de transporte público y otros aspectos de la movilidad son indispensables para lograr los objetivos trazados en las ciudades modernas. En Rosario, este tipo de actividades se llevan adelante en el Centro Integrado de Operaciones (CIOR), el cual busca además coordinar la fiscalización del servicio junto con la atención de reclamos, las consultas de los ciudadanos y las áreas operativas que brindan respuesta en la calle. Se llevan adelante acciones que

corresponden al monitoreo, la atención al ciudadano, la difusión, la gestión de la información y el despacho.

El monitoreo de los coches se realiza de manera constante, tanto para los más de 700 buses como para los 4.000 taxis. Los datos se almacenan en servidores, lo que permite acceder a la información a través de reportes e informes de todo tipo, ya sea gráficos como en tablas que concentran datos e indicadores.

En el CIOR, a través del número único de atención 147, se atienden las temáticas correspondientes a: transporte urbano de pasajeros, tránsito, transportes escolares y especiales, alumbrado público, taxis y remises, semáforos, estacionamiento medido y señalización vial.

### **2.3 Información dinámica al ciudadano**

Una de las principales herramientas derivadas del seguimiento vehicular –y la más visible para el ciudadano- es la implementación de información dinámica, en tiempo real. Gestionados desde el EMR surgieron los primeros proyectos asociados a esta iniciativa innovadora:

*Cuándo llega:* fue el primer sistema del país para calcular el arribo de la próxima unidad a la parada, puesto a disposición de los ciudadanos a través del municipio y para todas las líneas de transporte. En un comienzo se implementó a través de SMS y sitio web, con el paso del tiempo se añadió la posibilidad de consultar a través formas innovadoras como las aplicaciones móviles y la difundida aplicación de mensajería whatsapp. La modalidad más utilizada es la aplicación para teléfonos celulares Android, la cual sumada al resto de las fuentes (sitios web, aplicaciones móviles para iOS, IVR, whatsapp, puestos de autoconsulta, paradas inteligentes y SMS) nos da la sorprendente cifra de 10 millones de consultas por mes.

*Paradas inteligentes:* A partir del servicio cuando llega se instalaron cientos de pantallas dinámicas LED en las paradas más importantes de la ciudad, como así también en centros educativos y de salud. Muestran la información del arribo de las próximas unidades de todas las líneas asociadas a esa parada. Con la inclusión del metrobús se migró a un gabinete de mayor tamaño, con pantalla gigante de alta definición, permitiendo mostrar mayor cantidad y calidad de información.

*Puestos de autoconsulta:* desarrollados para facilitar las consultas a los usuarios, se instalaron en diversos sitios, brindando una interface rápida e intuitiva para conocer líneas, recorridos, cuadro tarifario, cómo llego, cuándo llega y otros servicios.

*Puntos de conexión:* paradas de alta demanda, donde convergen distintas líneas principales. Estos puntos son equipados con la máxima tecnología, siendo dotados como paradas inteligentes, cámaras de video vigilancia y cargadores USB para dispositivos electrónicos a disposición de los usuarios.

## **2.4 El momento de las aplicaciones (app)**

Con el uso de tecnologías modernas, bajo estándares de datos abiertos que permiten exportar y compartir la información originada en distintos sistemas; se facilita la integración de los datos hacia los usuarios. De esa manera, consultando una solo aplicación móvil (app), el ciudadano accede a las últimas novedades sobre cortes de calles, el tiempo de arribo de una unidad de transporte o datos sobre la congestión en las estaciones del sistema de bicicletas públicas.

Desde el municipio, se promueve el uso de app para celulares, tanto con el sistema operativo Android como para IOs de la compañía Apple. Son las siguientes:

*Aplicación MOVI:* incluye toda la información referida a movilidad con una interface moderna y personalizable. Dentro del menú principal, se puede acceder a: ¿cuándo llega?, ¿cómo llego? y ¿cuánto tengo? Tres de los apartados más solicitados, que informan sobre el arribo de la próxima unidad, qué línea de transporte tomar para ir de un sitio al otro y movimientos y saldos correspondientes a la tarjeta sin contacto (MOVI). Todos ellos con la posibilidad de predeterminedar consultas y guardar favoritos. Además, los apartados incluyen las últimas novedades sobre: recorridos, cortes de calles, tarifas, franquicias, estacionamiento medido, taxis y bicicletas públicas. En lo que respecta a servicios, cuenta con la posibilidad de personalizar la tarjeta MOVI sin necesidad de trámites presenciales.

*Aplicación Movi Virtual* es un novedoso sistema que permite el pago del pasaje de transporte público a través de la misma aplicación. El usuario debe registrarse y luego cargar saldo a través de los puntos de recarga distribuidos en la ciudad. Luego, al subir al coche, interactúa con un dispositivo bluetooth (beacon) que identifica a la unidad, permitiéndole cancelar su pasaje mediante el saldo almacenado. El comprobante digital es almacenado para control del chofer y del mismo usuario. Existe la posibilidad de transferir saldo de una cuenta a otra o de una cuenta virtual a la tarjeta física. El sistema se encuentra en modo de prueba.

*Aplicación Movi Taxi* es una novedosa aplicación para solicitar un móvil, interactuando con la posición del usuario y de la misma unidad. Los taxistas se logean desde la misma app, permitiendo identificarlos y validarlos contra la base de datos de choferes habilitados.

*Aplicación Movi Joven* es una forma de llegar a los jóvenes de entre 13 y 30 años de edad. Se trata de un sistema de scoring donde los puntos se consiguen mediante buenas prácticas relacionadas a la movilidad y la asistencia a determinados eventos de la agenda cultural y deportiva. Se implementa, al igual que Movi Virtual, a través de dispositivos beacon. Se nutre de la información recabada en otros sistemas, obteniendo los datos de recargas de tarjeta MOVI y uso del sistema de bicicletas públicas.

Los datos además, son puestos a disposición en la web de datos abiertos de la Municipalidad de Rosario, pionera en abrir la información para beneficio de los ciudadanos.

### **3 SISTEMA DE PAGO**

#### **3.1 Tecnología a bordo de las unidades**

Respecto a la tecnología a bordo de las unidades, en sus inicios tan solo utilizada para el cobro del pasaje, las llamadas "canceladoras" de viajes han evolucionado hasta transformarse en una *completa computadora que concentra una amplia gama de funcionalidades*. Además de operar con la tarjeta sin contacto de la ciudad (MOVI), las validadoras incluyen monedera, impresora térmica de tickets, GPS, controlador de bandera LED y una serie de dispositivos abordo para informar a los pasajeros: pantalla de alta definición y sistema de audio, que incluye mensajes sonoros anunciando la próxima parada. Muchos coches están equipados también con tres cámaras de video vigilancia que almacenan las imágenes en alta definición y tienen la capacidad de ser accedidas a través de internet, en tiempo real.

Actualmente contamos con tres modelos distintos de canceladoras, todas compatibles entre sí, probadas bajo protocolos de interoperabilidad. Las funcionalidades hacia el pasajero son las mismas en todos los casos.

#### **3.2 La tarjeta MOVI**

Respecto a la *tarjeta MOVI*, fue la primera solución en América Latina llevada a cabo con la tecnología *Mifare Desfire EV1*, la más alta tecnología utilizada en el Mundo para el pago de transporte público.

El equipamiento incluía los dispositivos POS para recarga (ubicados hoy en más de 700 comercios), lectores PC para los centros de atención (10 en total) y lectores industriales

que se utilizan en tótems y otros desarrollos para mobiliario urbano (como los ubicados en puntos de conexión).

Tanto los parquímetros como las estaciones del sistema de bicicletas públicas utilizan como medio de pago la tarjeta MOVI. Se dispone de un monedero único, con el que el ciudadano puede abonar cualquiera de estos servicios, además del ingreso a determinados predios municipales como las piletas públicas o los polideportivos.

## **4 DESAFÍOS**

### **4.1 El futuro próximo**

A corto plazo nos encontramos con desafíos que nos permitirán innovar con desarrollos de última tecnología. Se destacan principalmente tres casos:

*Desanclaje de bicicletas a través de aplicación móvil:* Trabajamos en el desarrollo de una aplicación que permita interactuar con las estaciones de bicis, reemplazando el actual medio de pago, logrando tanto la identificación del usuario como la cancelación de abonos diarios, mensuales y anuales.

Plataforma Única de Movilidad (PUM): software íntegramente desarrollado desde el EMR con el objetivo de concentrar toda la información relacionada con transporte urbano, taxis, semáforos, bicicletas públicas y otras fuentes. La plataforma contempla el análisis de datos, la generación de reportes y herramientas para facilitar la planificación.

# **IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE FROTA DE VEÍCULOS LEVES PARA AS ORGANIZAÇÕES**

**OCAOA DOS SANTOS AMORIM<sup>1</sup>**  
**IVO ALMEIDA COSTA<sup>2</sup>**  
**MARCELO PEREIRA ALMEIDA<sup>3</sup>**  
**ANDRÉ LUÍS DE OLIVEIRA CAVAINAC<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Discente de Engenharia de Produção

<sup>2</sup>Docente Me. em Transporte

<sup>3</sup>Mestre em Transporte

<sup>4</sup>Docente Me. em Ciências dos Materiais

andreluiscavaignac@gmail.com

## **1. INTRODUÇÃO**

Com o aumento da globalização econômica e comercial durante a primeira década do século XXI, devido em grande parte à quebra de barreiras comerciais e liberalização de mercados, a competitividade surge junto das empresas como um fator de diferenciação e se faz necessária a procedimentação e gestão estratégica de setores chaves para sua atividade, como é o caso do setor de manutenção de empresas de transportes ou que possuem uma frota considerável de veículos leves e/ou utilitários. A manutenção veicular é de suma importância para a organização e tem uma expressão muito significativa dentro desta. Os recursos gastos em manutenção têm uma dimensão pouco explicitada e percebida, no entanto a sua influência nos restantes processos é essencial e decisiva.

Segundo Seeling (2000) quando a gestão da manutenção não é feita de forma adequada além de absorver demasiados recursos à organização, pode agravar os problemas existentes que afetam os processos de produção, o que se traduz em custos que tratados antecipadamente poderiam ser reduzidos ou mesmo evitados.

Este trabalho tem como objetivo mostrar a importância da gestão de manutenção de frota nas empresas, com o enfoque estratégico para o aumento de produtividade, competitividade e destaque no mercado, através da diminuição de prejuízos com quebras de veículos e compra de peças desnecessárias por falta de planejamento na manutenção.

## **2. METODOLOGIA**

A pesquisa bibliográfica e estudo de caso na empresa estudada foram realizados na cidade de Imperatriz-MA, sendo a segunda cidade mais populosa do Maranhão, com 253.873 habitantes, situando-se na divisa com o estado do Tocantins com o Distrito Federal.

A pesquisa bibliográfica foi usada para o levantamento dos dados primários de alta relevância, a pesquisa documental para buscar informações secundárias, necessária para a fundamentação teórica.

A segunda parte da pesquisa consistiu em um estudo de caso no setor de manutenção de frota de uma empresa de locações de veículos leves e pesados, com e sem motorista na cidade de Imperatriz – MA com o objetivo de, a partir da coleta de dados e verificação in loco, verificar o nível de importância dado pela empresa no planejamento da manutenção de seus veículos leves, apontar na prática através de indicadores de desempenho quais as consequências internas e externas sofridas pela empresa, bem como avaliar se o processo de manutenção utilizado pela empresa atinge os parâmetros ideais de disponibilidade em relação às demais metodologias da manutenção existentes e mais utilizadas pelo mercado ao qual seu segmento está inserido.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Melo e Salles (2007) afirmam ao longo de seu trabalho que a introdução das Manutenções Planejadas Preventiva e Preditiva marcam o desempenho estratégico da função manutenção e mostra as amplas possibilidades que a Manutenção Preditiva oferece as organizações, principalmente pelas vantagens econômicas de diminuir os custos de manutenção, diminuir os lucros cessantes por evitar paradas inesperadas e, além disso, aumentar a vida útil do equipamento, veículo e maquinário, normalmente de custo apreciável.

Para Feldens et al. (2010), a administração eficiente dos ativos fixos de uma organização, como a manutenção e reposição de componentes, está entre os principais aspectos capazes de assegurar posição consolidada no mercado. Em empresas do setor frotista, uma administração eficiente destes ativos está vinculada a uma política bem estruturada de avaliação e substituição de frota.

As atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e das instalações, seja ela causada por desgaste natural ao longo do tempo ou pelo seu uso. Para Kardec e Xavier (2010) atualmente, o objetivo da Manutenção é assegurar que a Confiabilidade e a Disponibilidade da função dos equipamentos e instalações atendam a um processo de produção ou serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custo adequados para a operação.

### **4. RESULTADOS**

No ano de 2015 a empresa estudada possuía um quadro de funcionários de 52 pessoas e um volume de negócios previsto de aproximadamente R\$ 1.740.000,00 por ano. O Departamento de Manutenção desta empresa é de suma importância para o processo,

tendo em vista que para que seja prestado um bom serviço, os veículos devem atender os padrões mínimos de confiabilidade e disponibilidade. Este departamento é responsável pela definição e execução de todas as ações de manutenção.

O valor encontrado indica que no ano de 2015, os custos com manutenção dos seis veículos estudados representaram 18,80 % do faturamento bruto total do ano. Utilizando o mesmo padrão e metodologia (Custo de manutenção, por faturamento), pode-se obter o valor de representatividade do custo de manutenção em relação ao faturamento mês a mês. O valor encontrado indica que no mês de janeiro de 2015, os custos com manutenção dos seis veículos estudados representaram 6,97 % do faturamento bruto.

Contudo, quando é feita uma análise do custo mensal da empresa com manutenção observa-se que no mês de agosto gastou-se 40,77%, e novembro 38,12% em relação ao valor médio estipulado (6,97%). Na análise feita por tipo de veículo demonstrou que o modelo caminhonete consumiu 67,68% do custo com manutenção mensal. De todos os veículos este foi o valor mais alto, superando a média que é de aproximadamente 25%.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diferentemente do que se observaram nas primeiras gerações da manutenção, esta deixou de ser encarada por muitas organizações como atividade secundária geradora de despesas, onde era característico apenas solucionar os contratempos operacionais advindos da manutenção durante o processo, passando a se constituir numa atividade de extrema relevância, em que é gerada receita a medida em que se evitam gastos através do planejamento. Com base nisto, a visão da manutenção como atividade de alta influência dos resultados da organização deve ser evidenciada em todas as empresas que buscam focar objetivos estratégicos no seu negócio de atuação.

É fundamental o uso de sistemas de informação no processo de manutenção, o uso de um *software* de gestão da manutenção ajuda a realizar um planejamento mais assertivo, além de maior controle sobre as atividades feitas e disponibilidades dos veículos da frota monitorada.

A manutenção de veículos consiste em manter ao máximo a frota em boas condições, de forma que sua imobilização seja mínima e dentro dos parâmetros econômicos aceitáveis. Infelizmente, muitas empresas ainda consideram a manutenção de sua frota como um item não produtivo e o coloca em segundo plano, com a intenção errônea de diminuir custos, criando uma ilusão a curto prazo de economia e resultado, porém a longo prazo os custos voltam a subir a partir do instante em que os reparos ora ignorados, começam a aparecer.



## REFERÊNCIAS

FELDENS, A. G. et al. Política para Avaliação e Substituição de Frota por Meio da adoção de Modelo Multicritério. 2010.

KARDEC, A.; XAVIER, J. A. N. Manutenção Função Estratégica: 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2010.

MELO, A. L.; SALLES, V. E. P. Manutenção Preventiva: Segurança e Produção, Priorizações da Indústria e da Aeronáutica. 2009. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos, Campos dos Goytacases, 2007.

SEELING, M. X. Desenvolvimento de um sistema de gestão da manutenção em uma empresa de alimentos do Rio Grande do Sul. 2000. 175f. Dissertação de Pós-Graduação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

# **RUPTURAS NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE TRANSPORTE URBANO DE SALVADOR: ANÁLISE DA EXCLUSÃO E DESCONEXÃO DOS MODOS DE DESLOCAMENTO NA CIDADE.**

**Rodrigo Rodrigues Coutinho de Carvalho Macêdo**

Departamento de Transportes, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, Bahia, Brasil rrcm@hotmail.com

**Ilce Marília Dantas Pinto**

Departamento de Transportes, Escola Politécnica Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, Bahia, Brasil, ilce\_marilia@hotmail.com

**Juan Pedro Moreno Delgado**

Departamento de Transportes, Escola Politécnica Universidade Federal da Bahia–UFBA, Salvador, Bahia, Brasil, jpyupi@yahoo.com.br

## **RESUMO**

Este artigo tem como principal objetivo estudar os modos de deslocamento que podem melhorar a qualidade e eficiência de uma rede integrada de transporte urbano para a cidade de Salvador, Bahia, Brasil. A metodologia adotada nesse trabalho foi desenvolver uma análise baseada nos Planos Diretores da Cidade, no Plano de Mobilidade Urbana, e nos aspectos relacionados as ruptura transformações e permanências do transporte público de Salvador. Conclui-se que a falta de visão conjunta entre o planejamento urbano e o planejamento da mobilidade é o principal risco para a ineficiência do sistema de transporte da cidade. A construção de um Plano Integrado de Desenvolvimento Urbano e de Mobilidade é o grande desafio.

## **INTRODUÇÃO**

A história dos transportes públicos e urbanos de Salvador teve origem em meados do século XIX. A capital baiana possui vários meios de deslocamento em sua malha urbana e estes, mesmo sendo muito importantes para a população e seus bairros, não são incluídos ou conectados no sistema de integração de transporte atual.

Segundo Ministério das Cidades (2015), o transporte é um importante instrumento de direcionamento do desenvolvimento urbano das cidades. Uma mobilidade urbana

bem delineada, com sistemas unificados e sustentáveis, garante o acesso dos cidadãos às cidades e proporciona qualidade de vida e desenvolvimento econômico.

O Relatório Geral de Mobilidade Urbana de 2013, da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), indica que nos municípios com uma população acima de um milhão de habitantes, do total de viagens realizadas, 40% são realizadas a pé ou por bicicleta, 31,0% por transporte individual motorizado e 29,0% pelo transporte público (ANTP 2013).

O município de Salvador possui atualmente 2,9 milhões de habitantes, sendo a quinta região metropolitana e quarta capital do país em população (IBGE 2017). Ao todo, por dia, na cidade, são feitas 4,457 milhões de viagens considerando todos os modos existentes hoje na capital, sendo 40% através dos ônibus do sistema de transporte público coletivo, 22% com transporte individual (carros próprios) e 38% representa a soma dos transportes não motorizados, como as caminhadas (35%), as bicicletas e outros modos.

Atualmente, o sistema de transporte urbano de Salvador ganhou a implantação de duas linhas de metrô e com a integração ônibus/metrô visando à melhoria da mobilidade dos usuários do transporte. Vale ressaltar que esta integração intermodal ainda apresenta rupturas de conectividade, devido à falta de visão integrada entre o planejamento urbano e o planejamento da mobilidade, à falta de integração institucional (superposição da gestão municipal e estadual) e, a fatores econômicos e culturais.

É papel do poder público oferecer serviços de transporte garantindo ao cidadão o atendimento de suas necessidades de deslocamento, assim como fazer valer seu direito de escolha à mobilidade de acesso à cidade com soluções que acolham as solicitações da população soteropolitana. É necessário que as autoridades entrem em consenso para esta finalidade.

Este artigo tem como principal objetivo identificar e estudar os diversos modos de deslocamento que poderiam fazer parte do sistema de integração de mobilidade urbana de Salvador, visando analisar as alternativas de integração intermodal para a melhoria da eficiência do sistema de transporte público da cidade e responder quais são as barreiras sejam elas política, econômica, cultural dentre outras que impedem essa integração. Esta análise foi baseada nos objetivos e diretrizes dos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbanos de Salvador (PDDU), no Plano de Mobilidade Urbana (PLAMOB SSA), na Lei de Ocupação e Uso do Solo (LOUS) e outras referências teóricas sobre o assunto.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. PLANOS E PLANEJAMENTO**

Antes de discorrer sobre os planos diretores e demais planos que regem a política urbana da cidade, é necessário abordar as definições seguintes: planejamento, projetos e riscos de execução. Para Oliveira (2004), planejamento incide em assimilação, análises estruturação, coordenação de missão, propósitos, objetivos, desafios, metas, estratégias, políticas internas e externas, programas, projetos e atividades, a fim de alcançar de modo mais eficiente, eficaz, efetivo o máximo do desenvolvimento possível, com a melhor concentração de esforços e recursos. Os projetos, por sua vez, são os instrumentos pelos quais são incrementadas as medidas previstas, no médio prazo, no plano de gestão (CNJ, 2008). Para qualquer ideia que deve ser executada os riscos de um planejamento devem ser avaliados.

Segundo PMBOK (2013) o risco do projeto é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo na execução do mesmo. Eles são variados. É necessário avaliar estes riscos no planejamento de um plano diretor, por exemplo.

Fontes (2012), afirma que Plano é o estudo elaborado par atender as necessidades da população e a execução deste planejamento reflete na organização dos espaços. O planejamento de mobilidade urbana deve atender positivamente às necessidades de deslocamento das pessoas sejam para trabalho, estudos, saúde, entretenimento e relações econômicas.

### **2.2. OS PLANOS DIRETORES DE SALVADOR**

#### **2.2.1 EPUCS**

Os planos diretores de Salvador tiveram inicio a partir do primeiro plano de urbanismo desenvolvido para a cidade. Este plano, EPUCS (Escritório do Plano de Urbanismo da Cidade de Salvador), teve uma importância primordial para a cidade, pois tinha por objetivo "*corrigir os defeitos da cidade*", ou seja, lhe projetar o desenvolvimento que deveria ter, antes de tudo, motivo de perscrutação do passado, visando identificar, através de investigação histórica e científica, os fatores que influíram na sua evolução. A proposta de trabalho previa um sistema de circulação integrado, no qual se articulariam duas redes de avenidas – uma para o tráfego mais lento, de acesso aos bairros, e que seria implantada nas partes mais altas, interligadas por viadutos, e outra, a ser construída nos vales, através de avenidas. Em Salvador, atualmente, podem ser considerados exemplos deste tipo de avenida as avenidas Vale do Canela e a da Avenida Centenário (Fundação Mário Leal Ferreira, 2016). O EPUCS foi uma tentativa de resolver o problema de circulação compatibilizando um sistema de hierarquização viária (sistema estrutural de circulação) com o relevo da cidade.

### 2.2.2 EUST E PLANDURB

Na década de 70, diferente do contexto anterior, a cidade se encontrava na era de crescimento econômico acelerado, devido ao avanço das atividades industriais e comerciais como também às más condições oferecidas nas zonas rurais, gerando um processo acelerado de urbanização e metropolização. Nesse período, foram desenvolvidos para Salvador dois planos de desenvolvimento urbano: o PLANDURB, (Plano de Desenvolvimento Urbano da Cidade do Salvador) e o EUST (Estudo de Uso do Solo e Transportes da Região Metropolitana de Salvador).

O PLANDURB 1975 teve o papel de traçar objetivos, metodologia e diagnóstico dos aspectos da cidade, a fim de detalhar os seus espaços e propor alternativas concretas para planejar o espaço urbano-metropolitano de Salvador e sua Região Metropolitana, numa perspectiva ambiental e sistêmica. Enquanto a EUST, propôs um modelo de organização espacial integrando a localização da população às atividades terciárias surgindo uma nova área central de caráter regional ao norte de Salvador, um novo complexo regional de empregos próximo ao Terminal Rodoviário e ao Shopping Center Iguatemi, além de uma série de pequenos centros dentro da cidade. (Fernandes, 2003, apud Fontes, 2012).

Com o crescimento econômico e populacional na época, a cidade precisava crescer e se expandir ao longo de seu território, dando consequência a três vetores de expansão urbana: o primeiro deles, a abertura da BR 324 sentido Salvador- Feira de Santana; outro sentido via Itaparica, Ferry Boat, Salvador-Valença e o terceiro sentido, com a construção da Avenida Paralela, Estrada do Côco e Linha Verde, Salvador-litoral Norte, em direção ao estado de Sergipe.

As avenidas de vale, juntamente com as citadas anteriormente, criaram novas centralidades, como centro, subúrbio, "miolo" e orla, conforme a representação da figura 01, ou seja, a construção das vias permitiu a ligação dos bairros do subúrbio a bairros tradicionais da cidade, como também a criação de loteamentos urbanos.

Segundo Fontes (2012), o sistema estrutural de circulação apoiado nas avenidas de Vale, a partir dos anos 60 e 70, propiciou condições de acessibilidade para espaços até então considerado inacessíveis, ampliando as possibilidades de aproveitamento dos terrenos localizados em cotas mais baixas e invertendo a tendência histórica de ocupação do sítio, já que em primeiro estágio privilegiou as cotas mais altas, ou seja, os topos planos dos morros que constituem o relevo da cidade.

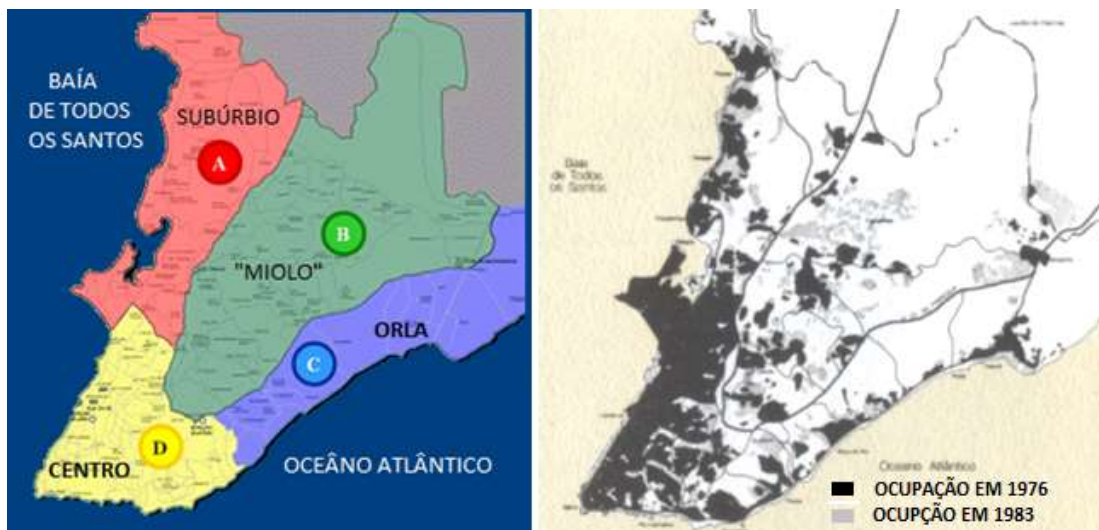


Figura 01 e 02 – Mapa com as centralidades de Salvador e a cidade de Salvador em 1976/1983.  
 Fonte: Fonte: Mobsalvador adaptado pelo autor.. Arquivos SEPLAM/PMS apud Fontes, 2012.

### 2.2.3 PDDU 1985-2016

Nesse período foram desenvolvidos três planos de desenvolvimento urbano e, em relação ao sistema viário, vale destacar:

- **PDDU 1985** - propunha novas pistas do sistema viário de Salvador, como por exemplo, a Ligação Av. Mário Leal Ferreira/Av. Vasco da Gama, Av. Vale do Saboeiro;
- **PDDU 2004** - buscava integrar os diversos espaços urbanos, proporcionando uma melhor acessibilidade às diferentes regiões da cidade e, principalmente, às áreas de concentração de comércio e serviços, através de uma rede viária multimodal e na estruturação de uma rede integrada de transporte coletivo de passageiros, ampliando a acessibilidade espacial desse sistema, através da racionalização de suas diferentes linhas, adequação da oferta e integração física e tarifária entre os subsistemas (Fontes 2012);
- **PDDU 2007/2008** – Esta lei sugere que os equipamentos como, por exemplo, terminais de embarque e desembarque, espaços públicos, estacionamentos, estações de transbordo, plano inclinado ou periférico, hidro portos ou aeroportos sejam interligados, fazendo uma conexão entre eles adequada à acessibilidade a estes equipamentos, reduzindo o tempo, oferecendo conforto e segurança ao utente.

O PDDU 2016 de Salvador faz uma integração com o Plano Salvador 500, que trata-se de um plano estratégico de desenvolvimento da cidade, com o horizonte até 2049. O PDDU incorpora as diretrizes e estratégias de desenvolvimento socioeconômico, cultural e urbano-ambiental institucionalizadas no Plano Salvador 500, além de envolver o contexto de Planejamento Metropolitano e os Planos dos demais municípios da Região Metropolitana de Salvador (PDDU, 2016).

Com relação à Política Urbana do Município e à mobilidade urbana, são os objetivos do mesmo: i) expandir as redes de transporte coletivo de alta e média capacidade e priorizar os modos não motorizados, racionalizando o uso de automóvel; ii) reduzir a necessidade de deslocamento, equilibrando a relação entre os locais de emprego e de moradia, estimulando novas centralidades e requalificando as existentes; e iii) estimular o crescimento urbano nas áreas subutilizadas, dotadas de infraestrutura e no entorno da rede de transporte coletivo de alta e média capacidade. As diretrizes têm a intenção de expandir a rede de transporte de média e alta capacidade, consolidando a poli centralidade urbana, valorizando os centros já instalados e com infraestrutura, gerando oportunidade para a criação de novas centralidades e promovendo a articulação entre elas.

### **3. ANÁLISE DA RUPTURA, DAS MUDANÇAS E PERMANÊNCIAS DOS SISTEMAS DE TRANSPORTES PÚBLICOS DE SALVADOR.**

Em meados do século XIX, os bondes elétricos deram origem a história dos transportes públicos e urbanos de Salvador. A capital baiana possui vários modos de deslocamentos em sua malha urbana, dentre elas:

- Viação Ferroviária Leste Brasileiro, Estação Leste, inaugurada em 1862 ampliou a rede de conexão com a cidade. Atualmente o Sistema de Trens do Subúrbio de Salvador, composto por uma linha única com 13,5 km e 10 estações, liga o bairro da Calçada, na Cidade Baixa, ao Subúrbio e possui grande importância para o município.
- A articulação vertical da cidade baixa e alta através do Elevador Hidráulico da Conceição em 1873 (atual elevador Lacerda); o Elevador Hidráulico do Taboão em 1896, inativo atualmente; e os planos inclinados, Isabel e Gonçalves em 1889, e Pilar em 1897 (Sampaio, 2005) e o Plano Inclinado Liberdade – Calçada 1981 (Andrade Junior, 2012).

*Estes equipamentos ainda estão ativos – o Elevador Lacerda e os Planos Inclinados Gonçalves, Pilar e Liberdade Calçada- na cidade, e auxiliam na mobilidade e acessibilidade urbana entre as “duas cidades” (Cidade Baixa e Cidade Alta). Entretanto, mesmo sendo muito importante para a população e seus bairros, não estão incluídos e conectados no sistema de integração de transporte atual de Salvador.*

Inaugurado em 2014, o sistema metroviário de Salvador conta com duas linhas: a primeira conta com 10 estações no percurso de 15,5 quilômetros, sendo a Estação acesso Norte a principal estação de transbordo para a segunda Linha constituída por 12 estações com o percurso de 20,7 quilômetros. Apesar de sua extensão, o metrô de Salvador falta com a integração com o automóvel não disponibilizando estacionamentos públicos ou privados aos transeuntes, não faz integração com o sistema ferroviário o que poderia contribuir com a eficiência dos transportes. Tem-se a ressalva da integração com os terminais de ônibus da cidade e atualmente, é possível transportar a bicicleta no metrô aos finais de semana e feriados e percorrer na ciclovia disposta no canteiro central.

Em relação à bicicleta, a estrutura cicloviária de Salvador conta com 85,9 quilômetros de extensão (Mobilize 2016). A prefeitura de Salvador lançou um projeto Movimento Salvador Va ide Bike com parceria com o Banco Itaú com o objetivo de estimular o uso da bicicleta na cidade. Este pequeno elemento desenvolve outras esferas estruturantes da dinâmica urbana como: o social, o meio ambiente, a segurança e a saúde.



O sistema hidroviário municipal é outro modelo que é muito importante para quem se desloca do Bairro de Plataforma para a Ribeira e outros bairros, situado no Subúrbio Ferroviário. Este tem seus terminais próximos aos rodoviários facilitando a integração, entretanto, mesmo sendo muito importante para a população e seus bairros, não estão incluídos e conectados através da bilhetagem eletrônica no sistema de integração de transporte atual de Salvador.

Considerando-se os equipamentos urbanos de mobilidade de Salvador é possível identificar os elementos da rede e suas rupturas, neste caso, conceitua-se como um rompimento, mudança ou permanências durante o tempo.

Segundo Larousse (1999), mudança significa "*ação ou efeito de mudar-se; alteração, modificação; transformações que se verificam ao longo do tempo.*" E ainda Larousse (1999), a palavra permanência significa "*ficar, continuar, persistir; estado do que é permanente; constante, definitivo*". Na história dos transportes públicos de Salvador há transformações no tipo de transporte assim como permanência e atividades de alguns deles citados anteriormente.

Segundo Fontes (2012) afirma, a lógica das transformações que ocorrem ao longo do tempo é devido a dois subsistemas urbanos: o primeiro, o uso do solo e o segundo, os transportes. Estes estão estreitamente ligados ciclicamente no tempo. Esta relação pode ser explicada conforme o fluxograma abaixo (Figura 3):

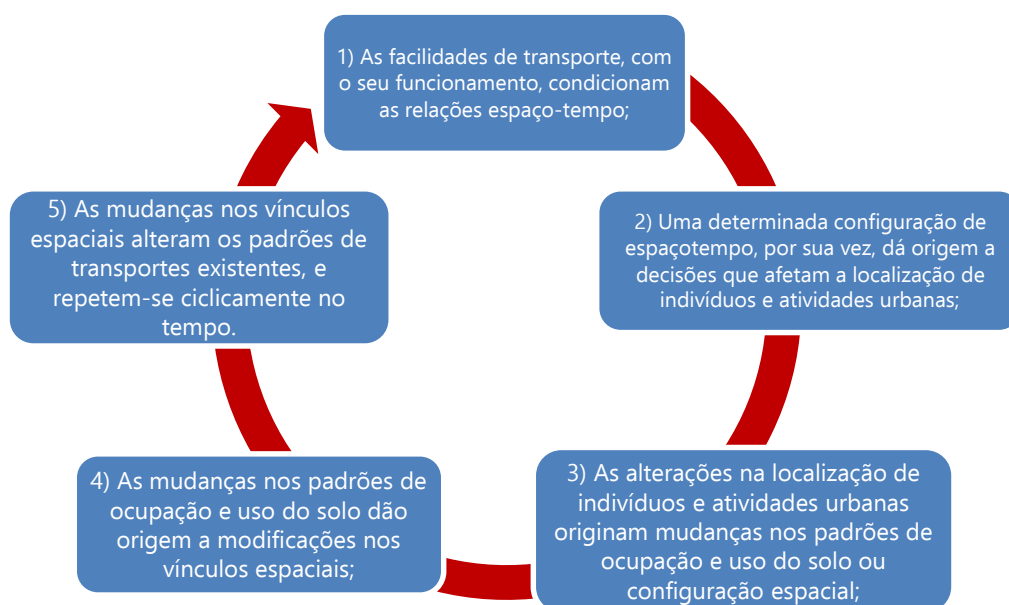


Figura 3 – Relação entre Transportes e Uso do Solo Urbano.  
Fonte: Fontes (2012) apud Moreno Delgado (2002) adaptado pelo autor.

Sendo assim, as rupturas encontradas ao longo dos anos do transporte público foram:

- a) **Ruptura Histórica:** com o passar do tempo e com a mudança dos períodos históricos ocorridos na cidade, houve transformações dando espaço a novos

equipamentos de transporte, como por exemplo, o bonde no auge da década de 1890, porém na virada do século, começaram a circular os primeiros ônibus de Salvador.

- b) **Ruptura Política:** devido a mudanças históricas, de gestão, sistema político partidário e interesses político.
- c) **Rupturas Econômicas:** devido aos períodos de crise econômica, guerras mundiais, período de ditadura e eventos estudantis, assim como movimentos modernos que trouxeram outros equipamentos mais sofisticados.
- d) **Ruptura Cultural:** onde houve o confronto do que vem a ser velho e moderno. E a cultura do uso do veículo particular individual versus o uso do ônibus, devido à qualidade e conforto que diferentemente ambos oferecem.
- e) **Ruptura Física:** envolve as questões de localização geográfica e infraestrutura de cada equipamento podendo ser interligados por outros modelos ou conexões/estações de transbordo de passageiros.

No entanto, apesar destas rupturas, os equipamentos urbanos tem sua significância para os usuários e a população residente nos bairros nos quais se encontram. Segundo a Transalvador (2010), o elevador Lacerda transporta 754.534 passageiros por mês, o plano Inclinado Gonçalves, 195.584 passageiros por mês, o plano inclinado da Liberdade, 235.217 passageiros por mês. O tempo médio de viagem da Cidade Baixa para a Cidade Alta (e vice-versa) é de 2 minutos. Quanto ao sistema Ferroviário Urbano, conforme afirma a Companhia de Transporte do Estado da Bahia (CTB, 2018), este sistema transporta em média 250.000 passageiros por mês.

Segundo Rocha (2011) existe alternativas viáveis de integração intermodal que podem contribuir para a melhoria da eficiência. No caso, do transporte metro ferroviário de passageiros, por exemplo, a integração trem-metrô aparece como melhor alternativa, seguido da integração trem-ônibus e por último trem- VLT. Apesar dos planos, Salvador precisa vencer as limitações das rupturas e construir uma rede integrada e intermodal para o transporte coletivo da cidade.

Para a NTU (2016), Torbi (2014) existem três tipos de integração: a física, a tarifária e a integração no tempo. A integração física pode ser intermodal, quando a transferência de passageiros acontece entre veículos de modos diferentes, ou intramodal, quando a transferência ocorre no mesmo modo. É o terminal de passageiros que proporciona a integração física do transporte público urbano, semiurbano, intermunicipal, interestadual e internacional.

Quanto à integração tarifária, para os mesmos autores, advém do fato da não necessidade de pagamento de nova tarifa por parte dos usuários para realizarem o transbordo entre veículos de linhas distintas ou apenas pagarem um valor adicional, menor do que o preço normal das passagens para completar a viagem. O objetivo da

integração tarifária diz respeito à promoção da justiça social no sistema de transporte público, reduzindo as discriminações geográficas e econômico-sociais, principalmente em relação aos usuários de baixa renda. Além de intervir na democratização do espaço urbano tendo em vista a oportunidade de deslocamento na cidade mediante o pagamento do valor correspondente a uma passagem, ou pouco mais do que isso, aumentam-se as possibilidades de trabalho, estudo, lazer, entre outras (SEST/SENAT, 2016).

A integração tarifária pode ser feita através de sistemas modernos de integração de tarifa como a bilhetagem eletrônica, que já é usada no sistema de integração de transportes urbanos em Salvador, porém com limitação ao metrô e ônibus não abrangendo outros modos. E por último a Integração no Tempo (ou integração temporal). Para a NTU (2014), no sistema de transporte público urbano, existe também, a integração no tempo ou sincronizada. Nesse caso, os ônibus de linhas diferentes cumprem uma programação operacional, denominada de tabela de horários ou timetable, a fim de que cheguem junto ao local de integração física, possibilitando aos passageiros realizarem a transferência entre os veículos sem muito tempo de espera. Tomando como base a localização geográfica do sistema de transporte público de Salvador, a ligação entre Orla, Subúrbio e Miolo ocorre por meio de metrô, ônibus, veículos particulares. A locomoção ideal para o Miolo, onde uma parte dos bairros concentra-se em morros deveria ser plano inclinado, elevadores públicos ou teleféricos o que agrega mais pessoas do que o veículo comum, além de dar mais fluidez nas ruas locais. A integração existiria por meio de conexão com o ônibus, (VLT e BRT) para acesso ao metrô em direção aos extremos das cidades ou grandes centros. Quanto à área de Orla, por ser uma área plana desdobraria o uso de VLTs, BRT, metrô, ônibus e bicicleta, essa última viabilizaria os deslocamentos de pequenas distâncias, já que o relevo não seria um obstáculo de deslocamento. Quanto à conexão destes modos, as estações de transbordo fariam a distribuição e escoamento de fluxos da cidade. Ou seja, a topografia da cidade de Salvador seria uma aliada à questão de deslocamento da cidade já que existem modos de viagens e se adequam a ela.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O transporte é um importante instrumento de direcionamento do desenvolvimento urbano das cidades. A mobilidade urbana bem delineada, com sistemas unificados e sustentáveis, garante o acesso dos cidadãos às cidades e proporciona qualidade de vida e desenvolvimento econômico. É importante estudar a relação transporte, uso do solo e a integração entre os modos de transporte com o intuito de complementariedade e não no ponto de vista de concorrência entre eles. É notória a presença de cinco tipos de sistema de transporte na cidade de Salvador: Cicloviário, rodoviário, metroviário, ferroviário e marítimo. A união entre os serviços de ônibus, metrô, automóvel, bicicleta, plano inclinado, elevadores, escada rolantes públicos,

trem e bicicleta reflete os conceitos de intermodalidade, uma rede integrada e mobilidade sustentável com a finalidade de garantir a igualdade.

Com todos esses dados e potencialidades, a integração destes modos ao sistema integrado de transporte urbano de Salvador poderia ampliar a eficiência do transporte, assim como o aumento da acessibilidade às diferentes áreas da cidade atendidas pela rede de transporte; redução de custos e tempos de viagem; racionalização dos serviços de transporte; flexibilidade para o passageiro; contribuição para a redução da poluição ambiental. O EPUCS apesar de ser um plano muito antigo, pensou no sistema viária e a integração. O PLAMOB de Salvador está em fase de aprovação e tem uma responsabilidade de atender a Lei de mobilidade no que se refere à integração e a compatibilizar mudanças e permanências decorrentes da falta da efetividade dos vários planos de desenvolvimento, além do desafio de pensar numa rede intermodal integrando os modos de transporte incluindo os modos verticais, marítimo e ferroviário citados neste artigo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDRADE JUNIOR, Nivaldo Vieira de. A REDE DE ASCENSORES URBANOS DE SALVADOR: DO GUINDASTE DOS PADRES AOS DIAS DE HOJE, Universidade Federal da Bahia–Faculdade de Arquitetura, Salvador, Bahia.

ANTP. Associação Nacional de Transportes Públicos. Disponível em: <[www.antp.org.br](http://www.antp.org.br)>. Acesso em Maio de 2018.

BRASIL. PlanMob: Construindo a cidade sustentável – Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2015.

DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Manual de Implantação de Terminais Rodoviários de Passageiros. Brasília: DNER, 1986.

Fontes, Élio Santana. Transporte urbano em Salvador: uma análise crítica dos planos diretores da cidade / Élio Santana Fontes. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 9.069/2016 de 30/06/2016 – Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador – PDDU 2016 e dá outras providências.

MORENO DELGADO, J. P. Gestão e monitoração da relação entre transporte e uso do solo urbanos – aplicação para a cidade do Rio de Janeiro. Tese. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE, 2002.

MUNICÍPIO DO SALVADOR. Plano Diretor 2000: Registro de análise parcial – Produto intermediário 2, Avaliação do PDDU-1985 (versão preliminar). Elaborado por Arq. Heliodório Sampaio. Salvador, 1999.

NTU. Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano. Disponível em: <[www.ntu.org.br](http://www.ntu.org.br)>.

OLIVEIRA, Djalma de P. R. de. Planejamento Estratégico: conceitos, metodologia e práticas. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PMBok: Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK). — Quinta edição. Quinta Edição, 2013.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Lei nº 6.586 de 03 de agosto de 2004. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador – PDDU e dá outras providências. Diário Oficial do Município, ano XVII, n. 3.747, 03 ago. 2004.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Lei nº 7.400/2008. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador – PDDU e dá outras providências. Diário Oficial do Município, ano XXI, n. 4.601, 23 a 25 fev. 2008.

Rocha, Pedro Souza Avaliação multicritério de alternativas de integração para melhoria da eficiência do sistema de trens de subúrbio da cidade do Salvador / Pedro Souza Rocha. – Salvador, 2011.

SAMPAIO, C.N. 50 Anos de Urbanização: Salvador da Bahia no Século XIX. Rio de Janeiro: Versal, 2005.

TORBI, M. **Reflexões sobre o Transporte Coletivo de Passageiros**. São Paulo: EMT, 2014.

#### **SITES**

<http://www.ccrmetrobahia.com.br/> acesso 07/05/2018

<http://www.ctb.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=26> acesso 07/05/2018

<http://www.fmlf.salvador.ba.gov.br/> Acesso dia 06/05/2018

<https://www.ibge.gov.br/> acesso 07/05/2018.

<http://www.mobilize.org.br/> acesso 07/05/2018.

<http://mobsalvador.blogspot.com.br/2010/11/salvador-card-integracao-meia-boca.html> acesso 07/05/2018.

<http://www.sestsenat.org.br/> acesso 07/05/2018

<http://www.transalvador.salvador.ba.gov.br/> acesso 05/05/2018.

# GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS URBANAS NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS BRT: ANÁLISE DOS PAVIMENTOS DAS FAIXAS EXCLUSIVAS

## **Maurício Renato Pina Moreira**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil  
Universidade Católica de Transporte, Recife, Pernambuco, Brasil  
Grande Recife Consórcio de Transporte, Recife, Pernambuco, Brasil  
mpinamoreira@uol.com.br

## **Anísio Brasileiro de Freitas Dourado**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil  
anisiobfd@hotmail.com

## **Maurício Oliveira de Andrade**

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
mauandrade@gmail.com

## **RESUMO**

O acelerado processo de urbanização verificado no Brasil a partir da segunda metade do século XX causou e tem causado sérios problemas na oferta de infraestrutura das cidades, entre os quais desponta a questão da mobilidade urbana. As cidades enfrentam congestionamentos que trazem desperdício de tempo e aumento do grau de poluição, além dos acidentes de trânsito causados pelos automóveis. Assim sendo, passou a haver uma mudança de paradigma nos últimos anos, com o foco sendo voltado à melhoria do transporte coletivo. Em decorrência das experiências exitosas verificadas, em especial em Curitiba e em Bogotá, o *Bus Rapid Transit* (BRT) passou a ser adotado em diversas cidades em todo o mundo como um sistema de transporte de média capacidade, em função principalmente da sua qualidade e do seu baixo custo de implantação. No entanto, houve a ausência, em muitos casos, de uma visão holística na sua implantação, tendo em vista que os veículos do sistema BRT são muito mais pesados que os ônibus convencionais, o que tem causado o prematuro aparecimento de defeitos no pavimento das faixas exclusivas por onde eles circulam. Este artigo apresenta os resultados de pesquisas realizadas no Corredor Leste/Oeste da Região Metropolitana do Recife, por onde circulam veículos do sistema BRT, consistindo em pesagem dos ônibus, levantamento das deflexões com o *Falling Weight Deflectometer* (FWD), aplicação do Euradar, que é um GPR (*Ground Penetrating Radar*) e a retroanálise do pavimento das faixas exclusivas dos ônibus.

## **1. INTRODUÇÃO**

A partir do início da segunda metade do século XX, passou a haver uma mudança no perfil da população brasileira. Com efeito, de um país predominantemente rural em 1950, o Brasil passou a ter a maior parte da sua população residindo nas cidades. O Censo Demográfico de 2010 registrou que a população urbana passou a representar 84,4% da população total brasileira (Moreira e Dourado, 2013).

Um dos problemas trazidos por essa concentração das pessoas nas cidades tem sido a insuficiência das infraestruturas urbanas de um modo geral. Nesse particular, a questão da mobilidade urbana passou a ser um dos principais problemas apontados pela população e a ser motivo de atenção por parte dos governantes. Durante décadas, as políticas públicas estiveram voltadas a privilegiar o transporte individual, o que produziu expressivos acréscimos na quantidade de veículos circulando nas cidades.

Além dos congestionamentos, que representam perda significativa de qualidade de vida para as pessoas pelo tempo desperdiçado, o qual poderia ser utilizado de forma mais aprazível em atividades de lazer ou mesmo produtivas, ao automóvel estão associados os graves problemas dos acidentes de trânsito e da poluição ambiental produzida pela emissão de gases poluentes. O uso do automóvel também consome significativo espaço urbano, tanto para as vias de circulação quanto nas áreas de estacionamento.

Assim, para fazer com que os usuários do transporte individual migrem para o transporte coletivo, objetivando reduzir as deseconomias provocadas pelo uso intenso do automóvel, recomenda-se a reestruturação das cidades, o planejamento da infraestrutura e a garantia da qualidade dos serviços de transporte público. Para que o transporte público se torne atrativo, acessível, confiável e eficiente, torna-se fundamental a extensão da cobertura geográfica da rede de transportes, a expansão e a melhoria da operação dos serviços ao usuário, a integração modal e a opção por sistemas de transporte rápidos de alta capacidade (*Mass Rapid Transit* - MRT ou *Bus Rapid Transit* - BRT) (Dalkmann e Brannigan, 2007).

Nas últimas décadas, como resposta às necessidades já apontadas e com base nas experiências exitosas de sua implantação em algumas cidades, em especial em Curitiba e em Bogotá, os sistemas BRT passaram a ser adotados em diversas cidades ao redor do mundo. Assim, Global BRT Data (2014), Hidalgo (2011) e Lindau et al (2014) já indicavam que, no ano de 2011, o sistema BRT era utilizado em 168 cidades de 39 países dos cinco continentes, tanto emergentes quanto desenvolvidos.

O "*Bus Rapid Transit Planning Guide*" (ITDP, 2007) enfatiza as principais vantagens da tecnologia dos sistemas de transportes com operação exclusiva em corredores de ônibus (Sistema BRT): alta qualidade, rapidez, conforto e eficiência, com a redução de

custos operacionais na infraestrutura de mobilidade e acessibilidade urbana, podendo ser de duas a 20 vezes mais barato do que a de sistemas com capacidade semelhante, como os veículos leves sobre trilhos (VLT) e cerca de 100 vezes mais econômico do que as tecnologias metroviárias.

Além das vantagens acima relacionadas, pode-se ainda apontar a melhoria da tecnologia veicular pela nova concepção do veículo, um maior conforto térmico (considerando que, em muitos dos sistemas BRT, os veículos são climatizados), um menor tempo de implantação em relação a outros modos de transporte e a adoção de uma solução compatível com a realidade econômica e social do Brasil e dos demais países emergentes.

No Brasil, a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - NTU apresentou um levantamento da situação de treze cidades brasileiras com projetos de sistemas BRT (NTU, 2012) em andamento no ano de 2012. Os corredores onde operam ou operarão esses sistemas BRT (nem todos foram ainda implantados em sua plenitude por razão de dificuldades locais) são eixos estruturantes propostos no planejamento da cidade ou região metropolitana, a saber, planos municipais ou metropolitanos de transportes ou de desenvolvimento urbano.

Nesse contexto, a operação do sistema BRT foi iniciada no ano de 2014 na Região Metropolitana do Recife - RMR, formada por 15 municípios e com uma população da ordem de 4 milhões de habitantes. É a região metropolitana mais populosa do Nordeste do Brasil e a quinta mais populosa do País. Foram planejados dois corredores, o Norte/Sul e o Leste/Oeste, denominados de Via Livre, ligando respectivamente os municípios de Igarassu e de Camaragibe ao centro do Recife.

Em função das suas características, o BRT é um veículo pesado por vários motivos: i) é um veículo alto para permitir o embarque dos passageiros no mesmo nível da plataforma da estação; ii) a climatização do veículo aumenta o seu peso em função da incorporação dos equipamentos de ar condicionado; iii) por transportar uma maior quantidade de passageiros, exige um motor mais robusto e, portanto, mais pesado. A depender do arranjo (*layout*) interno do veículo, o ônibus poderá ficar ainda mais pesado (menos assentos significam mais peso com a lotação plena do veículo). A capacidade nominal dos veículos do sistema BRT na RMR é de 143 passageiros (34 sentados e 109 em pé), havendo, no entanto, registros de viagens com até 180 passageiros em horários de pico. O peso de um veículo BRT sem passageiros alcança 21 toneladas, enquanto um ônibus convencional nas mesmas condições pesa 10 toneladas.

As pesquisas apresentadas neste trabalho demonstram a elevada carga por eixo transmitida pelos veículos do sistema BRT ao pavimento das faixas ou vias exclusivas



onde ele opera. Há diversos registros, não apenas na RMR mas também em outras cidades brasileiras onde o sistema foi implantado, quanto ao prematuro aparecimento de defeitos na superfície do pavimento (vide Figuras 1 e 2) em decorrência das elevadas cargas por eixo, em alguns casos superiores às permitidas pela legislação brasileira. Isto demonstra a necessidade de adequação dos veículos e/ou de redimensionamento dos pavimentos das faixas e vias exclusivas dos ônibus visando prevenir ou reparar as estruturas dos pavimentos existentes.

**Figuras 1 e 2: Pavimentos de faixas exclusivas danificados**  
(corredores Transoeste no Rio de Janeiro à esquerda e PE-015 na RMR à direita)



Fotos: Domingos Peixoto (Agência O Globo) e Jennifer Thalís (Jornal do Commercio/Recife).

## 2. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia utilizada na pesquisa consistiu nas seguintes etapas: i) determinação do peso (veículo vazio e com passageiros) transmitido pelos eixos dos veículos do sistema BRT utilizados na RMR, que são basicamente de dois tipos: de motor central e de motor traseiro; ii) determinação das deformações elásticas do pavimento por meio do *Falling Weight Deflectometer* (FWD); iii) aplicação do Euradar (*Ground Penetrating Radar* - GPR), com o objetivo de conhecer a estrutura do pavimento existente; iv) aplicação de métodos computacionais para o processo de retroanálise do pavimento.

Foram escolhidas duas das mais importantes vias do Sistema de Transporte Público de Passageiros da Região Metropolitana do Recife e que integram o Corredor Leste/Oeste: a avenida Conde da Boa Vista e a avenida Caxangá, esta última apresentando a particularidade de possuir uma pista em pavimento asfáltico (com

revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ) e a outra em pavimento de concreto de cimento Portland. Trata-se de dois corredores com elevada demanda, conforme é mostrado na Tabela 1, que indica o número de viagens de ônibus e a demanda diária das linhas que têm itinerário pelas duas vias, separadamente para dias úteis, sábados e domingos (inclusive feriados).

**Tabela 1: Características operacionais dos corredores escolhidos para a pesquisa**

CORREDOR	NÚMERO DE VIAGENS			DEMANDA DIÁRIA		
	Dias úteis	Sábados	Domingos	Dias úteis	Sábados	Domingos
Av. Caxangá	2.386	1.783	1.357	158.780	63.689	54.543
Av. Conde da Boa Vista	3.598	2.756	2.116	205.320	116.647	97.503

Fonte: Grande Recife Consórcio de Transporte (dados da 1ª quinzena de setembro/2017)

## 2.1 Pesagem dos veículos do sistema BRT

Os veículos do sistema BRT que operam na Região Metropolitana do Recife possuem características distintas: os do corredor Norte/Sul apresentam motor central e os do corredor Leste/Oeste têm motor traseiro. Em ambos os casos, os veículos apresentam a seguinte configuração: o eixo dianteiro é simples de rodas simples, enquanto os eixos intermediário e traseiro são simples de rodas duplas.

Foram realizadas pesagens dos veículos que operam nos dois corredores, considerando as seguintes situações: o veículo vazio (sem passageiros) e o veículo com 107 passageiros (alunos recrutados para a pesquisa). Os resultados das pesagens foram extrapolados para 180 passageiros.

As Figuras 3 e 4 ilustram aspectos da pesagem. Os ônibus foram pesados da seguinte maneira: primeiro, foi obtido o peso total do ônibus  $P_{total}$  (o veículo cabe totalmente no prato da balança); em seguida, foi pesado apenas o eixo traseiro ( $P_{eixo\ traseiro}$ ) e, por fim, apenas o eixo dianteiro ( $P_{eixo\ dianteiro}$ ). Por diferença, foi obtido o peso do eixo intermediário ( $P_{eixo\ intermediário} = P_{total} - P_{eixo\ traseiro} - P_{eixo\ dianteiro}$ ).

**Figuras 3 e 4: Balança utilizada para a pesagem dos ônibus e ônibus do corredor Leste/Oeste posicionado sobre o prato da balança para a pesagem**



Fotos do autor Pina Moreira.

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados das pesagens para os veículos do sistema BRT que operam respectivamente no Corredor Norte/Sul e no Corredor Leste/Oeste.

**Tabela 2: Peso dos eixos dos veículos do sistema BRT que operam no Corredor Norte/Sul (motor central)**

	PESO DO EIXO (t)			
	TRASEIRO	INTERMEDIÁRIO	DIANTEIRO	TOTAL
A - ÔNIBUS VAZIO	6,73	8,56	5,26	20,55
DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS POR EIXO (ÔNIBUS VAZIO) (%)	32,7	41,7	25,6	100,0
B - ÔNIBUS CARREGADO (107 PASSAGEIROS)	9,14	12,19	6,74	28,07
DIFERENÇA (B – A)	2,41	3,63	1,48	7,52
DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS POR EIXO (ÔNIBUS COM 107 PASSAGEIROS)	32,6	43,4	24,0	100,0
C - ÔNIBUS CARREGADO (180 PASSAGEIROS)	10,78	14,67	7,75	33,20
DIFERENÇA (C – A)	4,05	6,11	2,49	12,65
DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS POR EIXO (ÔNIBUS COM 180 PASSAGEIROS)	32,5	44,2	23,3	100,0

**Tabela 3: Peso dos eixos dos veículos do sistema BRT que operam no Corredor Leste/Oeste (motor traseiro)**

	PESO DO EIXO (t)			
	TRASEIRO	INTERMEDIÁRIO	DIANTEIRO	TOTAL
A - ÔNIBUS VAZIO	10,110	5,020	6,135	21,265
DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS POR EIXO (ÔNIBUS VAZIO) (%)	47,5	23,6	28,9	100,0
B - ÔNIBUS CARREGADO (107 PASSAGEIROS)	13,470	7,430	8,140	29,040
DIFERENÇA (B – A)	3,360	2,410	2,005	7,775
DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS POR EIXO (ÔNIBUS COM 107 PASSAGEIROS)	46,4	25,6	28,0	100,0
C - ÔNIBUS CARREGADO (180 PASSAGEIROS)	15,762	9,074	9,508	34,344
DIFERENÇA (C – A)	5,652	4,054	3,373	13,079
DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS POR EIXO (ÔNIBUS COM 180 PASSAGEIROS)	45,9	26,4	27,7	100,0

Observa-se, no caso do Corredor Norte/Sul, que o eixo intermediário, com 107 e 180 passageiros, já ultrapassa o peso máximo permitido pela legislação brasileira para esse tipo de eixo (10 toneladas com 5% de tolerância), o mesmo ocorrendo com o eixo traseiro com 180 passageiros. No Corredor Leste/Oeste, a situação crítica acontece

com o eixo traseiro, cujo peso chega a alcançar 57,62% além do peso máximo legalmente permitido.

## 2.2 Determinação das deflexões do pavimento com o FWD

Foi efetuada a leitura das deflexões (deformações elásticas) do pavimento com o uso do *Falling Weight Deflectometer* (FWD) nas duas vias já citadas do Corredor Leste/Oeste (vide Figuras 5 e 6). O equipamento utilizado dispõe de 13 geofones, cujas distâncias ao ponto de aplicação da carga variam de 0 (zero) a 2,35 m.

As leituras foram feitas a cada 50 metros em segmentos com 500 metros de extensão ao longo da faixa exclusiva de cada via e nos dois sentidos de circulação. Foram alternados segmentos de 500 metros com e sem medição.

Na avenida Caxangá, foram realizadas 145 leituras de deflexão, sendo 83 no sentido subúrbio/cidade e 62 no sentido cidade/subúrbio. Na avenida Conde da Boa Vista, foram 88 leituras, 44 em cada sentido.

**Figuras 5 e 6: O FWD em operação nas avs Caxangá (à esquerda) e Conde da Boa Vista (à direita)**



Fotos do autor Pina Moreira.

## 2.3 Aplicação do radar (GPR)

Objetivando conhecer a estrutura do pavimento existente, foi realizado o levantamento por meio do Euradar, que é um tipo de *Ground Penetrating Radar* (GPR). O serviço abrangeu 5,7 km da avenida Caxangá e toda a extensão da avenida Conde da Boa Vista (1,6 km), percorrendo cada via nos dois sentidos, conforme mostram as Figuras 7 e 8.

**Figuras 7 e 8: Aplicação do radar nas avs Caxangá (à esquerda) e Conde da Boa Vista (à direita)**



Fotos do autor Pina Moreira.

Para permitir a calibragem do equipamento, foram executados dois furos de sondagem rotativas na avenida Caxangá (vide Figuras 9 e 10), um em cada pista (no sentido leste-oeste em pavimento asfáltico e no sentido oeste-leste em pavimento de concreto de cimento Portland).

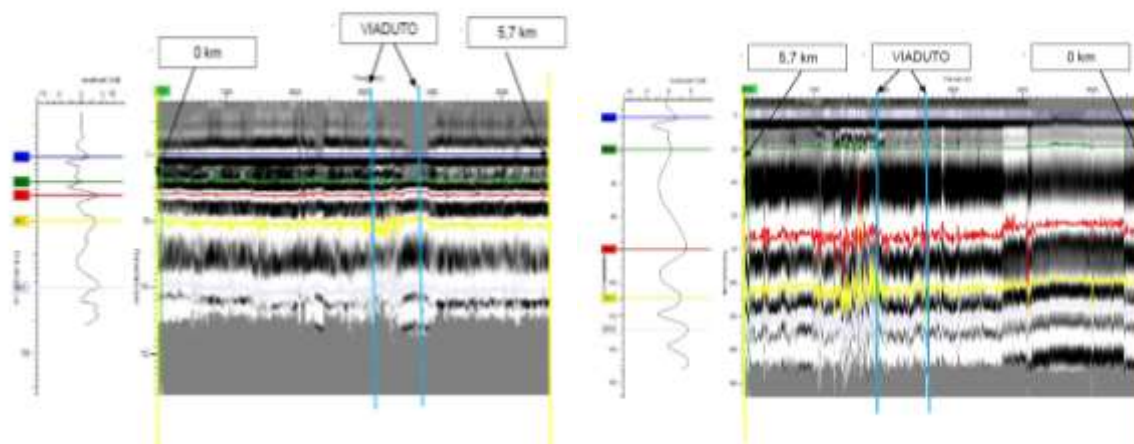
**Figuras 9 e 10: Execução de duas sondagens rotativas na avenida Caxangá para calibragem do Euradar (pavimento asfáltico à esquerda e pavimento de concreto à direita)**



Fotos do autor Pina Moreira.

Os resultados da interpretação das leituras com o Euradar na avenida Caxangá estão apresentados nas Figuras 11 e 12, possibilitando, assim, o conhecimento da espessura das diversas camadas do pavimento.

**Figuras 11 e 12: Espessuras das camadas do pavimento obtidas após calibragem das leituras com o radar (pavimento asfáltico à esquerda e pavimento de concreto de cimento Portland à direita)**



#### 2.4 Retroanálise do pavimento da faixa exclusiva da avenida Caxangá

A retroanálise de pavimentos é um método que permite inferir os módulos de elasticidade das camadas do pavimento e do subleito por interpretação das bacias de deformação (Bernucci et al, 2008), estas obtidas em ensaios com a Viga Benkelman ou com o FWD.

Segundo Macêdo (2003), o comportamento mecânico do pavimento é determinado pela rigidez do subleito e das diversas camadas que o constituem. Pode-se determinar

as tensões e deformações de tração na fibra inferior do revestimento e as tensões de compressão atuantes no subleito a partir do conhecimento do módulo de elasticidade das camadas. Utilizando-se modelos de fadiga e conhecidas as tensões e deformações de tração do revestimento, é possível prever a vida útil do pavimento e, em especial, a sua vida útil remanescente, por meio da retroanálise do pavimento.

Sendo o pavimento uma estrutura de múltiplas camadas, cada uma com um módulo de elasticidade próprio, o que a retroanálise do pavimento procura obter é um módulo equivalente da estrutura, para fazer coincidir a bacia teórica calculada com a bacia de deformação obtida no levantamento com a Viga Benkelman ou com o FWD.

Para alimentar o processo de retroanálise do pavimento, são necessários os seguintes dados de entrada: a configuração do carregamento, a bacia de deflexão, a seção tipo do pavimento com a definição do material e da espessura de cada uma das camadas, os coeficientes de Poisson e as faixas de valores modulares para cada camada da estrutura (Bernucci et al., 2008).

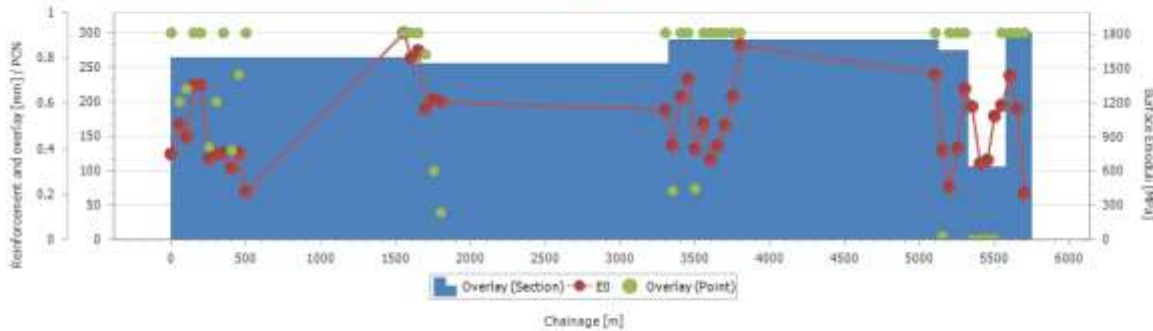
O principal objetivo da retroanálise, na presente pesquisa, foi determinar a vida útil remanescente do pavimento existente e, para esse fim, foi utilizado o programa computacional PRIMAX. Apresenta-se neste artigo, pela compreensível exiguidade do espaço, os resultados da retroanálise do pavimento apenas para o sentido leste-oeste da avenida Caxangá, cujo pavimento é asfáltico (revestimento em CBUQ). A Figura 13 indica, a título de exemplo, o resumo desses resultados.

**Figura 13: Exemplo de retroanálise do pavimento da faixa exclusiva da avenida Caxangá (sentido leste-oeste)**

# ROAD EVALUATION REPORT

Date 25-Apr-201

District	Road name	Road number	Chainage0	Lane
RECIFE	AV CAXANGA	AV CAXANGA	AV CAXANGA COM AV AFONCO OLINDENSE	0



Section number	From ch. [m]	To ch. [m]	Overlay [mm]	Eq. posses in period	Extra tonnes	Residual lifetime [years]
1	0	1578	265	32,126	96.1	0.0
2	1578	3325	255	32,126	66.2	0.1
3	3325	5125	290	32,126	0.0	0.0
4	5125	5325	275	32,126	32.1	1.4
5	5325	5575	105	32,126	83.4	13.0
6	5575	5750	300	32,126	0.0	0.0

Dos seis segmentos analisados daquela via no sentido leste-oeste, cinco apresentam vida útil remanescente do pavimento existente de, no máximo, 1,4 ano e três, de 0,0 ano (ou seja, o pavimento já está com a sua vida útil comprometida).

### 3. CONCLUSÕES

A principal conclusão a que se chega, com base na pesquisa desenvolvida, é que a implantação de um projeto complexo como o BRT, envolvendo diversos componentes aparentemente independentes mas fortemente relacionados entre si, exige uma visão holística de todo o processo e que, em especial, torna-se essencial a interação entre o planejamento e a operação de um sistema de transporte coletivo e a infraestrutura representada pelo pavimento da via. Ou seja e em resumo, trata-se de um típico problema de gestão das infraestruturas urbanas.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNUCCI, L. et al (2008). *Pavimentação Asfáltica; Formação Básica para Engenheiros*. Petrobras e Abeda, Rio de Janeiro.



DALKMANN, H. e BRANNIGAN, C. (2007). *Transport and climate change: sustainable transport: sourcebook for policy-makers in developing cities*. Disponível em: [www.sutp.org](http://www.sutp.org) em 11/01/2018.

GLOBAL BRT DATA (2014). *Produced by bus rapid transit across latitudes and cultures and EMBARQ, in partnership with IEA e SIBRT*. Disponível em: <http://brtdata.org> em 11/01/2018.

HIDALGO, D. (2011). *Bus rapid transit: worldwide history, key systems and future directions*. Encyclopedia of sustainability science and technology. Disponível em <http://www.springerreference.com/docs/html/chapterbid/308766.html> em 11/01/2018.

ITDP - Institute for Transportation & Development Policy (2007). *Bus Rapid Transit Planning Guide*. New York.

LINDAU, L.A., HIDALGO, D., LOBO, A. de A. (2014). *Barriers to planning and implementing Bus Rapid Transit systems*. Embarq Brazil, United States and Mexico, Laboratório de Sistemas de Transportes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MACÊDO, F. N. de. (2003). *Retroanálise de Bacias de Deflexão Reais e Teóricas Obtidas por Métodos Estáticos e Dinâmicos*. UNB, Brasília.

MOREIRA, M. R. P. e DOURADO, A. B. F. (2013). *A Taxa de Motorização nas Cidades Brasileiras e a Questão da Mobilidade Urbana*. CLATPU, Guayaquil, Equador.

NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (2012). *Estudos de BRT no Brasil*. 2ª edição revisada. NTU, Brasília/DF.

# **IMPACTO DE LA TRANSFORMACIÓN DEL MODELO HOMBRE-CAMIÓN A EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO – CASO DE ESTUDIO: LEÓN, GUANAJUATO (MÉXICO)**

**Fabio Arnoldo Sandoval Reséndez**

Biismay Consultores S.A. de C.V., León, Guanajuato, México  
fabiosan25@hotmail.com

**Francisco Viladomat Muro**

Empresario, León, Guanajuato, México  
paco@corralboots.com

## **RESUMEN**

En este artículo se aborda uno de los problemas más arraigados en el transporte urbano de pasajeros en ciudades de México (de cualquier tamaño) y que ha bloqueado el desarrollo del transporte público del país, como lo es la modalidad de operación del tipo Hombre-Camión (conocido así comúnmente) que prevalece en la mayoría de las áreas urbanas y que no ha sido nada fácil erradicar y resolver de parte de las autoridades de los gobiernos locales. Si bien, atender este problema no resuelve en su totalidad los problemas de movilidad, ordenarlo y transformarlo si genera un impacto positivo que facilita el logro del resto de los objetivos. Para tal efecto, se analiza una de las experiencias más representativas en México, que ha sido el caso de la modernización del transporte público en la Ciudad de León, Guanajuato. Este documento tiene la finalidad de mostrar cómo se logró cambiar la mentalidad de los transportistas de esta ciudad para transformarse en empresarios, cuál fue el proceso al interior de las empresas, así como identificar los impactos positivos y negativos que tuvo esta transformación sobre el servicio de transporte público de esta ciudad, todo ello con la firme intención de que sirva como una guía práctica que oriente a otras ciudades en su búsqueda por erradicar el esquema de operación Hombre-Camión de su localidad.

### **1. SITUACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE LEÓN ANTES DE LA MODERNIZACIÓN**

A partir de los años ochenta el incremento de la mancha urbana en la Ciudad de León, Guanajuato, era excesivo pues resultaba más que proporcional. El movimiento de personas aumentó, se incrementó la movilidad por habitante, en tanto la ciudad se tornó más compleja y contaba con un servicio de transporte urbano muy ineficiente.

A inicios de los años noventa, la situación empeoraba, y para ese entonces se registraban en la ciudad un promedio de 900,000 viajes persona por día, de los cuales, el 70% se hacía en transporte público. Las rutas en su mayor parte eran concéntricas que llegaban al centro de la ciudad y la operación de estas no era eficiente por la inexistencia de vías alternas, por la falta de atención de las autoridades sobre el servicio y por fallas de operación de las empresas de transporte público leonés. Como parte de la solución al problema de transporte, en 1990 surge el Programa Integral de Transporte Urbano de León (PITUL), en el cual se establecían por primera vez una serie de acciones para lograr mejorar el transporte de la ciudad de León.

No obstante de la existencia del PITUL, no fue sino hasta 1995 que se comenzaron a dar acciones concretas en busca de la modernización de transporte en la ciudad. Uno de los mecanismos principales que el gobierno municipal utilizó para lograr las mejoras esperadas, fue a través de acuerdos tarifarios. Antes de establecer este mecanismo, las tarifas de transporte se definían sin contar con procesos claros para su actualización y fue hasta principios de dicho año que el municipio de León comenzó a elaborar estudios tarifarios, negociando el aumento de tarifas a través de un convenio en donde se establecían ciertos acuerdos con los transportistas se con la finalidad de orientar a las empresas del transporte hacia el mejoramiento y posterior modernización.

La transformación del transporte público en la Ciudad de León, no fue nada fácil, hubo acciones que molestaron a muchos operadores y empresarios, y comenzaron a organizarse para hacer bloqueos, buscaron amparos y movimientos, y ante todo ello, las autoridades fueron inflexibles, ya que se tenían que cumplir los compromisos y era necesario aceptar la responsabilidad que las concesiones marcaban.

Para el Municipio de León era indudable que para lograr que la ciudadanía percibiera la modernización del transporte urbano, constituía un hecho fundamental el que los transportistas se transformaran en verdaderas empresas, y de esta manera modernizaran su flota vehicular, mejoraran sus instalaciones, contrataran a sus operadores con jornadas y salarios adecuados y los capacitaran para poder brindar un servicio adecuado.

Para cambiar del esquema Hombre-Camión a empresas verdaderas, fue necesario que el Municipio de León implementara ciertas estrategias que fueron clave para lograr el cambio, impactando positivamente con beneficios tangibles para los concesionarios, la sociedad y las autoridades.

## **ESTRATEGIAS CLAVE DE LAS AUTORIDADES DEL MUNICIPIO DE LEÓN PARA LOGRAR LA TRANSFORMACIÓN**

Modernizar el sistema de transporte de la ciudad de León, Guanajuato, requirió de mucho tiempo, dedicación y esfuerzo de las autoridades del Municipio, de los transportistas y de la ciudadanía. Para lograrlo, fue necesario establecer diferentes estrategias y acciones que en su conjunto fueron permitiendo cambiar de un transporte desordenado, con rutas concéntricas, autobuses viejos y en mal estado, con servicio ineficiente y concesionarios sin organización, a un sistema integrado de transporte ordenado, con rutas integradas, autobuses de modelo reciente y en buenas condiciones, mejor servicio y empresas organizadas.

Una de las acciones que tuvo mayor relevancia para la modernización del transporte público en la ciudad de León, fue indudablemente el poder cambiar la mentalidad de los concesionarios de transporte, cambiando su modo tradicional de organización conocido como modelo Hombre-Camión, para transformarse y agruparse en verdaderas empresas de transporte.

A continuación se enuncia 7 estrategias que fueron clave para que las autoridades del Municipio de León lograran dicho cambio.

### **Negociación de tarifas a través de convenios tarifarios.**

El Gobierno del Estado de Guanajuato, a través de la Dirección General de Tránsito y Transporte del Estado (DGTTE), era la instancia que tradicionalmente definía las tarifas del transporte público sin contar todavía con una metodología clara para su actualización y se discutían incrementos cuando la asociación de transportistas del Estado presionaban para su negociación; en la mayoría de los casos, y sin estudios profundos, se definían los incrementos. A principios de 1995, el Municipio de León apoyó a la DGTTE en la elaboración de un estudio tarifario de la ciudad, el cual sirvió de base para la primera negociación tarifaria, mecanismo mediante el cual se empezó a orientar a las empresas de transporte para su mejoramiento y posterior organización.

A partir de este momento, cada vez que se requiere de un aumento a la tarifa y previo a la realización de un estudio que lo justifique, se conviene entre autoridades y transportistas para que se realicen ciertas acciones que deben ejecutarlas ambas partes para el mejoramiento del transporte público en la Ciudad de León. El cumplimiento de los compromisos convenidos es considerado para las siguientes negociaciones de tarifas.

Entre las acciones que se han impulsado a través de convenios tarifarios se encuentran: la renovación de autobuses, realizar las revistas físico-mecánica de forma periódica, unificación de la imagen en las unidades, capacitación sistemática a conductores, la creación de fideicomisos de modernización y control de cobro, la implementación de

un sistema de prepago con tarjeta inteligente (sistema Pagobús), entre muchos otros tendientes a la modernización y transformación de las empresas transportistas y del servicio de transporte público.

### **Municipalización del transporte público urbano y suburbano.**

Como un patrón general para la República Mexicana, el transporte público era tradicionalmente planeado y administrado por los gobiernos estatales. Los organismos encargados del transporte público en realidad no realizaban una gestión de planeación del servicio, pues sus procedimientos estaban orientados a dar respuesta a las solicitudes y problemáticas de los transportistas y de las colonias, ocasionando que la gestión del transporte fuera insuficiente y el servicio fuera ineficiente.

En 1994 se firmó el primer Convenio de Colaboración Administrativa, entre el Gobierno del Estado de Guanajuato y el Municipio de León, en el que se delegaba las funciones de planeación, administración y control del transporte urbano y suburbano dentro de la jurisdicción del Municipio, reservándose en ese momento el derecho de firma de concesiones, la tarifa, el recaudo y la emisión de placas y licencias. A partir de ese momento, el Municipio de León comenzó a trabajar para lograr la autonomía total para la administración del transporte público urbano y suburbano de pasajeros, logrando lo anterior en el mes de marzo de 2001, a través de las reformas a la Constitución Política del Estado aprobadas por su congreso en la fecha mencionada.

### **Fortalecimiento del marco regulatorio.**

Al municipalizarse el servicio de transporte público en la Ciudad de León, Guanajuato, fue necesario generar un nuevo Reglamento de Transporte Municipal para León, con el objeto de regular las nuevas atribuciones y facultades que corresponden al Municipio relativas al servicio público de transporte urbano de ruta fija.

Este nuevo reglamento entró en vigor en el mes de diciembre de 2002. En este reglamento se establecen las bases para la regulación del servicio de transporte, y entre ellas se establecen los derechos y obligaciones de los concesionarios en materia de organización, y gracias a la municipalización del transporte público, así como al fortalecimiento institucional del Municipio de León en temas de movilidad y transporte, se ha podido trabajar de manera progresiva en la modernización del transporte público, al tal grado que hoy en día la Ciudad de León, Guanajuato, es referencia nacional.

### **Creación del ente para representar a las empresas.**

En el gremio de los transportistas el proceso de modernización empezó lentamente, iniciando a partir de la creación del ente que los representaba, la Coordinadora de

Transporte Urbano de la Ciudad de León, en el mes de julio de 1994. Este ente fue creado para ampliar y fortalecer las relaciones entre los transportistas y establecer una relación adecuada frente a las autoridades para mejorar el servicio público y organizarse mejor.

Una primera estrategia de las autoridades Municipales y Estatales, fue que las negociaciones comunes con los transportistas, las realizaba solo a través de la Coordinadora, forzando a que los transportistas se organizaran entre ellos para llevar propuestas en común. Si bien la Coordinadora no cambió por sí el esquema de operación de los concesionarios, esta instancia ha sido de gran importancia para organizar a las empresas.

### **Creación del fideicomiso de modernización**

Derivado de un acuerdo tarifario, en 1998 se creó el Fideicomiso para la Modernización del Transporte con aportaciones de los transportistas e impulsado por el Gobierno Municipal. Con recursos de este fideicomiso se realizaron inversiones orientadas a la modernización del transporte público de la Ciudad de León, y particularmente en la transformación de las empresas transportistas como lo fue la impartición de un programa de capacitación para dirigentes y personal administrativo de las empresas, así como el Estudio de Diagnóstico y Plan de Estrategias para la transformación interna de las empresas concesionarias. Con este instrumento se empezaron a generar acciones para abatir los rezagos en aspectos de organización, administración e infraestructura de las empresas transportistas tales como: el control de ingresos y egresos, programación de frecuencias y cumplimiento de recorridos, mantenimiento y renovación de unidades, así como nuevas formas de contratación de conductores.

En la actualidad, este fideicomiso sigue operando de manera exitosa, siendo de mucha utilidad para las empresas transportistas en sus acciones de modernización, capacitación, uniformes para los conductores, renovación de flota, entre otras.

### **Capacitación a concesionarios.**

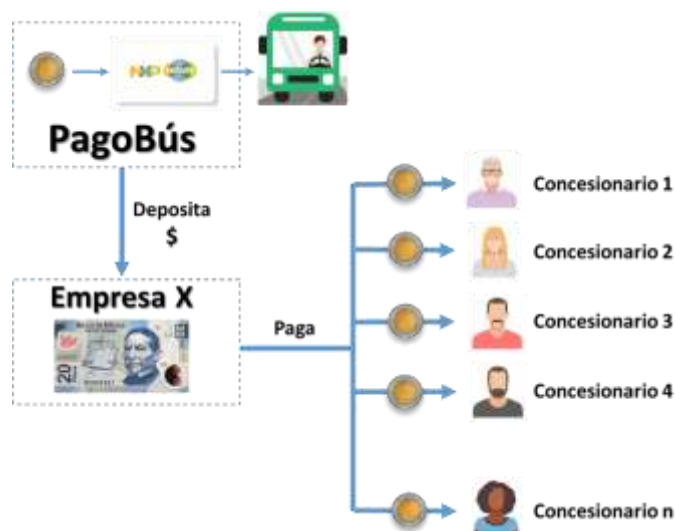
Como parte de las acciones de fortalecimiento para las empresas del transporte, en el año 2000 se dieron los primeros pasos para profesionalizar el servicio y la organización de las empresas. La capacitación a los socios de las empresas inició a partir de la implementación de dos talleres: Sensibilización al Cambio e Impacto Organizacional. Por medio de la Coordinadora de Transporte Urbano de la Ciudad y el apoyo de la Universidad Iberoamericana León, se continuó con cursos de capacitación y desarrollo

para directivos y concesionarios, con la finalidad de apoyar a las empresas en el proceso de cambio organizacional. Entre estos programas de capacitación se puede destacar los cursos de Administración de flotillas de transporte, Administración de empresas de transporte y Planeación del transporte de personas y carga.

### **Implementación del sistema de prepago.**

Un detonador importante en la transformación de las empresas, fue la implementación del sistema de prepago con tarjeta inteligente conocido como PagoBús. Dicho sistema se puso en marcha en el mes de marzo del año 2001, como parte de uno de los compromisos acordados en un convenio tarifario.

Esta acción, de manera indirecta, provocó que al interior de todas las empresas de transporte de la ciudad, las cuales al interior seguían trabajando en el esquema Hombre-Camión, se organizaran generando una estructura base administrativa y operativa para la administración y pago de los ingresos provenientes del cobro del pasaje a través de la tarjeta PagoBús. Esto sucedió debido a que las autoridades municipales administraron el sistema de prepago durante los primeros 3 años, estableciendo que el pago de los ingresos cobrados con la tarjeta inteligente, se depositaban en una cuenta única por cada empresa de transporte, obligando así a que al interior de las empresas se organizaran (ver figura 1) para controlar los ingresos por camión y retribuir a cada uno de los concesionarios lo que le corresponde, provocando incluso que comenzaran a centralizar el recaudo de sus ingresos en efectivo apoyados por tecnología, siendo que antes de contar con el sistema de prepago, cada concesionario se encargaba de controlar los ingresos de sus camiones.



*Figura 11 PagoBús paga a una empresa y la empresa le paga a sus concesionarios*

## **ACCIONES AL INTERIOR DE LAS EMPRESAS PARA LOGRAR EL CAMBIO**

En la actualidad, todas las empresas de transporte de la ciudad de León operan como verdaderas empresas de transporte, sin embargo y aunque parezca contradictorio, no en todas se ha erradicado por completo el esquema Hombre-Camión, esto debido a que en algunos casos los socios sigue ganando en función de los camiones que tiene y lo que cada uno produce. No obstante a lo anterior, todas las empresas cuentan con una estructura base donde centralizan al menos la recaudación y administración de sus ingresos, la contabilidad, el despacho de las unidades, el mantenimiento de los autobuses y la asesoría legal.

Partiendo de algunas definiciones de empresa donde se define como “una organización o institución dedicada a actividades o persecución de fines económicos o comerciales para satisfacer las necesidades de bienes o servicios de los solicitantes...”, es que se afirma que al existir una organización, una estructura organizacional y acuerdos en común entre los socios, se entiende entonces que se opera como verdaderas empresas.

Con la finalidad de poder conocer el proceso y acciones que son necesarias al interior de las empresas para lograr el cambio del esquema Hombre-Camión a verdaderas empresas, a continuación se describe uno de los casos más representativos en la Ciudad del León, como lo fue el caso del Corporativo Transporta, con base a la experiencia del Ing. Francisco Viladomat Muro, quien representó a los empresarios de 6 empresas que formaban parte de dicho corporativo.

### **Proceso para la transformación a verdaderas empresas – caso Grupo Transporta**

Tradicionalmente, las empresas de transporte público en León, así como en la mayor parte del país, funcionaban bajo el añejo esquema del Hombre-Camión, pese a que ya existían sociedades anónimas por exigencia del Gobierno del Estado desde 1981, pero la figura de empresas solo estaba plasmado en papel, al interior todo funcionaba igual.

Como se mencionó anteriormente, los primeros indicios de cambio surgieron en el año 2001, con la llegada del sistema PagoBús, pero no fue sino hasta el año 2003, que un grupo de empresarios del calzado de esta ciudad, decidieron invertir en dos empresas de transporte público (TransLeón y Red Optibús Oriente). De esta manera, este grupo de empresarios comenzó a incursionar en el negocio del transporte público y para el año 2007 el grupo ya contaba con cuatro empresas más (Línea Centro Garita, Transporte Urbanos de León – TUL, Autobuses Urbanos Centro Américas Deportiva y Red Optibús Norte).

Con la finalidad de unificar la administración y operación de las 6 empresas, en el año 2008 se crea el Corporativo Transporta, nombrando al Ing. Francisco Viladomat Muro,



como Director General del Corporativo, quien a su vez era presidente de 2 empresas del grupo, cargos que desempeñó hasta el año 2014. Durante este tiempo, el Ing. Viladomat fue nombrado Presidente de la Coordinadora de Transporte de la Ciudad.

Estas 6 empresas cambiaron en su totalidad el esquema de operación de Hombre-Camión a verdaderas empresas en donde la participación de los socios es en acciones. El proceso y acciones que se requirieron para lograr dicho cambio al interior de estas empresas fueron los siguientes:

- 1º. Establecer la visión empresarial.- fue necesario establecer una visión clara donde se manifestara hacia dónde se pretendía dirigir la empresa en un mediano y largo plazo. Esta visión fue definida de la siguiente manera: "Nacimos para ser la empresa líder a nivel mundial en transporte urbano. Buscamos ser una empresa con equilibrio financiero y crecimiento sostenido, que impulse el compromiso de nuestra gente para ofrecer a nuestros usuarios un servicio de excelencia, apoyados en tecnología de punta proyectando una gran imagen". Esta nueva visión buscaba un equilibrio entre la rentabilidad de la empresa y la calidad del servicio que se ofrece a los usuarios.
- 2º. Establecer el esquema de acciones y participaciones.- hubo un arduo trabajo internamente entre los concesionarios que continuaban en el grupo de empresas y que hasta ese momento trabajaban bajo el esquema Hombre-Camión, negociando la participación accionaria de cada uno de los socios. Esto fue una tarea complicada, pues como era de esperarse, había mucha resistencia al cambio por parte de los concesionarios que estaban muy arraigados a su forma tradicional de operar. No obstante a ello, se logró negociar en buenos términos con todos los concesionarios.
- 3º. Cambiar concesiones de persona física a persona Moral.- este fue un momento clave, a partir del cambio de persona física a persona moral de las concesiones es que jurídicamente desaparece en su totalidad el Hombre-Camión, las concesiones finalmente son administradas por una empresa y no por los concesionarios. En términos reales, las seis empresas del corporativo transporta son las primeras que lograron tener una organización 100% empresarial.
- 4º. Crear una nueva estructura orgánica.- cada empresa del corporativo cuenta con su propia estructura organizacional, las cuales son similares entre sí, aunque cambian de acuerdo al tamaño y al tipo de rutas que administra cada empresa. El Corporativo Transporta cuenta con su propia estructura organizacional, con un enfoque de soporte a sus empresas en inteligencia de negocios, soporte legal, proyectos estratégicos y financieros.

- 5°. Contratar y capacitar a personal.- un cambio importante en las empresas, fue la profesionalización de su equipo de trabajo. Mientras que tradicionalmente los que administraban y operaban eran los mismos concesionarios, sus familiares y personal de su confianza, eran personas que en su mayoría no contaban con un perfil adecuado, y es por ello que fue necesario contratar personal con más experiencia y fortalecer sus capacidades en áreas específicas necesarias para administrar y operar mejor el negocio del transporte.
- 6°. Modernizar las instalaciones.- el contar con más y mejores instalaciones, era necesario para optimizar y mejorar la operación y administración de la flota operativa. En miras de lograr lo anterior, se modernizaron las bases de encierro existentes y se invirtió en bases nuevas, las cuales debían estar estratégicamente ubicadas y contar con oficinas, estacionamiento, talleres, abastecimiento de combustible, áreas de lavado, así como tener áreas de esparcimiento y descanso, comedor, baños y lockers para los choferes y personal operativo.
- 7°. Elaborar manuales de operación y procedimientos.- con la finalidad llevar a cabo de manera precisa, ordenada y secuencial, las tareas y actividades operativas que son asignadas al personal de las empresas del corporativo, se elaboraron manuales de operación y procedimientos para todas u cada una de las actividades de la empresa.
- 8°. Sistematizar y automatizar procesos.- con apoyo e integración de tecnologías y sistemas de información, se desarrolló un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés) para facilitar el control de las operaciones a través de módulos especializados para cada área, haciendo más eficiente el manejo de la información, posibilitando una mejor y oportuna toma de decisiones para disminuir costos de las empresas y generar una mayor rentabilidad.
- 9°. Optimización de la operación.- los problemas que acarrea el esquema Hombre-Camión son sin duda las ineficiencias en la operación, tales como: la competencia desleal, la guerra del pasaje, el sobre-posicionamiento de rutas, el incumplimiento de horarios y despachos, entre otros factores que impactan de manera directa en la calidad de servicio, los costos de operación y por ende, en las tarifa y la rentabilidad de las empresas. Aunque lo anterior no son factores que dependen solo de las empresas, la visión empresarial si ayuda a mitigar las ineficiencias, así como a mejorar y optimizar la operación en la medida de lo posible.
- 10°. Capacitación sistemática a operadores.- reducir los costos de operación no solo obedece a la optimización de los recursos y su operación, existen otros factores como la forma de conducción de los choferes que infieren también directamente

en los costos; tal es el caso de la forma de acelerar, frenar, maniobrar y esquivar, el trato y limpieza de los autobuses, la detección anticipada de fallas, los accidentes viales, etc. En este sentido, generar una mejor forma de conducción de las unidades ayuda también a reducir costos, y esto se logra fortaleciendo sistemáticamente la capacidad de conducción de los operadores.

Para poder lograr mejorar la rentabilidad de las empresas que conforman el Corporativo Transporta, se establecieron 3 líneas estratégicas:

1. Reducir los costos de operación, a través de la optimización de la operación.
2. Medir y controlar, todas las áreas operativas a través de controles e indicadores que maximicen la utilización de los recursos humanos y materiales.
3. Automatizar procesos, con apoyo de herramientas de software y del sistema ERP (desarrollos propios), controlando mejor la información y generando una mejor toma de decisiones.

## **IMPACTO DE LA TRANSFORMACIÓN DEL MODELO HOMBRE-CAMIÓN A EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO**

El cambio en la forma de operar de los concesionarios del modelo Hombre-Camión a verdaderas empresas, ha generado grandes beneficios en el transporte público de la Ciudad de León, lo que ha impactado de forma positiva en el servicio que reciben los usuarios del transporte. Algunos de estos beneficios son los siguientes:

*Para las empresas (datos observados en Grupo Transporta hasta el 2014)*

- Genera ahorros significativos en los costos de operación hasta del 15%
- Reducción del 10% de la flota
- Incremento en el IPK (índice de pasajeros por kilómetro) en las rutas del corporativo de 1.98 a 2.84
- Subió el promedio de vida de los autobuses a 5 años
- Mayor rentabilidad del negocio con un incremento en las utilidades del 15%
- El control de la información hace más asertiva la toma de decisiones

*Para las autoridades de transporte*

- Facilita las negociaciones con las empresas de transporte
- Permite impulsar más acciones para la modernización del transporte

*Para el servicio y los usuarios*

- La optimización de la operación permite reducir las emisiones contaminantes
- Aumenta la calidad del servicio
- Mejora la puntualidad, dando mayor certeza de que el camión va a pasar
- Unidades limpias y en buen estado
- Mejor conducción del operador y menos accidentes viales

Como se puede observar, el cambio en la forma de operar de los transportistas en la Ciudad de León, Guanajuato, del esquema de operación Hombre-Camión a verdaderas empresas, fue fundamental para el desarrollo y modernización del sistema del transporte público de la ciudad. Se puede concluir entonces, que es imprescindible y estratégico erradicar este esquema añejo de Hombre-Camión en todas aquellas ciudades de México en donde siga prevaleciendo esta forma de operar, esto con la firme intención de facilitar el desarrollo del transporte público en estas ciudades.

# **ANÁLISE DE EVENTO NA AV. TORQUATO TAPAJÓS EM MANAUS E PROPOSTA DE MUDANÇA NO SISTEMA VIÁRIO PARA OTIMIZAÇÃO DO FLUXO VEICULAR**

## **Hiago Dias Costa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM  
Manaus, Amazonas, Brasil  
hiagoodias@gmail.com

## **Bruno Oliveira dos Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM  
Manaus, Amazonas, Brasil  
santos.bruno17a@gmail.com

## **Jean Marxell Motta de Sousa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM  
Manaus, Amazonas, Brasil  
marxelljean@gmail.com

## **Jussara Socorro Cury Maciel**

Serviço Geológico do Brasil – CPRM  
Manaus, Amazonas, Brasil  
jussara.maciel@cprm.gov.br

## **RESUMO**

Adequar o sistema viário ao crescimento populacional é o grande desafio na atualidade, e com o auxílio dos estudos de campo, é possível dimensionar a situação atual e promover melhorias de curto a longo prazo, já que número de veículos cresce consideravelmente a cada ano, e com este preceito que foi desenvolvido o estudo de impacto de um dos maiores eventos natalinos na cidade de Manaus, que é o evento Um Sonho de Natal dirigido pela Nova Igreja Batista, e afeta todo o trânsito em seu entorno por ser um dos principais polos geradores do mês de dezembro, e está localizado em uma das principais vias arteriais da cidade, a Avenida Torquato Tapajós. Realizou-se uma pesquisa *in loco*, e com os dados obtidos foi possível realizar as relações e comparativos pertinentes com os indicadores de tráfego, além de propor alternativas para os problemas de fluxo identificados durante a coleta de dados.

## **1. INTRODUÇÃO**

A facilidade de aquisição de veículos é uma realidade que afeta diretamente o trânsito nas principais capitais do mundo, porém muitas destas cidades não possuem estrutura viária adequada para suportar o aumento do quantitativo de veículos, e a falta de

investimento para adequações viárias, colaboram para o avanço dos congestionamentos nas zonas de maiores fluxos, interseções e no entorno dos principais Polos Geradores de Viagens.

Segundo Manica (2013), Polos Geradores de Viagem (PGVs) são empreendimentos, seja comercial ou residencial, que possuem capacidade de atrair deslocamentos significativos de pessoas, aumentando o fluxo de automóveis, causando impacto negativo no trânsito da região e entorno de onde o PGV se encontra, havendo assim a necessidade de se estudar esse impacto no trânsito para tentar minimizar ou mitigar o problema. Os PGVs podem ser classificados pelo tipo de impacto causado: i) micropolos, para impactos isolados e pequenos, requerendo soluções de âmbito operacional; e ii) grandes polos, cujos impactos causados são maiores (CET-SP, 1983).

De acordo Meneicke *et al.* (2010), o trânsito nas grandes cidades é muito difícil de ser gerenciado, por causa da grande quantidade de usuários e do espaço físico limitado. E ainda, cada indivíduo possui um padrão de deslocamento único, determinado a partir de suas atividades diárias. A falta de investimentos em transportes públicos e em estruturas viárias, aliados ao crescimento do número de veículos conduziram ao atual estágio de equilíbrio instável, e este equilíbrio é desfeito com a ocorrência de eventos que alteram a normalidade do trânsito. Os eventos são classificados em: i) rotineiros – acidentes leves, veículos avariados, obras etc.; ii) programados – megashows, manifestações populares, jogos de futebol etc.; iii) intempestivos – acidentes graves, incêndios, enchentes etc. Ainda podendo ser classificado pela: a) duração – impacto temporal; b) extensão – impacto espacial; c) intensidade – impacto no volume de tráfego.

O planejamento para realização de um evento se inicia com a análise do sistema viário envolvido e das ações necessárias para garantir a melhor acessibilidade do público, minimizando o impacto que o aumento do fluxo de veículos e pedestres causará. Para isto é necessário caracterizar o sistema viário, considerando as áreas de influência, as características do evento, como a quantidade de público e dias de realização (CET-SP, 2012).

Após a década de 70, a cidade de Manaus passou por um processo de crescimento demográfico, principalmente com a consolidação da Zona Franca de Manaus, ocasionando assim o aumento do fluxo de veículos e impactando diretamente no seu sistema viário. Esse crescimento da população, levou a urbanização aos limites territoriais e, assim desenvolveu as Zonas Norte e Oeste. E na década atual, ocorreu um novo aumento, fazendo com que o sistema viário ficasse ainda mais congestionado, principalmente no eixo Norte-Sul (COSTA & MACIEL, 2017).

Na cidade de Manaus, ocorre um evento natalino, em dezembro chamado “Um Sonho de Natal”, que movimenta mais de 1500 pessoas diretamente e 3000 pessoas indiretamente. No ano de 2017, as apresentações iniciaram no dia 8 e finalizaram dia 25 de dezembro, no prédio localizado na Avenida Torquato Tapajós, que é uma das avenidas mais importantes de Manaus, com 13 km de extensão, sendo a via de acesso à cidade através das rodovias AM-010 e BR-174, é também um vetor de crescimento da cidade, pois abriga várias indústrias, conjuntos habitacionais, lojas e comércios em geral.

Segundo Portugal e Goldner (2003), os Polos Geradores de Viagens são “empreendimentos de distintas naturezas que têm em comum o desenvolvimento de atividades em um porte e escala capazes de gerar um contingente significativo de viagens, necessitar de grandes espaços para estacionamento, carga e descarga e embarque e desembarque”. Assim, o evento realizado pela Nova Igreja Batista pode-se classificar como um PGV, e que impacta diretamente no trânsito da região.

## 2. METODOLOGIA

Para verificar esse impacto, foi realizada a contagem volumétrica de veículos em 2 dias. Foram contabilizados quantos veículos passam na avenida durante a realização do evento, e quantos adentram o estacionamento da referida Igreja, conforme Tabela 1.

**Tabela 1 Contagem volumétrica no 1º dia**

Hora	Av. Torquato Tapajós (TT) Quantidade de veículos	Acesso à NIB (AN) Quantidade de veículos	AN/TT (%)
18:15 - 18:30	562	53	9,43
18:30 - 18:45	558	79	14,16
18:45 - 19:00	528	108	20,45
19:00 - 19:15	630	127	20,16
19:15 - 19:30	609	117	19,21
19:30 - 19:45	641	56	8,74
19:45 - 20:00	527	24	4,55
20:00 - 20:15	554	25	4,51

Observou-se, também, o excesso de paradas de veículos em locais proibidos, atrapalhando também o tráfego no local. Esse dado foi contabilizado e expresso na contagem realizada no segundo dia, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2 Contagem volumétrica no 2º dia**

Hora	Av. Torquato Tapajós (TT) Quantidade de veículos	Acesso à NIB (AN) Qtd. de veículos	Paradas na NIB (PN) Qtd. de veículos	AN/TT (%)	PN/TT (%)
18:00 - 18:15	625	53	34	8,48	5,01
18:15 - 18:30	585	75	25	12,82	3,79
18:30 - 18:45	509	68	33	13,36	5,72
18:45 - 19:00	576	89	39	15,45	5,86
19:00 - 19:15	613	95	28	15,50	3,95
19:15 - 19:30	598	113	24	18,90	3,38
19:30 - 19:45	434	42	36	9,68	7,56
19:45 - 20:00	570	45	33	7,89	5,37

Com os dados obtidos na pesquisa *in loco* foi possível analisá-los utilizando procedimentos listados no Manual de estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2006), assim como adaptando e fazendo algumas considerações do Modelo Webster, é possível apresentar as relações e comparativos pertinentes com os indicadores de tráfego, tais como taxas de ocupação, fluxo e grau de saturação, fator horário de pico (FHP), níveis de serviço da via, além de propor alternativas para os problemas de fluxo identificados durante a coleta de dados.

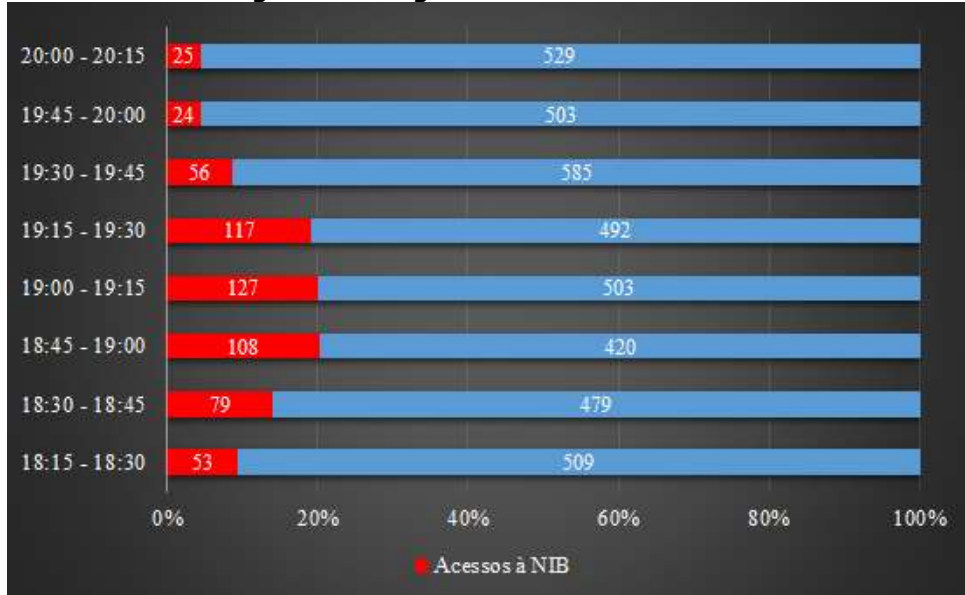
### 3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 3.1. Procedimentos do Manual de Estudos de Tráfego

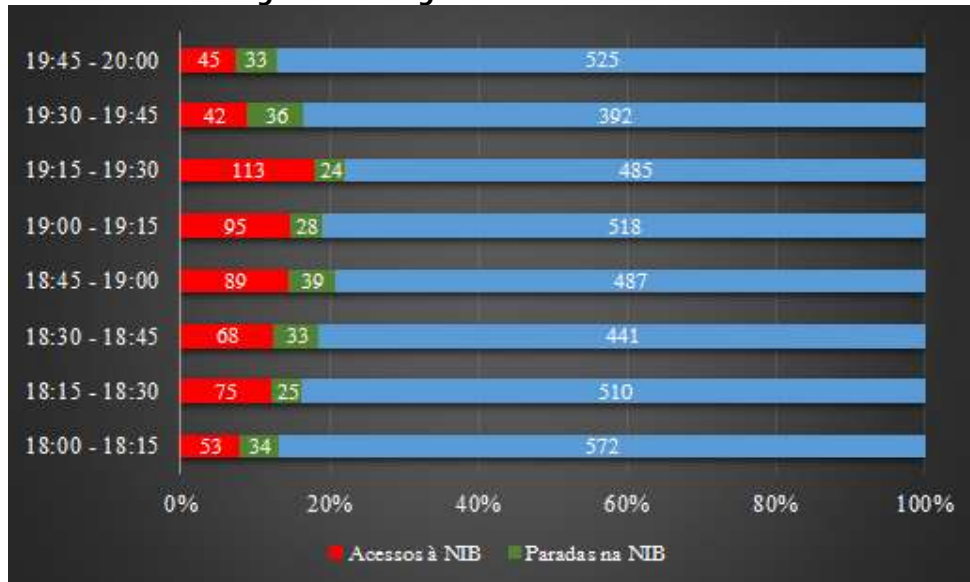
Após o primeiro dia de contagem, verificou-se que em determinados períodos, o fluxo de veículos que vão em direção ao evento chegam a representar mais de 20% do total de veículos que passam pela Av. Torquato Tapajós. E após o segundo dia de contagem, percebeu-se novamente que em determinados intervalos de tempos, o quantitativo de veículos que vão em direção à Igreja corresponde a aproximadamente 20% do quantitativo total, e os veículos que fazem parada, seja para deixar passageiros seja para pedir informação, chega a representar mais de 8% desse quantitativo, impactando negativamente o trânsito na região, conforme Figuras 1 e 2.



**Figura 1 Contagem Volumétrica no 1º dia**



**Figura 2 Contagem Volumétrica no 2º dia**



Segundo o conceito do Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), o Fator Horário de Pico é o volume da hora de pico do período de tempo considerado, dividido pelo quádruplo do volume do período de quinze minutos da Hora de Pico com maior fluxo de tráfego, representada pela Equação (1):

$$FHP = \frac{VHP}{4 \times V15Max} \quad (1)$$

Onde:

FHP = fator horário de pico;

VHP = volume da hora de pico;

V15Max = volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

Com os dados apresentados nas Tabelas 1 e 2 foi possível determinar o FHP da via. Para cálculo do FHP, foram analisadas duas situações, a primeira considerando todos os veículos que trafegaram na Av. Torquato Tapajós, e a segunda situação considerando que o quantitativo de veículos é a diferença da quantidade de veículos que trafegaram na avenida menos os acessos realizados na Nova Igreja Batista, ou seja, uma situação onde se considera que não esteja sendo realizado o evento.

Averiguando-se então, que o horário de pico, no período que antecede a realização do evento, ficou compreendido de 18:45 às 19:45 no primeiro dia de contagem, e o tendo o volume da hora pico com 2.408 veículos, ressaltando que desse quantitativo, um total de 408 veículos adentraram no estacionamento do evento, conforme apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3 Fator Horário de Pico no 1º dia**

Hora	Av. Torquato Tapajós (TT) Quantidade de veículos	Av. Torq. Tapajós (TT) - Acesso à NIB (AN) Quantidade de veículos
18:15 - 18:30	562	509
18:30 - 18:45	558	479
18:45 - 19:00	528	419
19:00 - 19:15	630	503
19:15 - 19:30	609	492
19:30 - 19:45	641	585
19:45 - 20:00	527	503
20:00 - 20:15	554	529
VHP	2408	2109
V15Max	641	585
FHP	0,939	0,901

Logo o FHP teve como resultado o valor de 0,939, considerado normal para áreas urbanas, já que os valores nessas áreas geralmente situam-se entre 0,80 e 0,98. No entanto, próximo de 0,95, que é o valor indicativo de grande volume de tráfego (DNIT, 2006). Vale ainda ressaltar que esse acréscimo de veículos na Av. Torquato Tapajós, fez com que se deslocasse o horário de pico, conforme destacado na Tabela 3, assim como se elevasse o FHP da via.

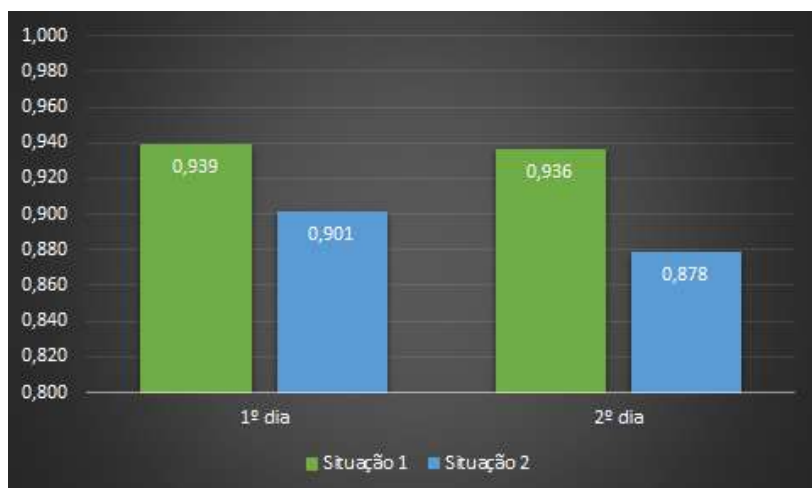
No segundo dia, o horário de pico ficou compreendido 18:30 às 19:30, com um total de 2296 veículos, sendo que destes, 365 foram em direção ao evento. O FHP ficou em 0,936, valor também considerado normal, conforme Tabela 4.

**Tabela 4 Fator Horário de Pico no 2º dia**

Hora	Av. Torquato Tapajós (TT) Quantidade de veículos	Av. Torq. Tapajós (TT) - Acesso à NIB (AN) Quantidade de veículos
18:00 - 18:15	625	572
18:15 - 18:30	585	510
18:30 - 18:45	509	441
18:45 - 19:00	576	487
19:00 - 19:15	613	518
19:15 - 19:30	598	472
19:30 - 19:45	434	392
19:45 - 20:00	570	525
VHP	2296	2010
V15Max	613	572
FHP	0,936	0,878

Observa-se que novamente o FHP foi alterado devido à realização do evento, assim como, novamente o horário de pico da via foi deslocado, conforme mostrado na Tabela 4. Os valores de Fator Horário de Pico do primeiro e segundo dia de contagem volumétrica de veículos, referentes às 2 situações analisadas são apresentadas na Figura 3.

**Figura 3 Fator Horário de Pico**



Com os devidos fluxos veiculares por faixa (VHP/número de faixas) e com estimação da velocidade média do carro de passeio é possível também determinar o Nível de Serviço da via analisada, de acordo com o Manual de estudos de Tráfego (DNIT, 2006). Com a coleta de dados, foi possível estimar a velocidade média do carro de passeio, que é aproximadamente 35 km/h. Tanto no primeiro quanto no segundo dia de coleta, a Situação 1 (com a realização do evento) faz a via se caracterizar o Nível E de serviço, enquanto na Situação 2 (sem a realização do evento) faz o nível da via subir para o Nível de Serviço D.

### 3.2. Modelo Webster

Durante a realização do evento "Um Sonho de Natal", o fluxo no sentido centro-bairro, que é onde se localiza a Nova Igreja Batista, é muito maior que do sentido bairro-centro, isso se deve ao fato do horário de retorno do trabalho assim como da realização do referido evento. Logo, o sentido analisado no modelo Webster, será o sentido centro-bairro. Segundo Webster (1964 *apud* LACORTT, 2013), a capacidade de uma aproximação sinalizada ( $C_p$ ), medida em veículos por hora, é o produto do fluxo de saturação ( $S$ ) com o tempo de verde efetivo ( $gef$ ), dividido pelo tempo de ciclo ( $C$ ), ambos em segundos, conforme Equação (2):

$$C_p = S \cdot \frac{gef}{C} \quad (2)$$

O tempo de verde efetivo ( $gef$ ) é a soma do tempo de verde normal ( $g$ ) ao tempo de amarelo ( $ta$ ), subtraídos do tempo perdido por fase ( $Ii$ ), conforme Equação (3):

$$gef = g + ta - Ii \quad (3)$$

Como o semáforo situado próximo ao local do evento é controlado manualmente, já que os pedestres devem acionar um botão para o semáforo liberar a travessia, o valores do tempo de Ciclo ( $C$ ) e o valor do tempo de verde normal ( $g$ ) foram estimados após pesquisa *in loco*. Outro conceito importante é o Tempo Perdido Total ( $Tp$ ), e

pode ser considerado como a soma do tempo de amarelo ( $t_a$ ) com o tempo perdido por fase (Ii), conforme Equação (4).

$$T_p = t_a + I_i \quad (4)$$

O fluxo de saturação ( $S$ ) de uma aproximação, medido em veículos por hora de tempo verde ( $v/htv$ ), pode ser estimado pela Equação (5), em que  $L$  corresponde à largura da aproximação, ou seja largura da via em metros:

$$S = 525 \cdot L \quad (5)$$

A taxa de ocupação ( $y$ ) de uma dada aproximação é a relação entre o fluxo veicular ( $q$ ) e o fluxo de saturação ( $S$ ), sendo que os fluxos veiculares adotados serão os maiores volumes da hora pico (VHP) com e sem a presença dos veículos que adentram o estacionamento, e que foram apresentados na seção anterior. O valor dessa taxa de ocupação é calculada pela Equação (6):

$$y = \frac{q}{S} \quad (6)$$

O grau de saturação ( $X$ ), definido como sendo a divisão entre o fluxo veicular ( $q$ ) e a capacidade de atendimento de uma aproximação ( $C_p$ ), conforme Equação (7):

$$X = \frac{q}{C_p} \quad (7)$$

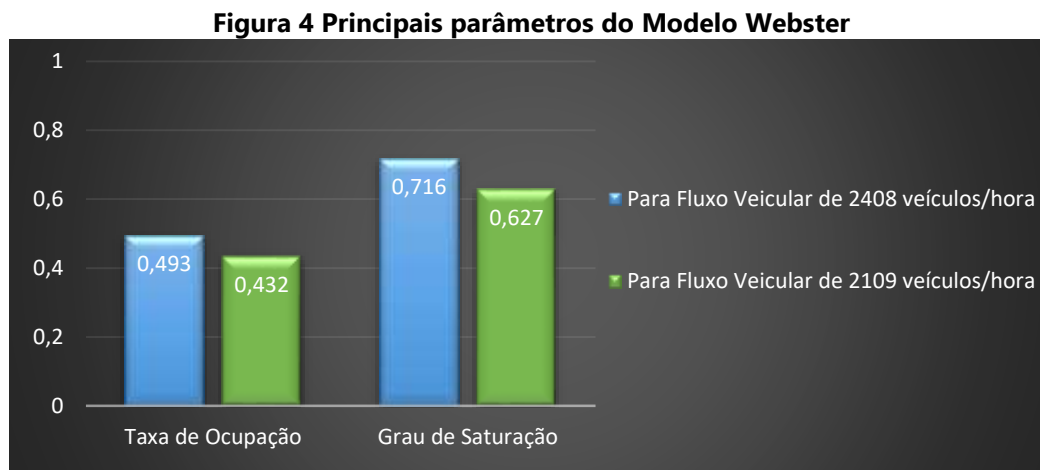
Para a situação analisada na Av. Torquato Tapajós, estimou-se que o tempo de verde é em média de 60 segundos, que o tempo de amarelo de são 5 segundos e o vermelho é de 25 segundos,  $L$  de 9,3 metros (3 faixas de 3,1 metros cada aproximadamente), e adotando  $I_i$  de 3 segundos, obtém-se os dados apresentados na Tabela 5, a seguir:

**Tabela 5 Parâmetros Modelo Webster**

Parâmetro	Para $q = 2408$	Para $q = 2109$
$s$		
$S$	4882,5	4882,5
$gef$	61	61
$C_p$	3135,08	3135,08
$T_p$	7	7
$y$	0,49	0,43
$X$	0,77	0,67

Lembrando que de acordo Webster (1964 *apud* LACORTT, 2013), o grau de saturação é um coeficiente que indica, o quanto a demanda está próxima da capacidade horária de escoamento. Quando o grau de saturação for superior a 1, significa que a solicitação é maior que a capacidade de atendimento da aproximação, ou seja, gera

um congestionamento em razão dos veículos que chegam e não são atendidos. Nos dados analisados o grau de saturação com a influência dos veículos que vão em direção ao evento é cerca de 15% maior comparado ao caso onde não a presença desses veículos, conforme ilustrado na Figura 4.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos dados, percebe-se o tamanho do impacto gerado pelo maior fluxo veicular devido à realização do evento, uma vez que aumenta índices como o Fator Horário de Pico, Taxa de Ocupação e Grau de Saturação da Via, além de fazer com que o Nível de Serviço da via caia de D para E.

Com a pesquisa *in loco* foi possível caracterizar a situação atual do local onde é realizado o evento, conforme mostrado na Figura 5.



Fonte: Autores

E com os dados obtidos, notou-se que há no local do evento, área disponível para a construção de um recuo de uma faixa com acesso direto a rua do estacionamento principal, que juntamente com uma fiscalização *in loco* para evitar paradas em fila dupla, diminuiria consideravelmente as ocorrências de paradas indevidas e em consequência, os congestionamentos.

Percebe-se, também, que a preferência para o estacionamento da avenida Torquato Tapajós dar-se pelas condições de acesso da entrada pela avenida Max Teixeira, onde é possível entrar e sair um veículo por vez. A entrada possui espaço para o desenvolvimento de um acesso convidativo aumentando mais uma faixa de acesso na rua de acesso existente totalizando três faixas utilizadas conforme a demanda.

As principais sugestões de adequações e melhorias elencadas são apresentadas e caracterizadas conforme mostra a Figura 6.

**Figura 6 Simulação das melhorias propostas para o evento**



Fonte: Autores

O presente estudo serve para alertar a respeito da realização de eventos de grande porte em vias arteriais na cidade Manaus, uma vez que as autoridades locais não dão a devida atenção ao evento e o tratam como algo pontual, não realizando as devidas alterações viárias para comportar o maior fluxo de veículos durante o evento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CET-SP (1983). *Polos Geradores de Tráfego*. Boletim Técnico 32. Companhia de Engenharia de Tráfego. Prefeitura de São Paulo.

CET-SP (2012). *Planejamento de Tráfego de Eventos Especiais*. Boletim Técnico 54. Companhia de Engenharia de Tráfego. Prefeitura de São Paulo.

- COSTA, M. N., MACIEL, J. S. C. (2017). *Shopping center como atrativo de condomínios verticais e as influências no tráfego viário*. In: XXXI - Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, Rio de Janeiro.
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006). *Manual de estudos de Tráfego*. Rio de Janeiro: DNIT/IPR.
- LACORTT, M. (2013). *Modelagem matemática para otimização do tráfego urbano semaforizado*. Revista TEMA, v. 14, nº 3, São Carlos.
- MANICA, F (2013). *Polos Geradores de Viagem: Caracterização dos percentuais das categorias de viagens geradas por um empreendimento comercial na cidade de Porto Alegre*. Porto Alegre.
- MEINECKE, C., FEDER, M., PACHECO, L. M. (2010). *Gestão da mobilidade urbana em eventos programados: o caso da seleção brasileira em Porto Alegre*. Revista dos Transportes Públicos - ANTP, ano 32, n. 124, p. 9-22.
- PORTUGAL, L. S., GOLDNER, L. G. (2003). *Estudo de polos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes*. Ed. Edgard Blucher, São Paulo.



# **ANÁLISE HIERÁRQUICA PARA APOIO À DECISÃO PARA UM SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO AO LONGO DA I PERIMETRAL DO RECIFE**

## **Carine Aragão**

Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
ine\_am7@hotmail.com

## **Regina Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
reginalmoliveira@hotmail.com

## **Maurício Andrade**

Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
mauandrade@gmail.com

## **Enilson Santos**

Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
emsantos@ct.ufrn.br

## **Resumo**

Este artigo desenvolve uma análise multicritério de apoio a tomada de decisão para a escolha de um sistema de transporte público urbano para a I Perimetral de Recife-PE, Brasil, perante a percepção de especialistas em gestão de transporte. Os critérios e subcritérios foram definidos de acordo com a literatura estudada, na qual os sistemas de transportes mais usuais são o ônibus comuns, o sistema de – *Bus Rapid Transit*– BRT, *Light Rail Transit*– VLT e metrô. Os critérios econômicos, ambientais e sociais apresentam maior peso mais na escolha modal. Nesta análise conclui-se que para o Corredor em questão, o VLT seria o mais viável. Em segundo lugar viria o BRT.

## **1. Introdução**

A mobilidade das pessoas tem mudado expressivamente nas últimas décadas em todo o mundo, principalmente por causa do rápido e desordenado processo de urbanização. Nas grandes cidades são comuns problemas como congestionamentos, sistemas de transporte público ineficazes, poluição e perda da qualidade de vida da população, crescente aumento de acidentes e de tempo gasto no trânsito e perda de mobilidade. Esses problemas tornam a falta de infraestrutura e planejamento urbano um importante desafio a ser superado por essas cidades.

No Brasil não é diferente. De acordo com Magalhães e Yamashita (2015), o agravamento desses problemas pode ser explicado pela escolha de grande parte da população pelo uso do transporte individual. E sendo o sistema de transporte um dos responsáveis pelo deslocamento das pessoas, a gestão do transporte e da circulação nas cidades apresentam-se como atividades essenciais do Poder Público. O transporte coletivo público urbano torna-se vital em grandes cidades, ajudando a manter a

vitalidade econômica, a justiça social, a qualidade de vida e a eficiência das cidades modernas (Reis *et al.*, 2016).

Dessa forma, o poder público tem como principal responsabilidade garantir a provisão adequada de transporte público, mobilidade e acessibilidade para a população, como também a aferição de sua qualidade e de seu custo (Rocha e Ramos, 2016). Então, quando tratamos da mobilidade em termos de transporte público, a qualidade desse sistema está diretamente relacionada à qualidade de vida da população, como também seu grau de desenvolvimento econômico e social (Ferraz e Torres, 2004 *apud* Magalhães e Yamashita, 2015).

Existem várias soluções de sistemas transportes de passageiros em cidades de grande porte, que são eficientes e podem ser implementados de acordo com as necessidades e infraestrutura de cada cidade, entre elas podemos citar o metrô, o VLT, BRT, ônibus em faixa exclusiva e em tráfego misto. Uma forma de escolher o melhor sistema é analisando a viabilidade do projeto, que pode ser determinado através de uma análise financeira que comprove que suas receitas esperadas serão maiores do que os seus custos de investimento e de operação, segundo Dalbem *et al.* (2010), para projetos privados. Porém, quando um projeto é de interesse para a sociedade, mesmo não produzindo retorno financeiro, os benefícios futuros são mais amplos do que apenas a geração de receitas, e podem incluir fatores como o desenvolvimento econômico de uma região, melhoria da qualidade de vida, benefícios de redução de tempo de transporte, e outros (Dalbem *et al.*, 2010).

Dentro desse contexto, pretende-se auxiliar a escolha de um sistema de transporte público para a I Perimetral Metropolitana do Recife por meio de uma análise multicritério. Esta pesquisa objetiva, portanto: 1) buscar alternativas possíveis para a avenida; 2) compreender qual o melhor sistema a ser adotado em termos de condicionantes econômicos, sociais, ambientais, operacionais e institucionais; 3) compreender os resultados que explicam a implantação do projeto escolhido.

A Avenida Agamenon Magalhães (I Perimetral Metropolitana do Recife), objeto de estudo deste artigo, é uma das principais vias urbanas da cidade de Recife – PE e enfrenta congestionamentos diários. Nela operam 99 linhas de ônibus que atendem diariamente a cerca de 350.000 passageiros. Assim, para solucionar os problemas de mobilidade da I Perimetral é necessário um planejamento a médio e longo prazo, que englobe não só projetos de sistema de transporte público, mas também o aperfeiçoamento urbanístico da área.

Desse modo, quando existem múltiplos objetivos a serem atingidos em um projeto, uma alternativa é usar uma análise multicritério, para auxiliar os tomadores de decisão. Na análise multicritério, diversos critérios relevantes são ponderados por sua importância relativa, gerando uma nota para cada alternativa analisada que permite a

comparação entre projetos (Dalbem et al. 2010). A atribuição desses pesos pode ser transparente, na medida em que especialistas e a população sejam chamados a opinar, porém um forte componente de subjetividade sempre existirá nesse processo.

Neste trabalho, para analisar qual seria o melhor sistema de transporte a ser implantado, é justificável usar como metodologia a análise multicritério do Processo de Análise Hierárquica – AHP, com entrevistas a especialistas, e levantamento dos melhores sistemas de transporte de passageiros em cidades, presentes na literatura, do ponto de vista da eficácia e da racionalização da mobilidade urbana.

Com estudos da natureza desse proposto, é possível melhor identificar o sistema que mais se adequa a cada realidade e quais as consequências nos projetos e seus resultados, ajudando também aos tomadores de decisão a avaliar melhor os riscos para a implementação de projetos futuros.

No próximo tópico é apresentado resumidamente o método multicritério AHP. Na seção três são descritos os sistemas de transporte público mais comuns no Brasil. O item quatro retrata o local de estudo deste artigo, em seguida é apontado o método usado para esta pesquisa, por fim o tópico 6 disserta sobre os resultados obtidos e a conclusões que este artigo traz.

## **2. Método multicritério AHP**

O método AHP (Analytic Hierarchy Process) concebido por Tomas L. Saaty na década de 1970, comprovou ser o método multicritério mais amplamente aplicado no apoio a tomada de decisão na resolução de conflitos negociados, em problemas com múltiplos critérios. Contudo, há críticas substanciais de um número de especialistas em MCA. Houve também tentativas de derivar métodos similares que reter os pontos fortes do AHP, evitando algumas das críticas (Dodgson *et al*, 2009).

De acordo com Dodgson *et al* (2009), a base da *Analytic Hierarchy Process* (AHP), encontra-se em um método para conversão de avaliações subjetivas de importância relativa para um conjunto de pontuações ou pesos. A entrada fundamental para o AHP é a resposta do decisor a uma série de questões de uma forma geral, "Quão importante é o critério A em relação ao critério B?". Sendo denominados comparações pareadas. Desse modo, questões desse tipo podem ser usadas para estabelecer, dentro do AHP, os pesos para critérios e pontuações de desempenho para opções nos diferentes critérios (Dodgson *et al*, 2009).

Assim, o primeiro passo consiste na derivação de pesos, assim com um conjunto de critérios já estabelecidos, o tomador de decisão deve responder a uma pergunta de comparação de cada par de critérios, perguntando a importância relativa dos dois. Por

fim, as respostas reunidas verbalmente são codificadas em uma escala de intensidade de nove pontos, ver Tabela 6.

**Tabela 6. Escala numérica Saaty**

Quão importante é A em relação a B?	Índice de preferência atribuído
Igualmente importante	1
Moderadamente mais importante	3
Fortemente mais importante	5
Muito fortemente mais importante	7
Esmagadoramente mais importante	9

Fonte: Dodgson *et al*, 2009.

2, 4, 6 e 8 são valores intermediários que podem ser usados para representar matizes de julgamento entre as cinco avaliações básicas.

Como o tomador de decisão é considerado consistente em fazer julgamentos sobre qualquer um dos dois critérios e, como todos os critérios sempre serão classificados igualmente quando comparados a eles mesmos, é sempre necessário fazer comparações de  $1/2n(n - 1)$  para estabelecer o critério. Tendo um conjunto completo de julgamentos pareados para  $n$  critérios (Dodgson *et al*, 2009). Assim, uma matriz típica para estabelecer a importância relativa de três critérios pode ser semelhante a:

$$\begin{bmatrix} 1 & 5 & 9 \\ 1/5 & 1 & 3 \\ 1/9 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

O segundo passo é estimar o conjunto de pesos (três no exemplo acima) que são mais consistentes com as relatividades expressas na matriz. Observe que, embora haja consistência completa nos julgamentos (recíprocos) feitos sobre qualquer par, a consistência dos julgamentos entre pares não é garantida. Assim, a tarefa é procurar os três  $w_j$  que fornecerão o melhor ajuste às "observações" registradas na matriz de comparação pareada. Isso pode ser feito de várias maneiras.

O método básico de Saaty para identificar o valor dos pesos depende de ideias relativamente avançadas em álgebra matricial e calcula os pesos como elementos do autovetor associado ao valor próprio máximo da matriz (Dodgson *et al*, 2009). Os cálculos necessários são bastante complexos. Uma alternativa mais direta, que também tem algumas atrações teóricas e que foram adotados nesse artigo, são:

- calcular a média geométrica de cada linha na matriz
- totalizar as médias geométricas e
- normalizar cada uma das médias geométricas dividindo pelo total apenas computado.

Com pesos e pontuações todos calculados usando a abordagem de comparação pareada descrita acima, as opções são avaliadas em geral usando o modelo aditivo linear simples usado para o MCDA. Todas as opções registram uma pontuação ponderada,  $S_i$ , em algum lugar no intervalo de zero a um. A maior é a opção preferida, sujeita, como sempre, a testes de sensibilidade e outras análises específicas do contexto da classificação produzida pelo modelo (Dodgson *et al*, 2009).

### **3. Alternativas de tecnologias de transporte público urbano**

De acordo com Bagnaschi (2012), a escolha do sistema de transporte é de suma importância para o processo de planejamento de uma cidade, permitindo maior opção de deslocamento dos usuários e racionalização dos recursos. Ainda segundo a autora, os principais Sistemas de Transporte Urbano existentes no Brasil são, sistema de transporte coletivo por ônibus, o Transporte Rápido por Ônibus – *Bus Rapid Transit* (BRT), o sistema de transporte por trilhos, como o Veículo Leve sobre Trilho – *Light Rail Transit* (VLT) e metrô. A seguir temos a definição de cada um desses sistemas de transporte:

- Transporte Coletivo por Ônibus, esse sistema de transporte assume papel fundamental nos deslocamentos diários da população em áreas urbanas, podendo ser operado em tráfego misto ou em faixas exclusivas;
- Transporte Rápido por Ônibus – *Bus Rapid Transit* (BRT), segundo Lerner (2009), o BRT é um sistema de transporte rápido sobre pneus, composto de estações tubulares, terminais de integração, veículos articulados refrigerados, pistas de rolamento exclusivas ou segregadas e tecnologias modernas de comunicação, frequência elevada, embarque pré-pago e no mesmo nível do veículo e integração com outros sistemas de transporte, possuindo características semelhantes aos metrôs;
- Veículo Leve sobre Trilho – *Light Rail Transit* (VLT), são sistemas de transporte em trens elétricos, seja com um único carro ou com uma composição curta de veículos, implantados dentro das grandes cidades, em áreas densamente ocupadas. Os trens tipicamente rodam em faixas exclusivas com direito a passagem no nível de superfície;
- Metrô, são mais comumente sobre trilhos, mas podem ser sobre pneus, sua tração e alimentação geralmente são elétricas para aproveitar a capacidade de aceleração/desaceleração. O metrô é totalmente segregado do trânsito, podendo ser em superfície – adotado neste artigo, em elevado ou subterrâneo,

apresenta viabilidade em áreas adensadas, com demandas acima de 40 mil passageiros/h/sentido.

Ao comparar modalidades de transporte urbano, Lerner (2009) destaca observar a capacidade de cada modo, sua flexibilidade perante o meio urbano e suas transformações, quando ao atendimento de eventos especiais se o transporte urbano tem capacidade de esvaziar o local rapidamente. Um outro aspecto importante, ao escolher um sistema de transporte público, é o seu custo de implantação e tempo de execução do projeto. Lerner ainda afirma que o nível de conforto para o passageiro é determinado e diferente para cada modo de transporte urbano, e que se deve observar a área dos sistemas em termos de captação de demanda potencial, além da estruturação urbana, pois o transporte pode ser usado para incentivar o crescimento urbano planejado.

#### **4. Local de estudo**

Recife é a metrópole de maior densidade populacional do Nordeste brasileiro e a terceira do Brasil. Com mais de 1,6 milhão de habitantes (IBGE, 2017), a cidade ocupa 218km<sup>2</sup> e é um centralizador econômico no estado de Pernambuco e região (IBGE, 2010). E segundo a NTU (2011), a área central da cidade de Recife é completamente congestionada, pois em uma área de aproximadamente 10 km<sup>2</sup>, circulam cerca de 1.600 ônibus efetuando 15.500 viagens/dia. Diariamente, cerca de 2,2 milhões de usuários utilizam o serviço de transporte público da Região Metropolitana de Recife (NTU, 2011).

Dentro deste contexto, pretende-se auxiliar a escolha de um sistema de transporte público para a I Perimetral Metropolitana do Recife, a Avenida Agamenon Magalhães, objeto de estudo deste artigo, essa avenida é uma das principais vias urbanas da cidade de Recife – PE e enfrenta congestionamentos diários. Possui sete mil metros de extensão ligando diversos pontos da cidade e da região metropolitana. Foi construída na década 1970 com o objetivo principal de viabilizar o fluxo de tráfego e evitar retenções no trânsito. Hoje possui 12 faixas de tráfego e prioridade para o automóvel individual, no entanto, nela circulam cerca de 99 linhas de ônibus, em tráfego misto.

Esta via já teve várias propostas de projetos para o transporte público de massa, entre eles, o mais recente foi apresentado para a Copa do Mundo de 2014, com o plano de fazer parte do Corredor Norte-Sul de BRT, em que esse corredor liga a região norte da Região Metropolitana de Recife (RMR) com a Cidade da Copa e o novo estádio, com uma extensão de 33 km (NTU, 2011).

Assim, ao evidenciar o trecho da I Perimetral Metropolitana (Av. Agamenon Magalhães), de acordo com o ousado projeto apresentado pela Secretaria das Cidades

do Governo de Pernambuco - PE, a avenida teria a circulação modificada radicalmente para se adequar ao corredor Norte/Sul de BRT. As pistas exclusivas para o BRT, nos dois sentidos, ficariam ao lado do canal central da via, e para garantir a velocidade do corredor, os semáforos de quatro cruzamentos importantes seriam removidos, e inseridos viadutos e passarelas elevadas. Porém o projeto do corredor ao longo desse segmento não seguiu adiante, devido à articulação de grupos distintos, como: moradores da área, técnicos, engenheiros e arquitetos que reagiram fortemente a essa concepção.

Então, este artigo busca identificar junto aos especialistas de transporte qual o sistema de transporte público mais adequado a I Perimetral de Recife. Assim o próximo tópico descreve como a pesquisa foi realizada.

## 5. Método

Nesta etapa especialistas da área de gestão de transportes da Universidade Federal de Pernambuco compararam par a par as alternativas listadas para cada um dos critérios prescritos atribuindo um valor numérico em acordo com a Escala de Saaty, onde cada alternativa recebeu a seguinte indicação.

- Alternativa A: sistema de transporte coletivo por ônibus em faixa exclusiva.
- Alternativa B: sistema de transporte rápido por ônibus – BRT.
- Alternativa C: sistema de transporte por veículo leve sobre trilhos – VLT.
- Alternativa D: sistema de transporte por metrô de superfície.

De acordo com Bianco (2016), os critérios mais utilizados na literatura para tomada de decisão em projetos de transporte são econômicos, sociais e ambientais. E Lerner (2009), afirmando que para comparação das modalidades de transporte público anteriormente citados, temos os critérios e subcritérios a serem avaliados na tomada de decisão são os seguintes (Tabela 7):

**Tabela 7. Critérios e subcritérios a serem avaliados.**

<b>CRITÉRIO</b>	<b>SUB-CRITÉRIO</b>
<b>Ambiental</b>	Nível de emissão de gases poluentes
	Nível de poluição sonora
	Nível de poluição visual
<b>Econômico</b>	Custo de construção
	Custo de operação
	Custo de desapropriações
	Custo de manutenção
	Atratividade para a participação privada
<b>Social</b>	Capacidade financeira do Poder concedente
	Nível de tarifa real ao usuário
	Nível de conforto ao usuário

	Confiabilidade ao usuário
	Sensação de segurança ao usuário
	Tempo total de viagem para o usuário
<b>Institucional</b>	Capacidade/experiência de gestão institucional instalada
	Capacidade/experiência do quadro técnico do órgão gestor
	Tempo necessário para implantação
<b>Urbanístico</b>	Imagem para a cidade
	Nível de Intrusão Visual
	Nível de acessibilidade aos pontos de embarque
<b>Operacional</b>	Adequação capacidade / demanda
	Compatibilização com a rede existente na RMR
	Capacidade de atendimento
	Frequência
	Flexibilidade Operacional
	Atratividade para novos usuários
	Facilidade de integração com outros modos

Fonte: Autores, 2018

Para comparação entre as alternativas considerando os critérios avaliados foram ouvidos especialistas de gestão de transportes. A partir dos julgamentos dos envolvidos e com a utilização da escala de Saaty foi possível construir a matriz de comparação das alternativas do ponto de vista dos critérios de avaliação.

Sendo realizado um questionário, com as comparações paritárias dos critérios, em seguida a comparação par a par de cada subcritério e por fim, o decisor expressa a sua preferência por cada modalidade possível para a I Perimetral, dando notas de 0 a 10 em relação a cada um dos critérios e subcritérios. Assim, com a função linear é possível ressaltar a relação entre a maximização e a minimização dos valores atribuídos aos critérios, indicando prováveis variações na leitura dos dados (Bagnaschi, 2012). Esses parâmetros são determinantes na escolha, e função linear funciona, da seguinte, por exemplo se o projeto apresenta o menor custo maior deve ser a preferência, do mesmo modo quando maior a capacidade de atrair investimentos, a preferência também é elevada. Logo em resultados teremos as respostas obtidas com os especialistas.

## 6. Resultados

Visto que, ao realizar um planejamento mais abrangente que apenas técnico e político, pode gerar a otimização de recursos de maneira completa e gerencial, assim como disposto na teoria de tomada de decisão gerencial (Bianco, 2016). Ressaltando que a participação foi apenas de especialistas em gestão de transportes, e nenhum deles tem formação em arquitetura, o critério Urbanístico, obteve o menor peso para a análise, porém como esperado a pesquisa gerou uma hierarquia mais global.



Ao observar a hierarquia final é possível distinguir o equilíbrio dos fatores, houve atenção com a redução do custo do transporte e segurança do usuário, com o impacto ao meio ambiente e custos de implantação de projeto. Logo a Tabela 8 apresenta os pesos globais e locais para todos os julgamentos, destacando os critérios com maior pontuação, o Econômico (36,44%), Social (23,48%) e Ambiental (19,53%), que somados correspondem a 79,45% do total, reafirmando os critérios que estão mais presentes na literatura. Já os critérios Operacional (7,58%), Institucional (7,13%) e Urbanístico (5,83%), apresentam menores pesos para decisão global.

Examinando os subcritérios, prevalecem o Nível de emissão de gases (67,68%), Nível de tarifa real ao usuário (32%), Capacidade/experiência de gestão institucional instalada (42,8%) e Capacidade/experiência do quadro técnico do órgão gestor (37,12%). Como a concepção da AHP é muito sensível ao resultado percebido na matriz de critérios, qualquer análise em relação à sensibilidade dos fatores tende a obter uma imensa variação nos pesos Locais dos critérios e pesos Globais dos subcritérios (Bianco, 2016). Consequentemente esses critérios tem maior efeito na hierarquização das alternativas.

**Tabela 8. Pesos locais e globais dos critérios e subcritérios.**

	<b>Peso Local</b>	<b>Peso Global</b>
<b>Ambiental</b>	19,53%	19,53%
Nível de emissão de gases poluentes	67,68%	13,22%
Nível de poluição sonora	23,24%	4,54%
Nível de poluição visual	9,07%	1,77%
<b>Econômico</b>	36,44%	36,44%
Custo de construção	28,47%	10,38%
Custo de operação	22,29%	8,12%
Custo de desapropriações	19,23%	7,01%
Custo de manutenção	13,18%	4,80%
Atratividade para a participação privada	9,44%	3,44%
Capacidade financeira do Poder concedente	7,39%	2,69%
<b>Social</b>	23,48%	23,48%
Nível de tarifa real ao usuário	32,00%	7,52%
Nível de conforto ao usuário	12,70%	2,98%
Confiabilidade ao usuário	17,65%	4,14%
Sensação de segurança ao usuário	27,46%	6,45%
Tempo total de viagem para o usuário	10,19%	2,39%
<b>Institucional</b>	7,13%	7,13%
Capacidade/experiência de gestão institucional instalada	42,80%	3,05%
Capacidade/experiência do quadro técnico do órgão gestor	37,12%	2,65%
Tempo necessário para implantação	20,07%	1,43%
<b>Urbanístico</b>	5,83%	5,83%
Imagem para a cidade	11,91%	0,69%

Nível de Intrusão Visual	13,67%	0,80%
Nível de acessibilidade aos pontos de embarque	74,43%	4,34%
<b>Operacional</b>	7,58%	7,58%
Adequação capacidade / demanda	33,67%	2,55%
Compatibilização com a rede existente na RMR	15,61%	1,18%
Capacidade de atendimento	2,99%	0,23%
Frequência	17,31%	1,31%
Flexibilidade Operacional	6,14%	0,47%
Atratividade para novos usuários	9,87%	0,75%
Facilidade de integração com outros modos	14,41%	1,09%

Fonte: Autores 2018

A seguir temos na Tabela 9, a classificação das alternativas decorrente da avaliação dos especialistas, tendo como resultado de maior pontuação o VLT e em segundo lugar o BRT, validando a prioridade dada aos critérios Ambientais, Econômicos e Sociais. O metrô ficou em último lugar, porém as alternativas tiveram pesos relativamente próximos.

**Tabela 9. Alternativas definidas em ordem hierárquica.**

Hierarquia	Alternativas	Pontuação
1º	VLT	7,240
2º	BRT	7,220
3º	Ônibus	6,666
4º	Metrô	6,638

Fonte: Autores, 2018

## 7. Conclusões

A partir da literatura, foi feita a identificação das alternativas mais usuais de sistemas de transportes públicos no Brasil. Foram consideradas alternativas cabíveis para a avenida Agamenon Magalhães os ônibus em faixa exclusiva, o sistema de BRT, o VLT e o metrô de superfície. Com a pesquisa realizada e com a contribuição dos pesos dos critérios e subcritérios que ajudaram a compreender de modo global, não apenas técnico, o melhor sistema a ser adotado em termos de condicionantes econômicos, institucionais e operacional, foi indicado o VLT, visto que é mais barato de construir e manter que o metrô, se adequa à rede de transporte já existente da RMR e a demanda da I Perimetral. No entanto, a opção pelo BRT teve um peso muito próximo a esse primeiro lugar, sendo também uma boa alternativa. Ao observar a escolha pelo aspecto ambiental, o VLT traz pouco impacto ao meio urbano superando assim o sistema de BRT.

Também pesou o condicionante social, pois esse sistema oferece maior sensação segurança e confiabilidade ao usuário. Mesmo com o baixo peso do critério urbanístico, o VLT pode melhorar a imagem da cidade e atrair novos usuários. Logo,

com o resultado obtido nesse artigo é possível compreender como os julgamentos devem acontecer, constatando-se que há todo um contexto envolvido na tomada de decisão e que existem situações, às vezes não percebidas pelos especialistas, que alteram as decisões. Assim a sistematização do processo de decisão ajuda a diminuir as limitações do decisor e agilizar essa ação, diante disso, ao usar o método AHP pode-se aumentar a transparência e eficácia na tomada de decisão.

### **Referências principais**

BAGNASCHI, C. F., Tomada de decisão em sistema de transporte urbano: uma análise multicritério, Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2012.

BIANCO, G. L., Metodologia para auxiliar a Tomada de Decisão Gerencial na priorização de investimentos públicos em rodovias utilizando-se da Análise Multicritério, Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

DALBEM, M. C., BRANDÃO, L., T. D. L. A.M.S., Avaliação econômica de projetos de transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil, Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, RJ, vol. 44, núm. 1, jan/fev 2010, p87-117.

Dodgson, J. S., Spackman, M., Pearman, A., Phillips, L. D., Multi-criteria analysis: a manual, Economic History Working Papers, London School of Economics and Political Science, Department of Economic History, 2009. Disponível em: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/7612/1132618.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7612/1132618.pdf)

LERNER, J., Avaliação comparativa das modalidades de Transporte Público Urbano, NTU Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos, Curitiba, PR, 2009.

Magalhães, M. T. Q., Yamashita, Y., Modelo integrado para o planejamento de transportes, In: Anais do Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes- ANPET, Ouro preto, MG, 2015.

MARINS, C. S., SOUZA, D. O., BARROS, M. S., O uso do método de Análise Hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso. In: XLI SBPO, 2009.

NTU. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Estudos de BRT no Brasil, 2ª Edição, Brasília, DF, mar 2012.

REIS, R. F., MARCIEL, B. M. A., NETO, C. L. A., Estudo da mobilidade urbana sustentável: um comparativo entre o BRT e o monotrilho, In: II ENSUR, Anais, 2016.

ROCHA, F. U. S., RAMOS, M. C. P., Lisboa (Portugal) e Salvador (Brasil): duas experiências de gestão do transporte público urbano de passageiros In: Anais do XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2016. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/102504/2/179281.pdf>

# **ESTUDO PÓS IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA TRONCALIZADO DE ÔNIBUS NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL**

**Igor Machado da Silveira**

Município de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil  
igor.eng.civil@gmail.com

**Heitor Vieira**

Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, RS, Brasil  
heitor.furg@gmail.com

**Caroline Aveiro Quadrado**

Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, Pelotas, RS, Brasil,  
caroline\_quadrado@gmail.com

## **RESUMO**

Historicamente, o transporte público no Brasil foi e continua sendo, mais voltado aos cidadãos de baixa renda, os usuários cativos, aquele que não tem alternativa para se deslocar, senão este modo. A falta de interesse do poder público por investir nos modos coletivos leva a diminuição do uso e piora de diversos indicadores de mobilidade urbana. Vemos ao longo dos anos alguns governos que tentam mudar essa realidade, mas, muitas vezes, as mudanças na gestão, também alteram as prioridades, o que pode ser caótico no caso dos serviços de Transporte Público Urbano - TPU. Este trabalho teve como objetivo buscar dados da pós-implantação da tropicalização do sistema de TPU de Caxias do Sul – Brasil, diante da mudança de gestão, a qual já trazia, desde as promessas de campanha, um retrocesso previsto para o TPU de Caxias. Para avaliar a situação, antes e depois, usou-se os dados de demanda por viagens, as mudanças de prioridade e pesquisas de opinião. Os dados mostram que a mudanças anteriores foram bem aceitas pelos usuários e os dados mostram que a evasão nas linhas tratadas foi menor que no restante do sistema.

## **1. INTRODUÇÃO**

Historicamente, o transporte público no Brasil foi e ainda é voltado para os cidadãos de baixa renda, o usuário cativo, aquele que não tem alternativa de se deslocar, senão este modo. O cidadão que tem um poder aquisitivo um pouco maior migra para o automóvel, há décadas, e mais recentemente para a motocicleta. Essa migração para modos individuais representa um aumento das externalidades oriundas dos mesmos, entre elas o elevado número de agravos decorrentes de acidentes de trânsito.

O uso de transporte público tem se mostrado muito mais seguro aos seus usuários, porém essa variável não é considerada tão importante para quem utiliza, que geralmente busca comodidade, rapidez e segurança física. Atualmente, vive-se a década de ação pela segurança no trânsito, logo, cabe ao poder público criar atrativos aos usuários, para que migrem do transporte individual para o coletivo. Em uma visão menos utópica, dever-se-ia iniciar por ações visando, pelo menos, manter os atuais usuários dos Transportes Públicos Urbanos (TPU), cada vez menos numerosos.

Apesar de os benefícios sociais gerados pelo uso do TPU o incentivo pelo aumento do uso é quase que exclusivamente de responsabilidade dos governos, criando políticas públicas de priorização para esse modo, que garantam a redução de tempo de viagem e confiabilidade ao sistema. Dentre os incentivos podemos citar alguns como: criação de faixas exclusivas, cobrança de passagem fora do veículo, plataformas elevadas para embarque/desembarque em nível, baixas tarifas.

Muitas vezes, a falta de infraestrutura nos serviços de TPU, justifica a baixa atratividade aos usuários, que deixam de usar o mesmo. No entanto, nem sempre se pode contar que um sistema seja implementado de maneira completa no seu início. Sempre existem empecilhos financeiros ou legais que exigem uma evolução gradativa. A fórmula para a melhora do TPU, já se sabe, o que se faz necessário é definir prioridades de implementação e que estas tenham continuidade entre diferentes governos.

O atual estudo pretende apresentar o processo de implantação de um eixo troncal de ônibus no sistema público de transportes do município de Caxias do Sul - Brasil. Com isso, pretende-se fazer uma análise comparativa dos dados de número de usuários, acidentes de trânsito, antes e depois da implantação, bem como realizar algumas comparações entre a parte que opera no sistema troncal e a parte da cidade que ainda opera no sistema radial.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O incentivo pelo uso do automóvel em programas nacionais de diminuição de juros para financiamento de veículos automotores não contribui para a solução dos problemas da mobilidade urbana brasileira. Ao contrário, a priorização do transporte individual embora impulse a economia causa mais externalidade que benefícios. Embora as políticas do Séc. XX que trouxeram a situação atual tenham sido constatadas como falhas, a perpetuação das mesmas é sinal de ignorância pública. É claro que a redução dos custos por meio dos incentivos não é a causa do caos, já que os carros brasileiros são extremamente caros comparados aos europeus, por exemplo; mas a falta de um serviço de transporte eficiente e atrativo.

A perpetuação do uso do automóvel deixando em segundo plano os modos suaves e coletivos nos leva a situações em que o usuário queira migrar desses modos para os individuais. Diante do aumento das distâncias viajadas nas cidades, os modos motorizados são fundamentais para proporcionar a mobilidade necessária às pessoas. A falta de planejamento e investimento em transporte coletivo levou as pessoas a utilizá-lo apenas por necessidade, porém, quando conseguem migrar para outros modos, o fazem. A primeira opção de modo de transporte para a maior parte da população é o automóvel. Apesar disso, nos últimos anos, a motocicleta está ganhando mercado por causa do baixo custo de aquisição e manutenção e por proporcionar benefícios equivalentes ao automóvel. Essa tendência proporciona a inclusão social de pessoas de baixa renda, mas, em contrapartida, implica no aumento de acidentes com agravos e mortes. (Vieira e outros, 2016)

Apesar do crescimento das cidades, a falta de priorização do transporte coletivo redundando em uma redução gradual e constante do seu uso; em pesquisa feita pela NTU comparando os anos de 2014 e 2015, entre as capitais, Goiânia e Curitiba tiveram as maiores perdas de passageiros 7,9% e 8% respectivamente (NTU, 2016). Essa diminuição do número de passageiros não é pontual desse ano, estudos de Carvalho e Pereira (2012) mostram que o aumento da tarifa vem sendo muito maior que a inflação ao longo dos anos, o que colabora para a perda de passageiros desde 1995.

A migração para outros modos não é apenas uma escolha de opção de mercado, como acaba sendo ao usuário, pois existem muitas externalidades associadas ao uso indiscriminado dos carros particulares. Para viabilizar o uso massivo do automóvel, por exemplo, perdem-se espaços de lazer, áreas verdes, diminuem-se as interações entre pessoas e alguns lugares acabam sendo marginalizados como, por exemplo, os espaços livres debaixo de viadutos, onde há baixo fluxo de pessoas. Parques locais de recreação tem dado espaço para o automóvel, diminuindo a qualidade da vida, fragmentando espaços públicos e bairros pobres, criando barreiras para os modos tracionados com força humana. (Jacobs, 1961).

A solução nos remete aos primórdios das sociedades, onde o transporte coletivo eram o pilar que sustentava os deslocamentos maiores nas cidades. Pode-se lembrar da extensa malha de trens e bondes que percorriam a São Paulo e que impulsionaram a urbanização e crescimento desta cidade. A falta de prioridade no serviço levou a privatizações desses sistemas que foram se degradando e acabaram por abandonados (STEFANI, 2007). Hoje, se tratando de TPU, a solução mais usada para médias cidades continua sendo o ônibus que representa um paradigma de transporte nos países emergentes

De um modo geral cada modo de transporte atrai o usuário de maneira diferente, seja pela praticidade, conforto, economia, manutenção da saúde, rapidez, além de outros

motivos. Apesar das vantagens individuais, o uso demasiado de alguns modos pode gerar efeitos negativos à sociedade, às externalidades. Diante das externalidades, os diferentes modos são classificados como mais ou menos sustentáveis. Algumas das características que podemos analisar são: o consumo de energia, a poluição gerada, o custo e o espaço público ocupado pelo transporte. Abaixo vemos uma comparação do Ministério das Cidades em relação às características de cada modo urbano de transporte, considerando o ônibus como base de comparação.

**Tabela 1 - Indicadores Comparativos. (FONTE: Ministério das Cidades, 2007)**

MODO	ÍNDICES POR PASS-KM			
	Energia <sup>1</sup>	Poluição <sup>2</sup>	Custo Total <sup>3</sup>	Área da Via
Ônibus	1,0	1,0	1,0	1,0
Motocicleta	1,9	14,0	3,9	4,2
Automóvel	4,5	6,4	8,0	6,4
Bicicleta	0,0	0,0	0,1	1,1

<sup>1</sup>Base calculada em gramas equivalentes de petróleo (diesel e gasolina). <sup>2</sup>Monóxido de carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC), Óxidos de Nitrogênio (NOx) e Material Particulado (MP).<sup>3</sup>Custos (totais e variáveis)

Como demonstram os números, os modos motorizados individuais estão com os piores indicadores, ou seja, gastam mais energia, emitem mais poluição e o custo do deslocamento é maior. Por isso, a diminuição do uso destes modos refletiria em maior sustentabilidade nos transportes e, conseqüentemente, em uma melhor qualidade de vida. A bicicleta se mostrou o melhor indicador em três das variáveis analisadas, em contraponto a bicicleta está limitada à uma distância menor de viagem do que os outros modos, assim, para um aproveitamento massivo da mesma, a integração com o transporte coletivo é fundamental para a sua disseminação.

Usando as premissas de melhor qualidade de vida e uma sociedade mais sustentável o governo federal aprovou em 2012 a Lei 12.587 que instituiu a obrigatoriedade de Planos de Mobilidade Urbana em municípios com mais de 20 mil habitantes. No Artigo 6º inciso II do plano fica claro que a prioridade são os modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado. (BRASIL, 2012)

A lei também afirma que, baseado nas diretrizes do artigo 6º, busca reduzir as desigualdades, promover acesso aos serviços básicos e equipamentos sociais, melhorar a condição urbana da população quanto à acessibilidade e mobilidade, promovendo, assim, o desenvolvimento sustentável da sociedade minimizando custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos, a fim de consolidar a gestão democrática, como instrumento e garantia da construção contínua do aprimoramento da mobilidade urbana. A criação da Lei de diretrizes para o plano de mobilidade, sem dúvida, é um marco para a sociedade brasileira. Mas não se pode esquecer que no

Código de Trânsito Brasileiro (CTB) de 1997 o Artigo 29, inciso 2º, já é definido o pedestre como ente mais importante de toda essa cadeia (BRASIL, 1997 e 2012).

Além dos investimentos em TPU, é necessário dar condições dignas para o pedestre acessar o serviço. O método TOD (Transit Oriented Development) trata os pontos do entorno das estações e terminais do TPU visando a melhoria na segurança, acessibilidade e mobilidade do pedestre. Esse método deve ser trabalhado em conjunto com o planejamento do TPU dos municípios pois se complementam. Os estudos indicam que, os terminais tratados com esse método, a demanda cresceu em torno de 20 à 40% em relação aos controles. (ARRINGTON, 2012).

A questão da segurança, apesar de já estar bem definida na legislação, conforme citado anteriormente, ainda não alcançou a efetiva atenção das autoridades municipais. Academicamente, a materialização dessa legislação vem acontecendo pela maior preocupação com os agravos ocorridos aos usuários mais vulneráveis. Alguns trabalhos recentes referem-se aos conflitos entre usuários, segmentados em usuários vulneráveis (UV) e usuários não-vulneráveis (UNV). Os UV são aqueles que não possuem uma carenagem a protegê-los. Entre os UV podem-se incluir, além de pedestres, ciclistas, motociclistas, cadeirantes, *skatistas*, e outros usuários de veículos sobre rodas, de tração humana. Os UNV são os que possuem uma carenagem protetora, como, por exemplo, automóveis, caminhões e ônibus, e podemos medir o avanço de um sistema de mobilidade por meio da prevalência de ocorrências entre UV e UNV (OTTE, JÄNSCH e HAASPER, 2012; PRATO, GITELMAN e BEKHOR, 2012; WEI e LOVEGROVE, 2012).

O uso de transporte público de qualidade somado ao método TOD de projetos de micro acessibilidade é um caminho que demanda bastante planejamento e investimento e projeta um sistema capaz de diminuir o risco ou a prevalência de agravos entre UV e UNV. Para que alcançar os resultados esperados e melhorar a mobilidade e segurança das pessoas um processo de retro análise é parte importante do processo de implantação. Ou seja, pesquisas pós implantação são de vital análise para avaliar a eficiência das modificações feitas, sejam por parte dos operadores do sistema, como pelos usuários. (COCA, 2004)

### **3. MÉTODO**

Depois de uma revisão da literatura, foram identificados os dados necessários e as prováveis fontes. Foram consultadas duas instituições municipais para a busca de dados. A primeira foi a Secretaria Municipal de Trânsito, Transporte e Mobilidade (SMTTM), às quais cederam os dados de passageiros, mês a mês, discriminados por linhas. A segunda foi a Associação dos Usuários do Transporte de Passageiros (ASSUTRAN), a qual realizou pesquisa de opinião sobre o Sistema Troncalizado



implantado no início de 2016 intitulado SIM Caxias. Por parte do poder público não foram realizadas pesquisas de opinião. Os dados obtidos com a SMTTM foram, histórico do número de passageiros e indicadores do sistema (gratuidades, IPKe, quilometragem, frota).

### **3.1 Estudo de caso**

O sistema tronco alimentado, no município de Caxias do Sul/RS, Brasil, foi implementado no ano de 2016, tendo sido realizadas algumas modificações no decorrer dos anos. O município possui uma população de aproximadamente 500.000 habitantes, gerando uma demanda média diária 150.000 passageiros. A cidade não possui qualquer outro tipo de transporte público nem infraestrutura cicloviária. O atendimento feito por ônibus é operado por apenas uma empresa, a qual possui a concessão do serviço e, desde o princípio, opera com linhas radiais, ligando os bairros ao centro.

O sistema de linhas troncais foi elaborado por uma empresa contratada pelo poder público, com o intuito de melhorar o serviço prestado aos usuários. O estudo teve como premissa diminuir a sobreposição de linhas na área central, onde ocorria a formação de comboios de veículos, e aumentar a frequência de atendimento aos usuários, bem como, ampliar a matriz de integração, ou seja, a possibilidade de usar mais de um veículo pagando apenas uma tarifa.

O projeto completo engloba 10 estações localizadas no anel perimetral do município responsáveis por receber as linhas alimentadoras com os usuários oriundos dos bairros, aonde a viagem continuaria até a área central realizado pelas linhas troncais. Existe também a possibilidade de se deslocar circularmente pelo anel perimetral realizando integração em uma estação fechada e com segurança.

Na primeira fase do projeto, foram construídas apenas duas estações de transbordo, estas seriam alimentadas por dezessete linhas alimentadoras, quatro linhas circulares e uma linha troncal. A implementação previu um aumento na distância de paradas na área central, de 350 para 700 metros, a utilização de duas faixas de tráfego para ônibus para que possa haver ultrapassagens evitando a criação de comboios e a proibição de conversão à direita na via, para impedir que o transporte individual interferisse.



Figura 12 - Rua Sinimbu, antes (2015) e depois (2016) da implementação do sistema.

Após a implantação do sistema houveram muitas reclamações por parte dos usuários de veículos individuais nas redes sociais principalmente. Isso fez com que os debates políticos fossem voltados para esse aspecto. A nova administração quando assumiu logo liberou a faixa para todos veículos e liberou as conversões.

#### 4. RESULTADOS

Por meio dos dados da SMTTM, é possível analisar a evolução histórica do TPU do município de Caxias do Sul, e assim, na tabela abaixo, está demonstrado que nos últimos sete anos, o número de passageiros vem caindo. Somado à diminuição de passageiros totais pode-se ver que o aumento nas gratuidades é ainda mais impactante.

**Tabela 2 – Dados do TPU em Caxias do Sul.**

Revisão Tarifária	IPKe	Quilometragem	Pass/mês	Varição	Gratuidades	Frota
2003	2,4985	1.536.283	4.172.375	-	8,0%	258
2004	2,1747	1.640.224	3.987.752	-4,4%	10,5%	264
2006	2,1448	1.683.759	4.079.954	2,3%	11,5%	266
2007	2,1655	1.678.392	4.127.539	1,2%	11,9%	285

2008	2,1491	1.729.004	4.492.246	8,8%	17,3%	313
2010	2,0029	1.819.886	4.716.497	5,0%	22,7%	321
2011	1,9299	1.933.828	4.683.265	-0,7%	22,7%	333
2012	1,8156	1.932.581	4.589.634	-2,0%	23,5%	334
2013	1,7860	1.919.792	4.518.996	-1,5%	24,1%	338
2014	1,7489	1.885.383	4.433.150	-1,9%	25,6%	344
2015	1,6979	1.842.447	4.269.131	-3,7%	26,7%	343
2016	1,5791	1.798.194	4.071.376	-4,6%	30,3%	342
2017	1,4216	1.845.871	3.867.678	-5,0%	32,2%	335

Diante a diminuição histórica dos passageiros do TPU, analisa-se o impacto das linhas troncalizadas, entre os anos de 2016 e 2017. Como se pode visualizar na Tabela 2, o número total de passageiros diminuiu 5% no sistema como um todo, porém, para os dados das linhas do novo sistema, essa redução foi de apenas 2,2%.

A partir de abril de 2016, o projeto é implementado na área central do município e, conforme demonstram os dados, proporciona um aumento da segurança às pessoas, provavelmente, pelas mudanças implementadas. Já em 2017, com o fim da priorização do TPU e volta para a priorização do automóvel os números voltam a um patamar pior que o de 2015.

Um ano após a implementação do novo sistema, a Associação dos Usuários do Transporte Coletivo de Caxias do Sul (Assutran) realiza uma pesquisa com 16.774 usuários. O resultado apurado pela Associação é de que, 97,2% dos entrevistados declaram perceber uma melhora na qualidade do seu deslocamento diário, após a implementação do projeto, intitulado SIM Caxias. No questionário, constam perguntas de satisfação, sobre o tempo de deslocamento, sobre as integrações e estações.

**Tabela 3 – Mortes na área urbana de Caxias do Sul.**

	2015	2016	2017
Tipo	Nº de Mortes para Ocupantes	Nº de Mortes para Ocupantes	Nº de Mortes para Ocupantes
Carro/Caminhonete	22	14	17
Motocicleta	6	3	14
Veículo Pesado	3	7	4
Ônibus	1	1	1
Pedestre	14	8	14
Ciclista	0	0	0
Outros / Não Informado	2	1	2
TOTAL	48	34	52

A administração atual cedeu espaço novamente aos veículos particulares, liberando a faixa exclusiva para ser compartilhada, e liberando as conversões à direita. Diante da pressão popular nas redes sociais. Na mesma pesquisa 90% dos usuários dizem não concordar com as modificações.

## **5. CONCLUSÕES**

A priorização do uso de veículos individuais acaba criando um descumprimento do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que no seu Artigo 29, coloca o pedestre como o agente mais importante do trânsito, sendo assim os demais modos são responsáveis pela incolumidade do pedestre. Diante a priorização de modos individuais vemos matérias em jornais locais que mostram aumento das mortes de pedestres em 2017 comparado a 2016 igualando os números de 2015. O fato é que, ainda se vende a ideia de que, é mais seguro usar o automóvel, porém os números mostram que, desde o princípio da era do automóvel, quanto mais automóveis participam da matriz de deslocamentos urbanos, mais pedestres e ciclistas (usuários vulneráveis e suaves). A melhor contramedida de combate a acidentalidade é aumentar o uso do TPU.

Diante da falta de priorização do TPU, a análise do cenário nacional, na maioria dos municípios, o volume de passageiros vem diminuído ano a ano. Comparando dados, antes e depois, da implantação da Troncalização do sistema de Caxias do Sul, podemos ver que, houve uma diminuição anual do número de usuários do sistema como um todo, porém, no último ano, as linhas atendidas pelo sistema troncal experimentaram uma redução bem menor; enquanto o sistema todo teve perda de 5,0%, as linhas do sistema troncal, perderam apenas 2,2%. Considerando estes dados e, ainda, as avaliações dos usuários, pode-se verificar que a implementação do sistema se mostrou satisfatória e a priorização dos sistemas de TPU é a solução para manter os usuários atuais no sistema e futuramente atrair novos.

O TPU deve ser prioridade de todos os governos, pois interfere diariamente na vida dos cidadãos. Os benefícios decorrentes disso são verificados em diversos artigos acadêmicos, mostrando as melhores condições do ar, melhor utilização do espaço público, menor uso de combustível fóssil e o menor número de agravos em acidentes de trânsito. A implantação do SIM Caxias buscou proporcionar melhoria ao sistema urbano de transporte, ampliando as possibilidades de integração, aumentando a frequência das linhas e dando segurança e conforto ao usuário, com estações fechadas. Algumas ações da administração atual foram em oposição à concepção inicial do projeto, retirando faixas exclusivas, aumentando número de paradas e

liberando uso de outros veículos no corredor de ônibus. Essas ações são refletidas no descontentamento de parte da população que utiliza o sistema, mas aclamadas pelos usuários de automóveis.

O incentivo pelo uso do TPU é responsabilidade do poder público. As ações que o poder público pode realizar para atrair usuários tem início com a criação de infraestrutura e incentivos ao TPU e complementadas pelas campanhas educativas mostrando benefícios individuais e coletivos e uma fiscalização de trânsito efetiva. Sem essas ações o TPU continuará a ser cada vez mais marginalizado e menos usado, indo na contramão da mobilidade urbana sustentável.

## 6. REFERÊNCIAS

ARRINGTON, G. B. Light Rail and the American City State-of-the-Practice for Transit-Oriented Development. 9th National Light Rail Transit Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2012.

BRASIL. Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Lei Nº 12.587, De 3 De Janeiro De 2012.

BRASIL. Código Brasileiro de Trânsito. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

CARVALHO, C. H. R. & PEREIRA, R. H. M. Efeitos da variação da tarifa e da renda da população sobre a demanda de transporte público coletivo urbano no Brasil. *Transportes*, v. 20, n. 1, 2012, p. 31–40.

JACOBS, J. Morte e Vida de Grandes Cidades. 3ª. ed. [S.l.]: WMF Martins Fontes, 1961.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. PlanMob Caderno de referências para Elaboração de Planos de Mobilidade Urbana. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana. 2007. Brasília, Brasil.

OTTE, D.; JÄNSCH, M.; HAASPER, C. Injury protection and accident causation parameters for vulnerable road users based on German In-Depth Accident Study GIDAS. *Accident Analysis & Prevention*, Hanover, v. 44, p. 149-153, Janeiro de 2012.

PRATO, C. G.; GITELMAN, V.; BEKHOR, S. Mapping patterns of pedestrian fatal accidents in Israel. *Accident Analysis & Prevention*, v. 44, p. 56-62, Janeiro 2012.

NTU - Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos. Anuário Nacional das Empresas de Transporte Urbano. Crise nacional e ausência de políticas públicas tiram 215 milhões de passageiros por ano do transporte público. NTU, 2016c, p. 1.

STEFANI, Celia Regina Baider. O sistema ferroviário paulista: Um estudo sobre a evolução do transporte

de passageiros sobre trilhos.

VIEIRA, H. Silveira, I. M.; Bastos, J. T., Valente, A.M... Avaliação da Mobilidade Urbana com Ênfase na Condição da Acidentalidade do Usuário Vulnerável.. XIX CLPTU - Congresso Latino-americano de Transporte Público e Urbano. Montevideo: [s.n.]. 2016.

WEI, V. F.; LOVEGROVE, G. Sustainable road safety: a new neighbourhood road pattern that saves VRU lives. *Accident Analysis & Prevention*, v. 44, p. 140-148, Janeiro 2012.

# **AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DO *BUS RAPID TRANSIT* AO MODAL CICLOVIÁRIO**

**Elisa María Londoño Restrepo, Eng.<sup>a</sup>. Civil**

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. E-mail:  
elisalondonor@gmail.com

**Heitor Vieira, Dr. Eng.**

Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail:  
heitor.furg@gmail.com

**Jorge Destri Junior, Dr. Eng.**

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. E-mail:  
jorge.destri@labtrans.ufsc.br

## **RESUMEN**

A fragmentação das cidades, a partir da era do automóvel, criou um modelo de desenvolvimento urbano, direcionado a favorecer o uso do automóvel, em detrimento a segurança e a qualidade de vida. A baixa produtividade do automóvel, se comparado ao transporte coletivo e modos não motorizados, resulta em altos índices de congestionamento de tráfego nas grandes áreas urbanas, que a sua vez geram enormes prejuízos sociais, econômicos e ambientais. Para tentar reverter esse quadro, uma estratégia que vem se mostrando eficiente é a aplicação da metodologia TOD (Transit Oriented Development) em projetos envolvendo transporte público (TP) de média e alta capacidade, como BRTs, LRTs e Sistemas Metroviários. Com o TOD em mente, o transporte passa ter a função mais clara de construtor de comunidades e não só de oferta de mobilidade e conexão. Deste modo, apresenta-se uma solução para o problema, estimulando o uso do transporte coletivo integrado a modos não motorizados. Como exemplo desta estratégia, tem-se a implantação de sistemas BRT associados com outras modalidades de transporte, dentre elas, a cicloviária. No entanto, a existência da multimodalidade em si não é garantia de que novos usuários serão atraídos para o sistema. A presente pesquisa propõe avaliar a qualidade da integração por meio de um índice que refletirá o grau de liberdade que o ciclista tem no sistema para integrar com outras modalidades. A ênfase do trabalho se dá na óptica do usuário, pois ele é o objetivo do sistema.

## **INTRODUÇÃO**

A falta ou pouca integração multimodal e seu baixo monitoramento leva ao deterioramento da qualidade do serviço de transporte de uma cidade, que por sua vez gera a diminuição da satisfação dos usuários, que acabam mudando para modos motorizados individuais como o automóvel e as motocicletas. O uso excessivo desses modos traz prejuízos como altos índices de congestionamento de tráfego, tempos de viagem excessivamente longos, baixa qualidade do ar e o aumento de incidência de doenças pulmonares (Olafsson et al, 2016). Também, a baixa produtividade do

automóvel, capaz de conduzir, no máximo, quatro mil pessoas por sentido por hora (2 pass/auto), em uma faixa de três metros e meio, contra mais de cem mil de um sistema ferroviário ou quatorze mil bicicletas, traz como resultado uma baixa eficiência do espaço viário (Ferraz e Espinoza, 2004, ICE; GTZ, 2009; HCM, 2010). No entanto, a multimodalidade vai além da presença de mais de um modo de transporte. É preciso haver uma integração completa entre essas modalidades, com todas as facilidades para a integração sendo seguras e acessíveis e com todas as informações para o conforto do usuário.

O sistema ciclovitário, como qualquer outro, precisa oferecer vantagens para que o usuário seja atraído, pois não há relatos na literatura de povos que usem massivamente a bicicleta por motivos ecológicos, filosóficos ou para benefício de todos, nem sequer para preservar a própria saúde, portanto, cabe aos tomadores de decisão tornar seu uso conveniente (ICE; GTZ, 2009). Esta conveniência passa, obrigatoriamente pela integração com o transporte público (TP), numa espécie de simbiose, na qual o TP aumenta a abrangência e potencial de uso da bicicleta e esta oferece uma flexibilidade adicional ao usuário, o que atrai novos usuários. Contudo, a importância de uma rede ciclovitária não se limita a conectar pessoas a terminais mas, também, ligar todos os polos geradores de viagens, no entorno da estação, oferecendo um complemento às calçadas, no âmbito da mobilidade suave. Um dos requisitos fundamentais para o sucesso de uma rede ciclovitária é a coerência, a qual pressupõe a integralidade da rede, com uma interface capaz de oferecer ao usuário da bicicleta uma total liberdade de escolha da composição da sua viagem com paraciclos, bicicletários, bicicletas públicas, viagem embarcada e acessibilidade universal (ICE; GTZ, 2009).

O crescimento mundial de ambos os modos, BRT e bicicleta, motivado principalmente pela busca da redução do tráfego motorizado individual, deve ser monitorado tanto pelas empresas operadoras de BRT como pelas entidades públicas encarregadas do transporte. Para realizar esse monitoramento, é importante ter uma noção do grau de integração entre BRT e bicicletas e as condições em que se dá esta integração, pois ela tem efeitos diretos na demanda e satisfação dos usuários (Duarte; Rojas, 2012). Embora vários autores tenham avaliado a multimodalidade através de diversos critérios e metodologias, ainda existe uma lacuna na avaliação da integração entre o BRT e a bicicleta, especialmente quando se tem como ênfase o usuário.

O objetivo deste trabalho é apresentar o esboço de um método para avaliar o nível de integração entre o BRT e o transporte ciclovitário com ênfase na visão dos usuários. O resultado da aplicação desse método irá produzir um Índice de Integração. Espera-se, também, que esse método permita ou sirva de modelo para avaliar outros pares de modos de transporte como o LRT, metrô, trem, ônibus, com outro modo que os alimente como bicicleta, pedestres, taxi, *carpooling*, dentre outros.



## REVISÃO CONCEITUAL

### Sistema BRT

O sistema de transporte coletivo BRT é uma evolução dos sistemas de ônibus comumente usados, cujas melhorias proporcionam um nível de serviço mais elevado, graças à infraestrutura com faixas exclusivas e veículos de maior capacidade. Na operação, têm-se linhas troncais integrados com ônibus convencionais em terminais especiais, operando a velocidade maior do que o serviço de ônibus convencional (Deng; Nelson, 2013; Woldeamanuel; Olwert, 2016).

Os custos de construção e a capacidade de um sistema BRT variam em função dos atributos implantados: número de faixas exclusivas; tamanho das estações; prioridade nas interseções; tecnologia dos ônibus (articulado ou biarticulado) (Hidalgo; Gutiérrez, 2013); pagamento pré-embarque e embarque em nível (ITDP, 2008). O BRT pode ter diferentes abordagens dependendo do contexto local. Por exemplo, na América Latina e na Ásia, os sistemas estão projetados para atender altas demandas numa situação econômica de baixos recursos, enquanto na América do Norte e a Europa, os sistemas privilegiam o conforto dos passageiros atendendo a demandas compatíveis (Filipe; Macário, 2014).

A infraestrutura e tecnologia implementadas num sistema BRT tem um impacto direto na demanda do serviço (Currie; Delbosc, 2011). Os componentes principais da infraestrutura de um sistema de BRT são:

- Estações: são, geralmente, compostas por plataformas, áreas de transição e infraestrutura de integração. A Figura 17, apresenta um exemplo de estação local, na qual é possível identificar vários atributos que agilizam a operação e aportam qualidade ao serviço.

**Figura 13 Exemplo de estação do sistema BRT**



Fonte: ITDP (2008)

- Corredores viários: são as faixas usadas pelo ônibus, sejam ou não exclusivas, já os serviços oferecidos pelo BRT nos corredores podem ser paradores, os quais param em todas as estações, os serviços expressos, que servindo à viagens com origem e destino pré-identificados, e os que param somente nas estações intermediárias, identificadas antes do começo da viagem.
- Veículos: idealmente, os ônibus do sistema BRT são articulados ou biarticulados, incluem maior número de portas e de maior dimensão, para um embarque mais rápido e ônibus com piso baixo ou, o mais que é mais comum, com a mesma altura da plataforma (ITDP, 2008).

### **Transporte ciclovitário**

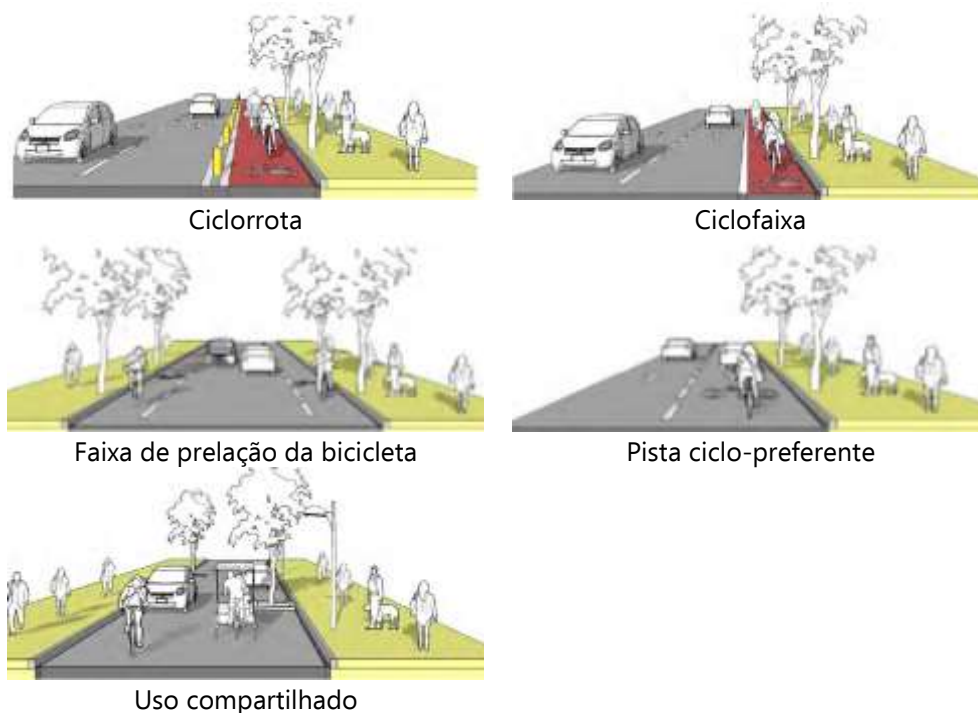
O transporte ciclovitário apresenta a peculiaridade de não emitir gases ou produzir ruídos, prejudiciais a saúde pública, além de proporcionar ao seu usuário, um excelente exercício físico (Olafsson et al, 2016), uma economia substancial, pelo baixo custo de aquisição e grande flexibilidade, usando minimamente o espaço público, comparado com automóveis (Brasil, 2007).

Alguns dos fatores que influenciam a mobilidade ciclista são: qualidade da infraestrutura, facilidade e segurança para guardar as bicicletas, integração com outros modos de transporte (Brasil, 2007), topografia e a cultura de uso ou não do carro, clima e diferenças culturais dos países (Bachand-Marleu et al, 2011). Uma rede ciclovitária deve atender, no mínimo, aos cinco requisitos básicos para ter sucesso: coerência; linhas diretas e contínuas, segurança, conforto e atratividade (ICE; GTZ, 2009).

As distâncias toleráveis para andar de bicicleta mudam significativamente entre os países, podendo variar desde uma média tolerável de 2,4 km, nos EUA, até 5 km no Brasil, pelas diferenças culturais e econômicas (Brasil, 2007). No entanto, nos países do norte europeu são percorridas distâncias, ainda maiores, com sistemas ciclovitários atrativos e coerentes, com muito mais usuários, cativados pela pura conveniência do

sistema (ICE; GTZ, 2009). A infraestrutura, na qual as bicicletas trafegam, pode variar de acordo com a legislação vigente e com a disponibilidade física de espaço nas vias. A Figura 14 mostra como essa infraestrutura é classificada na Colômbia, através de exemplos.

**Figura 14 Exemplos de classificação de ciclo-infraestrutura - Colômbia**



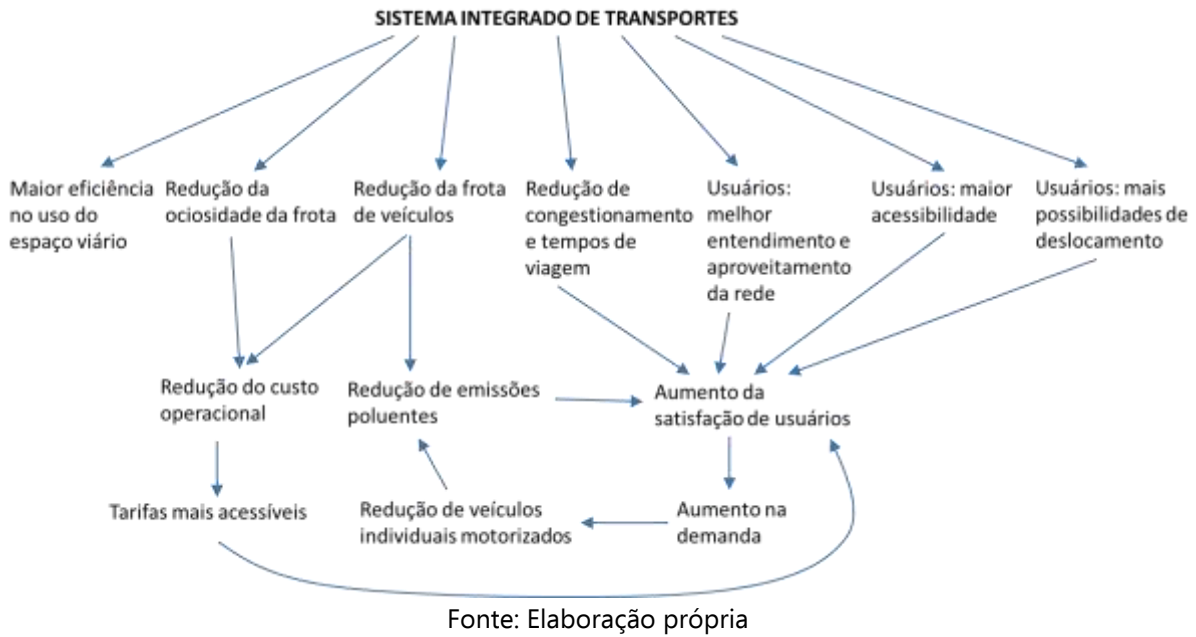
Fonte: Adaptado de Colômbia (2016)

### 2.3 Integração multimodal no transporte urbano de passageiros

O transporte multimodal é o uso de dois ou mais modos de transporte para movimentar pessoas ou bens, da origem ao destino. Já, um sistema de transporte multimodal é aquele que integra múltiplos modos de transporte. Portanto, é a integração efetiva entre os diferentes modos de transporte, o que faz com que os mesmos funcionem como um sistema (Woldeamanuel; Olwert, 2016).

Segundo Oliveira (2013), os sistemas integrados beneficiam não só os usuários, mas também a rede de transporte da cidade, com a racionalização do uso do sistema viário, redução da frota de veículos, redução da ociosidade da frota, melhor entendimento da rede de transporte por parte dos usuários e melhor aproveitamento dela, mais possibilidades de deslocamento oferecidas aos usuários, o que sua vez leva ao aumento da demanda pelo transporte coletivo e diminui o uso de veículos motorizados individuais. A **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Figura 15 mostra um esquema dos benefícios de um sistema integrado de transportes.

**Figura 15 Integração de modos de transporte de passageiros**



### **Integração do transporte cicloviário e o BRT**

Na integração entre a bicicleta e o BRT, tem-se três tipos de situação quanto ao veículo: (i) a mais usada de todas, em que o usuário deixa a bicicleta estacionada antes de começar a viagem em BRT; (ii) o usuário leva a bicicleta no veículo, utilizando os portabicicletas, dentro dos ônibus; e (iii) os sistemas de bicicletas públicas compartilhadas, os quais permitem aos usuários alugar uma bicicleta entre estações destinadas a este serviço.

Os estacionamentos para bicicletas devem estar localizados, convenientemente, acessíveis aos usuários, ficar próximos das estações de transporte coletivo, ter vagas suficientes para satisfazer a demanda, e serem seguros e, em alguns casos particulares, oferecer serviços adicionais como proteção física, climática e serviços de manutenção (Colômbia, 2016; Londres, 2014).

A integração do BRT com a bicicleta amplia a área de abrangência da bicicleta ao expandir o raio de ação, ao mesmo tempo em que, a bicicleta alimenta e escoar o sistema BRT (Da Silveira; Andrade, 2016). Nesse contexto, construiu-se um esquema de fatores relevantes na integração entre o BRT e o transporte cicloviário, como mostra a Figura 16; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Figura 16 Integração entre BRT e transporte cicloviário**



O Transporte Público deve ser projetado tendo em mente o TOD (*Transit Oriented Development*), o qual recomenda o adensamento e a diversificação no uso do solo, na área no entorno das estações de transporte coletivo, procurando interligar os pontos de interesse neste entorno, com calçadas e ciclovias coerentes e atrativas. A conectividade intermodal, assim como a caminhabilidade e ciclabilidade são características essenciais para uma cidade sustentável e, no caso do TOD, usadas para atrair pessoas para morar nas proximidades das instalações de transporte e fazer uso dele.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 METODOLOGIA DE CHOWDHURY ET AL. (2014)**

Chowdhury, et al. (2014) consideram, na sua análise de conectividade multimodal do transporte coletivo, atributos quantitativos (tempo médio de viagem, variância do tempo de viagem, tempo de espera médio, variância do tempo de espera, tempo médio de caminhada) e qualitativos (conforto e facilidade de transferência, disponibilidade de informações), para cada um dos trajetos entre um par OD (origem/destino) avaliado, aos quais são associados fatores de importância adotados de Ceder et al. (2009).

#### **3.2 Metodologia do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento ITDP**

A metodologia usada pelo ITDP consiste numa pontuação dada a cada corredor BRT, que é verificado pelo menos por um membro do Comité Técnico, o que quer dizer que está baseada em métodos de experiência. Dentre outros fatores, são pontuados a integração do sistema BRT com outros modos de transporte coletivo, a acessibilidade

universal e acessibilidade dos pedestres, a existência ciclovia no corredor ou numa via paralela, o fornecimento de estacionamento para bicicletas e o pagamento pré-embarque. Porém, esta metodologia está focada no BRT e seu planejamento e não na integração multimodal, nem na integração BRT-bicicleta.

### 3.4 Metodologia de Duarte e Rojas (2012)

Segundo Duarte e Rojas (2012), fatores como o acesso pedestre (incluindo pedestres com mobilidade reduzida), taxi, estacionamento, ciclofaixas e bicicletários, são tomadas em consideração na análise dos terminais multimodais dos sistemas BRT de Bogotá e Curitiba. Esta metodologia não tem um índice final que resuma o resultado da pesquisa, mas os autores fazem uma análise dos resultados por categoria.

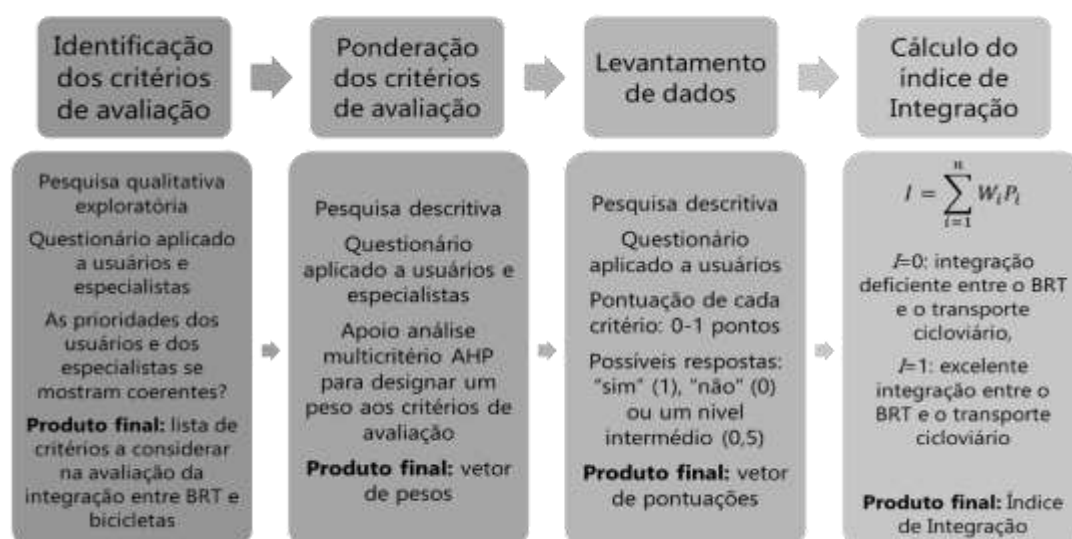
### 3.5 Metodologia de Fujiwara (2017)

Esta metodologia foi aplicada nos terminais de integração da cidade de Florianópolis (Brasil), com o objetivo de avaliar se a infraestrutura existente possibilita a integração entre a bicicleta e o transporte coletivo. Para isso, é usada uma lista de verificação em cada terminal com os atributos considerados relevantes para a integração e sua avaliação consistiu em responder se aquele atributo existe ou não no terminal. Tomando-se o total de respostas positivas ("sim") sobre o total de respostas, obtém-se um percentual que é usado para classificar o nível de integração.

## 4.MÉTODO PROPOSTO: AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DO BRT E MODO CICLOVIÁRIO

O método proposto nesse artigo divide-se em quatro etapas como mostra a Figura 17.

**Figura 17** Etapas do método proposto para a avaliação da integração BRT-bicicleta.



## Identificação dos critérios de avaliação.

Nesta etapa são identificados os critérios que podem influenciar a decisão do usuário em fazer uma integração bicicleta-BRT. Devem ser reunidos por categorias de integração: física, tarifária e de informações. Para este fim, além das opiniões dos especialistas, contidas na revisão bibliográfica, recomenda-se a realização de uma pesquisa exploratória que ajudará na identificação dos critérios junto aos usuários (de BRT e ciclistas) e potenciais integradores. Esta pesquisa poderá ser feita pela internet ou presencialmente. Esta pesquisa poderá ser feita pela internet ou presencialmente. Esse questionário também será aplicado a especialistas, que poderão ser pesquisadores ou planejadores urbanos. Desta forma, será possível também comparar se as prioridades dos usuários e dos especialistas se mostram convergentes. No final desta etapa, obtém-se uma lista hierarquizada de critérios a considerar na avaliação da integração entre BRT e bicicletas.

## Ponderação dos critérios de avaliação

Com o objetivo priorizar os critérios ( $W_i$ ), será realizada uma segunda pesquisa, de tipo quantitativa e descritiva, com usuários, no corredor BRT que será avaliado e, também, com experts. Porém, as respostas dos experts terão uma relevância de 20% já que o índice procura o foco do usuário, cujas respostas terão o 80%. Este passo estará apoiado no método de análise multicritério AHP (*Analysis Hierarchy Process*). Esta priorização se divide em quatro etapas e se apoia no Quadro 1.

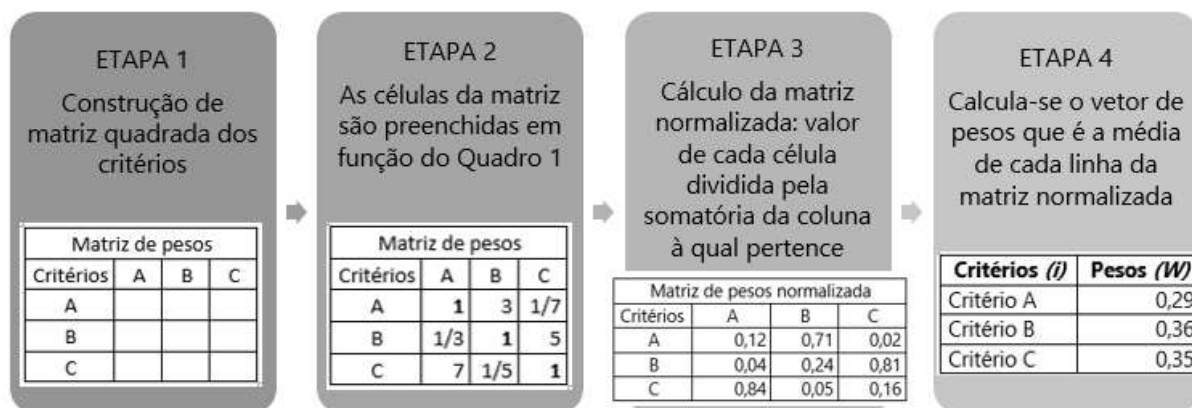
**Quadro 1 Escala de importância do AHP definida por Saaty.**

<b>Intensidade da importância</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Igual importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância mínima de um sobre outro	A experiência e o julgamento favorecem ligeiramente uma atividade sobre a outra
5	Muita importância de um sobre outro	A experiência e o julgamento favorecem muito uma atividade sobre outra
7	Grande importância	Uma atividade é predominante sobre a outra
9	Importância absoluta	Uma atividade é praticamente absoluta sobre a outra

Fonte: Saaty (2008)

Para preencher a matriz em função do Quadro 1, se compara cada par de critérios (fila vs coluna), por exemplo, o critério A com o B, sendo A mais importante, especificamente com uma "importância mínima" sobre o critério B, o que corresponde a uma intensidade de três (3). Para a célula oposta da matriz, na qual se avalia a importância de B sobre A, encontramos que é o inverso (1/3), sendo que B é considerado menos importante que A. E assim para cada par de critérios.

**Figura 18** Etapas para a designação de pesos pelo método AHP.



A Figura 18 mostra as etapas do processo de comparação de pares e o produto final de cada etapa a partir de um exemplo de avaliação de três critérios A, B, C.

### Levantamento de dados

Nesta etapa, é dada uma pontuação a cada critério avaliado, em função das respostas dos próprios usuários. Para isto, uma pesquisa presencial no local de avaliação deverá ser feita. Será usado um intervalo entre 0-1 para as pontuações dos critérios, onde 0 é a pior pontuação e 1 é a melhor pontuação dos critérios. Esta avaliação busca conhecer o uso e a percepção dos usuários sobre cada critério. Desta forma, e finalizando esta etapa, obtém-se o vetor de pontuação correspondente aos critérios avaliados, como mostra no exemplo a **Tabela 10**.

**Tabela 10** Exemplo de vetor de pontuações dos critérios.

Critérios (i)	Pontuação (P)
Critério A	0,5
Critério B	1
Critério C	0

Fonte: Elaboração própria

### Cálculo do Índice de Integração

Uma vez com os valores de ambos os vetores definidos (pesos e pontuações), é calculado o Índice de Integração a partir da equação (1).



$$I = \sum_{i=1}^n W_i P_i \quad (1)$$

Onde  $I$  é o Índice de Integração entre o BRT e as bicicletas,  $W_i$  é o peso atribuído a cada critério  $i$ ,  $P_i$  é a pontuação dada a cada critério  $i$ ,  $n$  é o número total de critérios avaliados.

Assim, o índice poderá variar entre um valor de 0 e 1, onde zero (0) será o menor valor e indicará a percepção de uma integração deficiente entre o BRT e o transporte cicloviário, e um (1) indicará a percepção de uma excelente integração entre estes modos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bachand-Marleu, J., Larsen, J., & El-Geneidy, A. (2011). Much-Anticipated Marriage of Cycling and Transit: How Will It Work? *Journal of the Transportation Research Board*(2247), 109–117.

Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. (2007). Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta. Brasília: Ministério das Cidades.

Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. (C. F. Pardo, & A. Sanz, Eds.) Bogotá: Ministerio de Transporte de Colombia

Currie, G., & Delbosc, A. (2011). Understanding bus rapid transit route ridership drivers: An empirical study of Australian BRT systems. *Transport Policy*(18), 755–764.

da Silveira, L., & Andrade, V. (2016). A Integração bicicleta-metrô no Rio de Janeiro: características socioespaciais. 21º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, p. 9.

Deng, T., & Nelson, J. (2013). Bus Rapid Transit implementation in Beijing: An evaluation of performance and impacts. *Research in Transportation Economics*(39), 108e113.

Duarte, F., & Rojas, F. (2012). Intermodal Connectivity to BRT: A Comparative Analysis of Bogotá and Curitiba. *Journal of Public Transportation*, 15(2), 1-18.

Filipe, L., & Macário, R. (2014). Policy packaging in BRT projects: A methodology for case study analysis. *Research in Transportation Economics*(48), 152-158.

Hidalgo, D., & Gutiérrez, L. (2013). BRT and BHLS around the world: Explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding. *Research in Transportation Economics*(39), 8-13.

ICE; GTZ. (2009). *Cycling Inclusive Policy Development: A Handbook*. Utrecht: ICE; GTZ.

ITDP. (2008). *Manual de BRT: Guia de Planejamento*.

Olafsson, A., Nielsen, T., & Carstensen, T. (2016). Cycling in multimodal transport behaviours: Exploring modality styles in the Danish population. *Journal of Transport Geography*(52), 123-130.

Oliveira, G. (2013). *Integração tarifária temporal nos sistemas de transporte público por ônibus*. Rio de Janeiro: Engenharia de Transportes, UFRJ.

Saaty, T. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 83-98.

Transport for London. (2014). *Londres. London Cycling Design Standards*. Londres: Transport for London.

Woldeamanuel, M., & Olwert, C. (2016). The Multimodal Connectivity at Bus Rapid Transit (BRT) Stations and the Impact on Ridership. *Journal of the Transportation Research Forum*, 55(1), 87-102.



## GOBERNANZA, POLÍTICAS PÚBLICAS Y REGULACIÓN

# **TRANSPORTES PÚBLICOS URBANOS NA AMÉRICA DO SUL: POLÍTICA, CONCORRÊNCIA E REGULAMENTAÇÃO**

**Rômulo Dante ORRICO FILHO**

PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. romulo@pet.coppe.ufrj.br

**Enilson Medeiros dos SANTOS**

UFRN, Natal, RN, Brasil. emsantos@ct.ufrn.br

**Renato Guimarães RIBEIRO**

CEFET-MG, Belo Horizonte, MG, Brasil. renato.ribeiro@cefetmg.br

## **RESUMEN**

A presente contribuição fornece uma visão geral e análise da evolução na política de transporte público urbano na América do Sul. O foco está em como a regulamentação impactou a competição e a inovação nas áreas metropolitanas. A análise é feita a partir da distinção entre a experiência na América do Sul hispânica e o Brasil. Nos países hispânicos, a estrutura de propriedade e o ambiente operacional são predominantemente os de uma indústria operacional altamente fragmentada, composta de operadores de pequena escala. O Brasil a estrutura regulatória é altamente protetora a uma indústria de ônibus doméstica emergente. Ambos, por motivos diferentes implementação de corredores de BRT que exigiram ajustes no arcabouço regulatório. Este artigo descreve as mudanças que ocorreram em várias cidades da América do Sul para permitir uma análise de quais foram as mudanças nas políticas públicas, competição e regulação do setor.

## **INTRODUÇÃO**

O objetivo deste artigo é fornecer uma visão geral das alterações que ocorreram na prestação de serviços de transporte urbano na América Latina. Em particular, analisa-se a nova configuração dos operadores em resposta às novas políticas públicas e quadro regulamentar. Implementação recentes de algumas inovações sistêmicas significativas e, em certos casos, radicais, introduzidas como atos de política pública regulatórias alteraram substancialmente as condições de concorrência no mercado, que por sua alterou a estrutura organizacional dos operadores.

Inicialmente, discute-se as questões centrais envolvidas na regulamentação do setor e as forças competitivas que definiram e moldaram as tensões que existiram entre os atores. Esta discussão fornece um contexto para uma releitura das tendências, políticas e desenvolvimentos do setor em várias áreas metropolitanas da América Latina hispânica em contraste com o que ocorreu no Brasil no mesmo período. Ao final, há uma síntese interpretativa e conclusões gerais por tópico com diretrizes úteis para a formulação de políticas públicas e a evolução de ambientes regulatórios.

Diferente de outras análises que se concentraram nos aspectos tecnológicos e operacionais dessas mudanças, este artigo argumenta que as transformações mais significativas que estão ocorrendo no mercado latino-americano estão relacionadas às reformas nos marcos regulatórios que tiveram que ser postas em prática, antes que as melhorias tecnológicas e de serviços pudessem ser realizadas.

## **Regulamento**

Há duas questões fundamentais em jogo na obtenção de uma economia política bem ordenada: a alocação eficiente de recursos econômicos e a distribuição equitativa desses recursos em toda a sociedade. Existem duas opções principais através das quais a intervenção no mercado pode ser exercida pelas autoridades públicas. Uma delas é através do mecanismo de promoção do investimento de capital na expansão da capacidade e/ou melhoria da infraestrutura. O outro mecanismo é a regulação do ambiente operacional, que é vista como a opção predominantemente do lado da oferta, no entanto, há uma consciência crescente de que a regulamentação do lado da demanda é uma opção em um contexto mais amplo de políticas públicas.

Existem três tipos de intervenções de controle no mercado regulado que podem ser aplicados: de quantidade, de qualidade e de preço. Como corolário, deve-se dizer que, para que a regulamentação seja eficaz, é necessária a execução dos mecanismos de controle e fiscalização. Talvez a maneira mais eficaz de controlar os três fatores (quantidade, qualidade e preço) seja através da propriedade do setor público da provisão de transporte público. O objetivo de tal arranjo tem sido garantir que a rede de serviços seja igualitária a todos os usuários e a um preço aceitável. Embora este seja um modelo utilizado na Europa a experiência na América Latina da operação pública tem sido quase universalmente desastrosa e hoje é pouco usada.

Argumenta-se, portanto, que o objetivo ostensivo da política pública deveria ser, conceber e exercer controle efetivo de um regime regulatório da operação privada do serviço, na qual há intensa competição interna entre os diferentes provedores de serviços, tanto pelo volume de mercado quanto pela participação de mercado. A tarefa posta é ter uma mistura adequada do controle sobre os três fatores. Há uma consciência emergente, em algumas regiões, da relevância de aspectos de eficiência alocativa, particularmente relacionados a questões de produtividade de frota e economias de escala do setor operacional. Estas estão começando a ser tratadas à medida que os marcos regulatórios passam a ser atualizados e modernizados.

## **Mercados e Concorrência**

Ao caracterizar a demanda do sistema de transporte público urbano, tem havido uma tendência na América Latina, por parte de acadêmicos, administrações e políticos, de vê-la como uma entidade homogênea e tentar produzir soluções prescritivas e generalizadas para os problemas. Apesar deste mercado ser segmentado e possuir características singulares esta tendência de análise é muito distante da realidade percebida. Como em outros setores da economia, a elasticidade da demanda a mudanças na oferta e nos preços é diferente entre os segmentos de mercado, mas nem as autoridades regulatórias nem os operadores parecem atentar-se a este fato. A verdade é que devido à baixa qualidade do serviço ofertado a maior parte dos passageiros é composta por usuários cativos e os operadores estão acostumados a considerar seu mercado garantido e crescente em volume na ausência de alternativas.

O fator oferta na equação de mercado e as formas em que a competição entre os atores é exercida podem ser igualmente complexas. Primeiro, há a competição intermodal entre o transporte público e o privado. Este é a mais poderosa de todas as forças competitivas e potencialmente a mais abrangente em suas consequências. Em segundo, existe uma forte concorrência interna por uma maior participação nos diferentes segmentos do mercado: transporte público de rota fixa, serviços porta-a-porta individuais oferecidos por táxis, *moto-*

táxis, e os serviços de táxi de rota fixa, todos com forte presença em muitas cidades latino-americanas. Em terceiro lugar, existe a concorrência entre os diferentes operadores, supostamente regulada, pelo percentual de participação no mercado. Esta competição ocorre de duas maneiras principais; a concorrência na rua ou intra-mercado em que os veículos competem entre si pelo passageiro; e a concorrência entre os operadores pelo direito de prestar serviços ostensivamente isentos de concorrência dentro de uma área e linhas pré-definidas.

### **Organização e concorrência dentro da indústria de ônibus urbanos**

O *modus operandi* preponderante no setor em cidades hispano-americanas é o de uma associação - empresas limitadas, cooperativas ou sindicato - de operadores proprietários de ônibus individuais com o objetivo de garantir a posição de mercado obtendo licenças operacionais exclusivas em rotas específicas – territórios geográficos (Figuroa, 2005). A formação das associações de proprietários de ônibus como entidades jurídicas ou corporativas foi amplamente reconhecida como um meio eficaz de estabelecer direitos operacionais para capturar determinados mercados.

A prática normal de um proprietário de veículo, afiliado a uma Associação que detém a permissão, é a transferência da operação do veículo a um motorista, por um acordo monetário: taxa diária ou por porcentagem da receita. Assim, o motorista tem o objetivo único de maximizar o número de passageiros transportados. Como consequência a operação é marcada pela concorrência feroz entre os condutores, de uma mesma rota e com outras rotas sobrepostas (Figuroa, 1996). A externalidade negativa é o congestionamento e a poluição excessiva decorrente de ciclos irregulares de condução, veículos mal conservados e o elevado volume de veículos.

As associações que detém o direito em rotas mais lucrativas obtêm maiores recursos de seus afiliadas e defendem mais ativamente seus mercados contra novos entrantes. Essas associações bem-sucedidas se moveram para a esfera política eleitoral para defenderem sua posição e seus interesses e foram capazes de influenciar decisões quanto à concessão de novas licenças e de inibir a entrada de novos concorrentes. Como as autoridades reguladoras têm sido fracas, as associações acabam por determinar a política de entrada no mercado, exercendo efetivamente a função reguladora do controle de quantidade, e com o resultado em alguns mercados as condições de excesso de oferta reduzem os retornos dos proprietários e motoristas, mas paradoxalmente permitem que as associações prosperem. Em algumas localidades abdicou-se também da regulação da qualidade e os proprietários como consequência reduziram suas necessidades de capital e passaram a operar com veículo menores e de segunda mão. Isso reforçou a espiral descendente com o aumento do congestionamento e poluição nos principais corredores, menor velocidade operacional, queda na produtividade e receita por veículo-km, maiores custos operacionais por veículo e condições financeiras e de trabalho cada vez mais precárias.

Estache e Gomez-Lobo (2005) e Gomez-Lobo (2007) analisam os limites da competição no transporte urbano nas cidades da América Latina. Com a exceção de algumas iniciativas de modernização, que ocorreu na implantação de BRT's, a maior parte da América do Sul hispânica, a estrutura empresarial permanece fragmentada e a concorrência dentro do mercado continua a ser a preponderante. Essa estrutura de proprietários individuais e suas associações estabelecido em um regime regulatório de autorizações de rota e controles de quantidade de veículos para limitar a concorrência. Em muitas situações resultou em um

mercado virtualmente desregulamentado e exacerbou o grau e os impactos de a competição na rua por participação no mercado.

### **MUDANÇAS SEMPRE EM CURSO: AMÉRICA LATINA HISPÂNICA E A DIVERGÊNCIA BRASILEIRA**

Nesta seção, apresenta-se as mudanças que vêm ocorrendo no continente e as principais forças impulsionadoras. Com foco, nos aspectos centrais da competição de mercado; nas políticas e práticas regulatórias relacionadas à entrada e ao controle do mercado; nas políticas tarifárias e o impacto nos operadores de transporte coletivo.

Parte-se de um cenário inicial totalmente distinto. Na América Latina hispânica, a norma é uma política regulatória amplamente *laissez faire* que resultou numa estrutura setorial altamente fragmentada, mas mudanças recentes nas administrações públicas modificaram radicalmente os níveis de prestação de serviços e as estruturas dos operadores e, ao fazê-lo, estabeleceram novos padrões que foram replicados por outros governos em toda a região. No Brasil, o cenário inicial é divergente marcado por uma concentração no processo produtivo, sendo que ao longo dos anos estes capturam o ambiente regulatório tornando-o amplamente benéfico.

A estrutura de uma indústria mal regulada e fragmentada ainda prevalecente em grande parte da América Latina hispânica resultando em uma rede de serviços de alta densidade não planejada que fornece conexões diretas entre as partes mais distantes das áreas metropolitanas, mas à custa de congestionamento e poluição à medida que as rotas convergem e se sobrepõem nas áreas centrais. As externalidades negativas afetam todas as classes sociais e a economia urbana, mas somente quando esses efeitos começaram a impactar seriamente a mobilidade e os interesses dos usuários do transporte privado que as agendas governamentais começaram a responder.

Como resposta ao problema de congestionamento tem sido utilizado com solução mais usual o desenvolvimento e a implementação dos BRT's: com controle operacional centralizado, sistema integrado de tarifas e operação delegada a empresas de maior porte. Implantado inicialmente em Bogotá, este modelo, foi replicado em outras regiões metropolitanas. Essa visão favorável do BRT foi de certa forma influenciada pelo Banco Mundial e pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento como estratégia política recomendada e pela perspectiva de obter financiamento para sua implantação.

O modelo brasileiro contemporâneo é o de uma estrutura altamente concentrada com operadoras robustas que dominam as agendas políticas. A irregularidade e a fraqueza inerente de um regime regulatório que, em geral, tendeu a favorecer estes operadores restringindo severamente as oportunidades de novos operadores no mercado resultou no aparecimento de operadores clandestinos não licenciados, no início deste milênio. Em um curto período de tempo este serviço informal criou raízes e floresceu. Nas 14 maiores regiões metropolitanas, o tamanho da frota destes operadores aumentou de 1.000 veículos em 1995 para 13.000 em 2001. Em Recife e Goiânia, elas representaram 25% do mercado de transporte público (Ribeiro, 2005).

Em contraponto, as políticas de transporte público de competição adotadas têm sido o fomento a concentração de capital e a proteção ao mercado. Tentativas mais recentes para restringir as tendências oligárquicas de operadores históricos de grande escala através da introdução de licitações para direitos de operação delegados baseados em contratos sobre

territórios de mercado foram suplantados pela cumplicidade em encontrar interesses comuns entre o regulador e o regulado.

### Regulação da concorrência no mercado

Como regra geral “a guerra dos centavos”, que se caracteriza pela intensa competição entre os operadores individuais pelo passageiro ainda é o modelo operacional predominante em muitas áreas metropolitanas na América Latina hispânica. Isto deriva de um quadro regulamentar que, embora visa controlar a concorrência, não teve em conta a prática dos permissionários de alugar os veículos aos condutores, em troca de uma renda diária fixa ou de um percentual da receita. Esta prática também é comum no transporte informal das cidades brasileiras. No entanto, no Brasil este modelo surge, de um quadro regulamentar que permitiu a diferentes operadoras competir em extensos segmentos de rotas comuns. Esta forma de competição tem sido exacerbada pela competição adicional com o transporte informal.

### Regulamento de entrada no mercado

As autoridades locais brasileiras, quase sem exceção, operam uma política de controle da entrada ao mercado. Sob este regime regulatório, as poucas opções abertas para as operadoras estenderem a participação de mercado têm sido através de uma prática de fusão e aquisição de direitos operacionais existentes mantidos pelos concorrentes. As poucas tentativas que foram feitas para abrir o mercado através de processos de licitação competitiva falharam em grande parte.

Na América Latina hispânica, a tendência é que a frota aumente em conjunto com o aumento do número de proprietários dentro de um processo amplamente controlado e determinado pelas diferentes associações que operam em diferentes regiões. Os processos paralelos de aumento de população nas áreas metropolitanas e a tendência por parte das autoridades reguladoras de permitir o aumento do número de veículos menores resultou em uma explosão no número de operadores. Com a saturação da circulação de tráfego nas áreas centrais da cidade.

### Mudanças na política tarifária

A regulação da tarifa é outro ponto do regime regulatório a ser observado. Usada predominantemente como instrumento de política populista. Tem-se assim, uma longa tensão entre usuários, governo e operadores. Os usuários ficam buscam níveis baixos tarifários, os operadores a garantir os direitos de exploração e os governos temem a reação política com o aumento tarifário. É compreensível que, em um ambiente de negócios tão incerto, os operadores façam o máximo para preservar seus mercados e os governos podem ser induzidos a oferecer subsídios aos operadores, para evitar o desgaste com a população.

Deve-se afirmar desde o início que tem sido uma suposição de longa data na região que a autoridade pública tem a obrigação de determinar níveis máximos de tarifa que podem ser cobrados pelos operadores de transporte público. Poder-se-ia argumentar que isso é necessário para salvaguardar os interesses de bem-estar de uma grande massa de usuários de baixa renda e como uma medida para promover a popularidade e os interesses dos regimes políticos que promulgaram e preservaram a prática. A prática é defendida pelo argumento de que o regime regulador de concessão de licenças de operação exclusiva cria um monopólio natural que necessita ser regulado para evitar que os operadores explorem essa vantagem



monopolista. A realidade, é claro, é bastante distinta, uma vez que, como tentamos mostrar, sob condições de propriedade fragmentada, há intensa competição na rua.

A prática no Brasil, nos últimos 30 anos, tem sido usar um modelo padrão para ajustar os níveis tarifários de acordo com uma estimativa de número de passageiros, cálculo de custos operacionais e uma provisão para remuneração do capital empregado. Com uma política de tarifa regulada focada em garantir o equilíbrio financeiro do operador acoplado a uma economia inflacionária, os níveis de tarifa foram reajustados com frequência regular após aumentos progressivos nos preços dos insumos (Orrico & Santos, 2002). Este modelo, juntamente com outras políticas governamentais concebidas para promover e facilitar a renovação de frotas, permitiu aos operadores acumular capital ao longo do tempo e incentivar a formação de empresas de maior envergadura. Mais recentemente, a constatação de que essa política de ajuste da tarifa resulta em desincentivos à busca de ganhos de produtividade.

Com o domínio do mercado pelas empresas maiores, com hegemonia de mercado mais efetiva, a conjectura subjacente da autoridade reguladora tem sido que os ajustes tarifários devem ser feitos como se o mercado estivesse operando sob condições de concorrência. Consequentemente, os ajustes tarifários são agora negociados com base nos movimentos do índice de preços ao consumidor. O resultado esperado dessa mudança na prática é que os operadores sejam obrigados a tomar mais cuidado com as estratégias de controle de custos em suas práticas operacionais, como teriam de estar se estivessem operando sob condições de mercado de concorrência de preços.

Na América Latina hispânica, a regulamentação de tarifas tem sido usada mais abertamente como um instrumento político e, muitas vezes, com pouca consideração ou compreensão das condições subjacentes de receita de custos operacionais. Grandes distorções surgiram quando as autoridades aderiram persistentemente a uma abordagem simplista de "tamanho único" ao estabelecer os níveis tarifários. Isso inclui os casos em que tentou-se estimar custos e aqueles em que o valor da tarifa é obtido através de um compromisso político. CEPAL / ONU (2004), observa: "Em quase todas as principais cidades, as tarifas de transporte público são exceções à regra do preço de mercado livre". O objetivo dos políticos é manter a tarifa autorizada tão baixa e pelo maior tempo possível, acreditando que tal política reflita bem sobre as autoridades. Os subsídios por sua vez são mais frequentemente do que se crê e aparecem de forma indireta: no subsídio no preço dos combustíveis, no alívio dos impostos, no financiamento a juros reduzidos etc. e proporcionam benefícios financeiros. A delegação de contratos de direitos operacionais para os corredores de BRT exigiu não apenas uma preocupação em garantir direitos sobre um mercado definido, mas também levantou questões de exigir mecanismos claramente definidos para reajustar os níveis tarifários para manter o equilíbrio financeiro entre receitas e custos tarifários. Mesmo assim, o foco não foi muito além do modelo brasileiro de 30 anos atrás.

Deve ser lembrado que a tradicional estrutura de propriedade fragmentada implica que a receita de tarifa tem que ser dividida entre vários atores operacionais o motorista, o proprietário do veículo e a associação que possui a permissão de operação. Esse modelo, que se aproxima do transporte informal do brasileiro, não oferece um ambiente propício para a acumulação de capital.

Embora raramente explicitamente reconhecido como tal pelas autoridades públicas, tem sido o declínio persistente e incremental na produtividade operacional do modo tradicional de operação de ônibus que impulsionou em grande parte a necessidade de embarcar nas intervenções políticas documentadas nos estudos de caso anteriores. No entanto, tanto a

política quanto as respostas do setor foram diferentes de acordo com as circunstâncias individuais. No caso de regimes regulatórios (Brasil) onde o aumento dos custos operacionais unitários tem sido compensado em intervalos frequentes através do aumento dos níveis de tarifa, os operadores têm garantido suas margens de lucro e o ônus transferido para o usuário. Em outros casos (América Latina hispânica), onde a rentabilidade declinada teve que ser absorvida pelas associações das partes interessadas, proprietários e motoristas - o foco tem sido em tentativas de melhorar a produtividade por meio de várias iniciativas de BRT com o objetivo de melhorar as velocidades de operação e introduzir veículos de maior capacidade.

#### Mudanças na estrutura da rede e prestação de serviços

Na América Latina, a preocupação central tem sido a de garantir o fornecimento de um nível razoável de cobertura de rotas e padrões de serviço, com o intuito de satisfazer as necessidades básicas de mobilidade de um mercado em grande parte cativo. No entanto, esta preocupação nos leva a duas abordagens políticas diferentes, onde a divisão português-espanhola não é mais suficiente para explicar. Cidades como Quito, Guayaquil, Bogotá e Lima optaram por uma política de implementação progressiva de corredores de BRT em torno dos quais novas estruturas de redes e serviços foram implementadas, mas mantendo a estrutura tradicional de permissões e rede existente no restante do sistema. Santiago, por outro lado, percorreu o caminho da implementação de uma reestruturação radical em todo o sistema nos moldes do que já havia acontecido em Curitiba, São Paulo e outras cidades brasileiras.

As abordagens também se diferenciam no grau de autonomia dado pelas autoridades reguladoras aos operadores. No caso dos contratos de operação baseados em BRT, houve uma definição por parte das autoridades reguladoras da rede, da tecnologia de veicular e embarcada e dos requisitos mínimos de padrão de serviço. Nos casos mais recentes de reestruturação do Brasil, o movimento tem sido na direção oposta, permitindo aos operadores uma boa dose de autonomia para determinar quais serviços serão fornecidos em uma determinada área geográfica, e como e quando. Embora, em princípio, esse grau de liberdade seja restrito as rotas secundárias (não estruturais), há pressão para estender a prática a toda a prestação de serviços.

#### Mudanças no tipo de competição interna

Uma das consequências da introdução de inovações recentes tem sido a geração de mudanças na competição dentro dos mercados. Os corredores de BRT e as rotas complementares, geralmente, reservam uma área de cobertura exclusiva por operador. Isso limita a oportunidade de competição entre os operadores. Nos casos de Bogotá e Quito, os operadores tradicionais têm que competir por quotas de mercado numa área reduzida, embora posteriormente, em Quito, tenham sido feitas tentativas para mitigar este problema, procurando garantir que os operadores tradicionais operem os novos corredores. No caso brasileiro, onde tal competição já foi significativamente inibida, o surgimento dos consórcios operacionais está reduzindo ainda mais o escopo, ou eliminando completamente, esta competição “para o mercado”.

Uma das linhas comuns das estratégias de intervenção empregadas em toda a América Latina tem sido a demarcação de mercados reservados, e potencialmente lucrativos, para os operadores “modernos”. Na América Latina hispânica (com exceção de Santiago) os operadores tradicionais ainda respondem pela maioria dos serviços, o que os leva a mais

dificuldades, especialmente quando não há uma redução no número de operadores. Assim, os dois sistemas, o antigo e o moderno ainda competem internamente por participação de mercado, mas com o primeiro agora severamente desfavorecido. A resposta brasileira, por outro lado, tem sido a completa eliminação da competição de mercado pela formação de consórcios operacionais com territórios operacionais definidos. Se isso resultou ou não em benefícios significativos para os usuários, ainda é um ponto discutível.

Como regra geral, o que está ocorrendo nas regiões metropolitanas brasileiras confirma a visão de que o setor de transporte público tende a evoluir para se tornar um monopólio natural. Embora se reconheça que um dos propósitos da regulamentação deva ser transferir parte dos lucros obtidos com essa vantagem monopolista para benefícios sociais e mais amplos para o bem-estar social, o regime regulatório brasileiro falhou amplamente nesta obrigação nos últimos 40 anos.

#### Mudanças nas estruturas do setor

Dois aspectos merecem ênfase sob este título. A primeira trata da questão do recente surgimento de grandes grupos operadores de transporte público nos mercados hispano-americanos. O segundo trata dos processos institucionais e regulatórios que possibilitaram essa mudança. Em algumas partes da América Latina espanhola, vimos o recente surgimento de empresas operadoras de grande porte proprietárias de frotas substanciais, empregando modernas práticas de gestão e tendo presença em mais de um mercado geográfico, semelhante à do modelo brasileiro. Por exemplo, (1) *Buses Gran Santiago* opera com um tamanho de frota de 1500 veículos; (2) os colombianos *Si 99* e *Si 00*, que juntos operam 300 ônibus articulados no *TransMilenio* em Bogotá; (3) *Express del Futuro* tem uma penetração de mercado com 125 veículos também no *TransMilenio* e mais de 500 operando no *TranSantiago*; (4) as duas maiores operadoras de Buenos Aires possuem frotas de 1300 e 500 respectivamente. Percebe-se que as circunstâncias que provocaram essa mudança foram diferentes da brasileira, como demonstrado este processo tem sido impulsionado internamente, derivada de uma política pública que vê está a única maneira viável de operar os corredores de BRTs.

Paralelamente, no Brasil, vê-se um processo novo e diferente. A formação de consórcios operacionais para trabalhar coletivamente em um determinado mercado sob um comando operacional unificado, mas reservando os direitos originais de propriedade do veículo e responsabilidade pela manutenção. A consequência é o surgimento de uma teia interligada de interesses comerciais que sufoca a concorrência no mercado para novos contratos com as administrações públicas. O exemplo são as recentes experiências licitatórias por áreas nas grandes cidades brasileiras que via de regra resultou no aparecimento de uma um consórcio de operadores por área.

Pode-se argumentar, que em toda a América Latina, essas novas manifestações de conluio entre operadores (associações ou empresas) em tentativas de bloquear os agentes reguladores de introduzir novos tipos de concorrência no mercado são simplesmente a continuação de práticas antigas sob um novo disfarce. Acordos tácitos entre operadores de não invadir territórios tradicionais uns dos outros tem sido uma característica comum do ambiente regulatório e operacional, onde o agente público regulador é tido o inimigo comum, em vez de outros jogadores do mercado.

Talvez seja perigoso generalizar como esses processos de transformação da indústria operacional estão tomando forma fora do Brasil. Pois, os operadores organizam-se de

diferentes maneiras nos diferentes lugares. E seus pontos fortes e fracos dependem, em grande parte de seus mercados específicos e das capacidades e influências exercidas pelos líderes. A inércia e a resistência à mudança são fortes porque muitos proprietários, os membros dessas associações, desfrutam de um fluxo de renda relativamente seguro dos alugueis de veículos e, no geral, há um retorno adequado ao investimento de capital envolvido e um risco baixo, sendo a maior parte do risco financeiro suportada pelo condutor, que não tem qualquer controle sobre a gestão.

Mesmo assim, há evidências de que os líderes mais progressistas da associação estão cientes da necessidade, a longo prazo, de buscar melhorias de produtividade e buscar economias de escala na produção. Eles estão cientes de que sua sobrevivência, no longo prazo, dependerá do acesso ao capital para se empenhar na renovação da frota de forma coletiva e não individual, como é a prática atual. Também está claro que uma nova arquitetura empreendedora está gradualmente emergindo em resposta às iniciativas tomadas por algumas autoridades públicas na implementação de novos modelos de estrutura de rede e provisão de serviços. Além disso, novos atores estão entrando em cena e assumindo um papel cada vez maior não apenas estabelecendo novos padrões operacionais, mas também se posicionando para desempenhar um papel mais vigoroso na influência da política pública.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Bustamante R. F. G. (2007): Transporte público coletivo em Bogotá, do sistema tradicional ao Transmilenio: um mercado em transição. M. Sc. Thesis, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro

CEPAL/ONU, (2004): Las tarifas de transporte colectivo en las ciudades de América Latina: los sistemas, los valores y los problemas. In Boletín FAL. Cepal Edición No. 214.

Estache, Antonio and Gomez-Lobo, Andres (2005): Limits to competition in urban bus services in developing countries. *Transport Reviews*, Vol. 25, Issue 2, P. 139-158.

Figueroa O. (1996): A hundred million journeys a day: The management of transport in Latin America's mega-cities. In: Alan Gilbert (Ed.) *The mega-city in Latin America*. New York: United Nations University Press.

Figueroa O. (2005): Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina. *Revista EURE*, XXXI, 94, 41-53, Santiago de Chile.

Gomez-Lobo, Andrés (2007): Why Competition Does Not Work in Urban Bus Markets: Some New Wheels for Some Old Ideas, *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 41, Number 2, May 2007, pp. 283-308 (26).

Orrico Filho R. D. and Santos E. M. (2002): Urban Bus Transport in Brazil: regulations and competition. *The Asian Journal*, New Delhi, v. 9, n. 1, p. 39-60.

Ribeiro R., R.D. Orrico Filho, K.F. Barboza, and E.M. Santos (2005): *The inner organisation of artisanal public transport operators in Goiânia, Brazil*. mimeo. Paper presented at Thredbo9, Lisbon.

# **ESTUDIO DEL ESTADO DE AVANCE DE LA MOVILIDAD ELECTRICA EN LA REPUBLICA ARGENTINA**

## **Tazzioli, Santiago**

Instituto de Estudios de Transporte - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina. iet@fceia.unr.edu.ar

## **Pagani, María Laura**

Instituto de Estudios de Transporte - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina. laurapagani@gmail.com

## **Pugno, Martina**

Instituto de Estudios de Transporte - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina. martinapugno@hotmail.com

## **Aisa, Nair Danisa**

Instituto de Estudios de Transporte - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina. danisaaisa@hotmail.com

## **Blau, Ian**

Instituto de Estudios de Transporte - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina. ianblau@hotmail.com

## **RESUMEN**

A nivel mundial, los gases de efecto invernadero resultan ser de las mayores preocupaciones. A través de diversas convenciones y conferencias, la mayor parte de los países del mundo se reúnen desde hace décadas en pos de preservar el medioambiente, poniendo foco en lo que hace a las acciones humanas. En este contexto es que la movilidad eléctrica tiene una oportunidad importante para convertirse en la gran mitigadora de los impactos provocados por el sector del transporte, ya sea individual o colectivo. La Republica Argentina ha demostrado querer avanzar en el desarrollo e implementación de esta nueva tecnología, fundamentalmente suscribiendo acuerdos, compromisos multilaterales y trazando planes. Llega el momento de la puesta en marcha a niveles operativos y las acciones requeridas demandan una gran voluntad política para que sean llevadas adelante e implementadas.

El espectro de gestiones a afrontar es amplio: normativa, eficiencia energética, distorsiones de mercado, incentivos, infraestructura; las cuales deben avanzar coordinadamente para arribar al objetivo deseado: implementar una movilidad eléctrica sostenible en el país y convertirse en referentes regionales de la tecnología.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la rapidez con que las ciudades de países en vías de desarrollo se están urbanizando, propone un desafío muy grande en términos de contaminación y de gestión de recursos, los cuales siempre resultan escasos. El transporte y la

movilidad, ya sea individual o colectiva, se encuentran entre los tópicos que en mayor medida inciden en estas problemáticas.

Entre las soluciones que se han ido adoptando con éxito a nivel mundial, se destaca la importancia de las políticas públicas necesarias para quebrar las curvas de crecimiento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y consumo de combustibles producto del crecimiento de los parques vehiculares motorizados a través de la incorporación de tecnología.

Los últimos desarrollos que se han realizado en torno a la motorización eléctrica, la posicionan como la gran alternativa en vista de una transformación de la movilidad motorizada. A nivel mundial, los expertos coinciden en que los vehículos eléctricos (VE) serán el nuevo gran paso en el transporte, aunque todavía existen dudas respecto a cuál es la tecnología más adecuada.

El presente trabajo, centra su objetivo en estudiar el estado actual de Argentina para el desarrollo y posicionamiento de la movilidad eléctrica (ME) como una opción viable para una movilidad sostenible en términos ambientales, energéticos y económicos.

## **2. HACIA UNA MOVILIDAD ELECTRICA SOSTENIBLE**

En el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, López y Galarza (2016) han desarrollado un documento en el cual se ha estudiado como insertar la ME en países subdesarrollados como son los de América latina. En el mismo, proponen una hoja de ruta para el despliegue de este tipo de tecnología que se utiliza como guía en el presente estudio.

Se distinguen 4 acciones principales a seguir para el desarrollo planteado con foco puesto en el objetivo propuesto por la Agencia Internacional de Energía (AIE): que la temperatura del planeta no aumente más de 2 grados Celsius al final de este siglo. Así, el presente trabajo aborda también el análisis de las normativas asociadas a la obtención y uso de los VE como marco legal primario para cualquier acción a realizar.

Dado que cada una de estas acciones requiere un avance progresivo, este análisis permitirá identificar en que parte del proceso se encuentra nuestro país para brindar la información necesaria en vista de abordar una planificación estratégica acorde, y sentar las bases de avance para alcanzar el desarrollo deseado en la temática.

### **2.1. Marcos normativos**

Si bien son numerosos los factores que contribuyen a la contaminación, los vehículos como fuentes móviles, producen en la salud efectos muy dañinos. En virtud de ello, Argentina como estado y sociedad debe trabajar en pos de mitigar dichos efectos para poder tener garantías en lo que hace a un importantísimo derecho plasmado por la Constitución Nacional Argentina en su artículo 41.

En lo referido al transporte, dentro de los aspectos legales existen dos áreas bien diferenciadas: una que regula lo relativo a los usuarios de la vía pública, modelos de vehículos, licencias de conducir, tránsito y medidas de seguridad vial; y otro relacionado con la autorización para producir, importar o comercializar VE.

Atendiendo lo primero, el marco regulatorio en Argentina viene dado por la Ley N° 24.449 de Tránsito y Seguridad Vial y su Decreto Reglamentario N° 779/95. Si bien dentro de estos documentos no se hace expresa mención a los VE, no se omite como tipo de tracción la proporcionada por una motorización eléctrica. Aún así, existen desarrollos tecnológicos, nuevas categorías y vacíos legales que deben ser contemplados.

En el sentido expuesto, y como muestra de querer avanzar en el fomento de la ME, en enero de 2018 se reformó dicha Ley, creando nuevas categorías de vehículos livianos (L6 y L7) y sumándole el límite de potencia del motor eléctrico para la diferenciación de las categorías L. Estas incorporaciones, habilitan para la circulación en áreas urbanas a una amplia gama de VE "livianos" y/o individuales.

De los permisos para producir, importar o comercializar VE, como primera medida, los mismos deben contar con la Licencia de Configuración de Modelo, la cual puede ser solicitada únicamente por terminales automotrices radicadas en el país, desalentando el desarrollo de innovadores o pequeños desarrollos industriales locales. A su vez, deben contar con un certificado de aprobación en términos de emisiones de gases contaminantes y nivel sonoro.

Por otro lado, en 2017 se ha avanzado en la promoción de este tipo de motorización, reduciendo el arancel aduanero para autos importados extrazona, que estén impulsados por energías alternativas, lo que incluye vehículos particulares y colectivos. También se establece un cupo máximo de 6000 unidades, con la salvedad que este beneficio puede ser solicitado únicamente por las terminales automotrices radicadas en el país. Algunas automotrices ya homologaron sus modelos eléctricos pero aún ninguna los tiene a la venta.

Por último, si ponemos la mirada en las gestiones llevadas adelante por el Estado o los legisladores para el trazado de planes estratégicos, se vislumbran tímidas iniciativas que aún no han podido plasmar un documento que establezca pautas sobre las cuales

avanzar. Tal es así que en Junio de 2016 el Ministerio de Producción lanzó la Mesa de Vehículos Eléctricos, un espacio de articulación y discusión público-privado, que nuclea a automotrices, petroleras, distribuidoras, fabricantes y seis Ministerios afines con la intención de proponer políticas que permitan el desarrollo de la ME en el país.

Asimismo, se han realizado presentaciones tendientes a avanzar en la regulación de la producción, desarrollo de la industria e importación de este tipo de vehículos. Tal es el caso del Proyecto de Ley de Vehículos Eléctricos y Alternativos elevado por el diputado Baldassi que perdió estado parlamentario. Más recientemente, los suscriptos por la Asociación Argentina de Vehículos Eléctricos y Alternativos (AAVEA) en Agosto de 2017 Proyecto de ley denominado "Régimen de Fomento para el Desarrollo y Utilización de Vehículos Eléctricos y Sistemas de Movilidad Sostenible" y por el diputado Villalonga en Noviembre de 2017, Proyecto de Ley de Movilidad Eléctrica, ambos aun siendo evaluados en las respectivas Cámaras Legislativas.

Estos proyectos de Ley apuntan a otorgar un marco regulatorio claro para el desarrollo y la inversión en esta nueva industria, estableciendo políticas de incentivos y metas con diferentes horizontes temporales, elementos fundamentales para que el país avance y se involucre en esta nueva tecnología del transporte.

## **2.2. Eficiencia energética**

Las políticas de Eficiencia Energética (EE) desempeñan un papel fundamental para apoyar la transición hacia la energía sostenible. De hecho, según López y Galarza (2016), fijar estándares de emisiones ha resultado ser la política más efectiva para la reducción de emisiones y mejorar la eficiencia en el parque automotor a corto y mediano plazo.

En el año 1994, Argentina aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y en 2001 el Protocolo de Kyoto producto de dicha convención. Allí se afirmaba la necesidad de asegurar el fomento de la EE en los sectores pertinentes de la economía nacional.

En el año 2007, Argentina crea el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROUREE) a través del Decreto 140/2007 aún vigente. En el mismo, no sólo se declara la temática como de interés y prioridad nacional, sino que también se plantean acciones a desarrollar a corto, mediano y largo plazo.

El PROUREE proponía el etiquetado de EE pretendiendo establecer márgenes de consumo específico de máquinas y/o artefactos consumidores de energía del país. En lo que hace al Transporte, se proponía impulsar el ahorro energético mediante una ampliación y mejora de la gestión del transporte colectivo. Asimismo, proponía diseñar



un programa de etiquetado para el parque automotor con el objetivo de establecer mínimos a ser impuestos progresivamente para unidades nuevas a ser incorporadas al mercado.

En el año 2015 se crea la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética (SAyEE) dentro de la Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico del Ministerio de Energía y Minería (MEyM) de Argentina. Esta creación se entiende como una jerarquización de la temática, poniéndola en agenda política y de gestión. Tal es así que dicha subsecretaría se plantea con el objetivo de proponer, implementar y monitorear programas para el uso eficiente de los recursos energéticos, entre ellos el PROUREE.

En conformidad con la Ley de Tránsito, en la que se establece que todos los automotores deben ajustarse a los límites sobre emisiones contaminantes, ruidos y radiaciones parásitas, se viene trabajando desde hace varios años en pos de poder implementar las normas EURO V. Es desde 2012 que se viene postergando su aplicación en Argentina debido a la falta de condiciones necesarias en términos de infraestructura y suministro, como lo indican los visto y considerando de la Resolución 1464 del año 2014 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. En función de la misma, y no habiendo encontrado publicada ninguna otra normativa que prorrogue su dictamen, los certificados emitidos bajo normas anteriores a las EURO V se encuentran vencidos a partir del 31/12/17.

Actualmente los ministerios MEyM y de Ambiente, junto con IRAM se encuentran trabajando en la implementación de la etiqueta de eficiencia energética vehicular. Así, fue publicada, y se encuentra vigente, la norma IRAM-AITA 10274-1 - Vehículos de carretera. Eficiencia energética. Parte 1 - Medición de las emisiones de CO<sub>2</sub> y economía de combustible.

En sintonía con esto, la SAyEE se encuentra trabajando en la verificación de tecnologías de eficiencia para que una estandarización de los ensayos permita la correcta verificación de ahorro de combustible debido al uso de distintas tecnologías. Esto permite fortalecer los sistemas de cumplimiento de las normativas, parte necesaria para garantizar la eficiencia real deseada. A su vez, deberían realizarse ensayos en torno a las emisiones, homológamente con la norma IRAM antes mencionada.

Dado que en Argentina recién se están desarrollando los marcos normativos en términos de EE para los vehículos convencionales, distamos en tiempo del desarrollo de los mismos para VE. A su vez, dentro del parque automotor, no se están valorando las diferencias de eficiencia tecnológica, como es el caso impositivo al combustible como veremos más adelante. Este hecho y la falta de sistema de etiquetado vehicular de EE resultan ser faltantes importantes a la hora de pensar en las condiciones necesarias para la inserción de VE en nuestro país.

### **2.3. Distorsiones de Mercado**

"Para lograr una mayor competitividad de la movilidad eléctrica en la región se recomienda corregir las distorsiones de los mercados de la energía, especialmente a través de la terminación de los subsidios" (López y Galarza, 2016, p. 62).

Asimismo, según el World Energy Council (WEC) los precios de la energía deben reflejar estrechamente el costo real del suministro. Dado que esto no ocurre en los países de América Latina, se recomienda fijar plazos para lograr una reforma gradual de los precios de la energía.

En Argentina desde 1932 existen normativas de gravámenes sobre combustibles. El régimen de Impuesto a la Transferencia de Combustible (ITC) se encuentra normado por la Ley 23.966 de 1991, la cual ha sufrido diferentes modificaciones a lo largo de los años. Tiene por objeto general penalizar su uso dadas sus externalidades negativas, pretendiendo a través de su gravación desincentivar el mismo a favor del transporte público.

Los últimos grandes cambios de la Ley 23.966 que actualmente rigen son asignados por las leyes 27.430 y 27.431 del 2017, aplicados a partir del 1° de Marzo del corriente año, y marcan un quiebre en la concepción del impuesto. El ITC deja de ser un porcentaje sobre el valor de venta, para ser un valor fijo (actualizable trimestralmente), lo que permite amortiguar el impacto del aumento del crudo y las variaciones de la moneda local respecto al dólar. El consumo de nafta y gas oíl, no solo pagan por ser combustibles líquidos sino también por sus emisiones de dióxido de carbono.

Dada su reciente implementación, no es posible verificar si estos cambios logran desincentivar su consumo ni cuantificar modificaciones de preferencias modales. Cuando en 2015 Arroyo, Ramírez y Ruiz realizaron una investigación sobre los impuestos a los combustibles líquidos, concluían que los mismos no lograban desincentivarlos, produciendo distorsiones como aumento del costo de vida.

La ley 23.966 prevé como disposición complementaria que los prestadores de servicios de transporte público de pasajeros y/o de carga terrestre, fluvial o marítima computen como pago a cuenta del Impuesto al Valor Agregado (IVA) el 45% del impuesto al combustible líquido. En este sentido, se estaría incentivando el uso del transporte público y el transporte de carga.

Viendo y considerando que la Ley descripta ha sido recientemente modificada, no resulta inmediata la visión estratégica del Poder Ejecutivo ni Legislativo, de corregir las distorsiones de mercado para estos combustibles en Argentina.

La ley impositiva antes descripta no alcanza a la energía eléctrica. La misma se encuentra atomizada a nivel provincial en términos de distribución, con diferentes alcances impositivos. Esto hace que los costos y las tarifas tengan distorsiones diversas en todo el territorio nacional, teniendo diferencias significativas a nivel federal. Resulta clara la necesidad de replantear estas desigualdades en pos de favorecer la inserción de los VE como se viene desarrollando en el presente trabajo.

## **2.4. Incentivos**

La necesidad de crear condiciones de mercado para incentivar la inserción de los VE en Argentina nos lleva a pensar diferentes alternativas en términos impositivos, como es el caso del impuesto al valor agregado o a la importación. Hay autores que proponen subsidios a la adquisición de este tipo de vehículos para que resulte competitiva su compra.

En términos de uso, pueden aplicarse reducciones de impuestos a la circulación, estacionamiento, seguros y suministro de energía. Asimismo, podría beneficiarse la circulación de los VE sobre carriles exclusivos para el transporte público, no en detrimento de su nivel de servicio; o la generación estacionamiento exclusivos, entre otras políticas de promoción.

Sin embargo, debe tenerse la precaución de crear escenarios de incentivo que sean sostenibles en el tiempo teniendo en cuenta no solo la situación fiscal del país sino también la competitividad que existe entre el uso de vehículos particulares individuales y el uso del transporte público en los países subdesarrollados.

En Argentina, actualmente no existe en vigencia ninguna de estas políticas de incentivo mencionadas, las cuales forman parte del marco necesario para la inserción al mercado de los VE. Como hemos mencionado con anterioridad, existen proyectos de normativas que tienen por objeto cambiar y mejorar esta situación actual.

## **2.5. Infraestructura**

Uno de los aspectos clave para la expansión de la movilidad eléctrica es la infraestructura de recarga. Existen diferentes tecnologías para ello. En Argentina, actualmente algunas ciudades tienen líneas de transporte urbano de pasajeros (TUP) eléctrico, las cuales funcionan a través de catenarias. Si bien para el TUP puede no ser un inconveniente circular a través de una ruta preestablecida, si lo es para el resto de los vehículos circulantes. En este sentido, recientemente se han incorporado unidades

eléctricas mixtas con autonomía, pero requieren del uso de las catenarias en servicio para su carga.

Se analiza aquí la infraestructura necesaria para que VE puros a batería (autónomos) puedan circular en las vías terrestres del territorio argentino. La misma requiere de un balance entre las cargas domiciliarias y las públicas distribuidas en centros urbanos e importantes rutas, de modo tal de brindar la mayor autonomía posible.

En este marco, se destacan también diferentes componentes que se deberían disponer para suplir las necesidades que los VE requieren: *Red eléctrica*: deben poder garantizar en todo momento la posibilidad de recarga; *Cargadores públicos/electrolíneas*: deben ser suficientes en cantidad, además de estar ubicados estratégicamente; y *Cargadores domiciliarios*.

Por otro lado se menciona la necesidad de que los aumentos en el consumo producidos por los VE, puedan ser cubiertos por las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

En el mundo existen, en la actualidad, a nivel tecnológico, tres posibilidades de carga de VE: recarga conductiva, recarga por reemplazo de baterías o Swapping de baterías y recarga inductiva o inalámbrica.

La recarga conductiva es la más habitual y desarrollada. Se realiza conectando el vehículo a una toma de corriente por medio de un cable, ya sea en un enchufe doméstico o a través de un punto de recarga.

La recarga por reemplazo de baterías o Swapping de baterías consiste en la sustitución de la batería del VE por otra cargada al 100%, en una operación de pocos minutos, factible para vehículos de dos ruedas por su tamaño y peso.

Por último, la recarga inductiva o inalámbrica se realiza por magnetismo o microondas. Esta alternativa resulta ser uno de los más prometedores mercados para la alimentación de VE dado que ofrece la posibilidad de recarga mientras se está detenido, sin cables de por medio, pudiendo embeberse en el asfalto para intersecciones semaforizadas por ejemplo.

En Argentina hoy se destaca la reciente colocación de 220 cargadores conductivos en 110 estaciones de servicio y el nuevo anuncio del Ministro de Transporte que indica que la infraestructura necesaria para los VE estará disponible a partir de este año.

### **3. CONCLUSIONES**

La temática del transporte es fundamental dentro de los aspectos medioambientales a considerar. Siendo los VE un potencial fuerte en términos de soluciones, para su inserción e implementación en Argentina, deben generarse y modificarse ciertas condiciones en un ámbito muy grande de aspectos.

En primera medida, debe tenerse la voluntad política de cumplir con lo que las leyes nacionales vigentes promueven. En coherencia con ello, debe ponerse en agenda el tratado de una Ley específica para los VE con visión estratégica, no solo de inserción sino también en producción, donde el país puede encontrar mercados de desarrollo y productividad. Si bien existen varios proyectos, parecieran no tener prioridad en el Congreso. Asimismo, debe trabajarse la Ley de Eficiencia Energética, priorizando el etiquetado de vehículos convencionales y de nuevas tecnologías, desarrollando sistemas de control en base a las normativas vigentes de emisiones. Respecto a esto último, todavía no se visualiza con claridad la implementación de las normas EURO V.

Argentina se encuentra muy lejos de corregir las distorsiones de mercado de energías disponibles, dada la matriz energética actual y las cuestiones macroeconómicas asociadas, lo que hace difícil modificar el mercado desde las políticas gubernamentales. Asimismo no existen en nuestro país políticas de incentivos y en términos de infraestructura, se están dando los primeros pasos con ciertas tecnologías de cargadores para VE de baterías a través de la empresa YPF S.A.

Finalmente, los anuncios del Ministro de Transporte de la Nación generan gran expectativa en pos de tener a la brevedad infraestructura para VE. Sin embargo, la falta de legislación específica, las distorsiones del mercado de combustibles y la falta de incentivos generan dudas respecto al éxito que pueda tener la implementación de los VE con el recorrido asumido por la gestión gubernamental. Como se ha desarrollado en el presente, dicha gestión dista de las recomendaciones internacionales en términos de abordajes para países de Latinoamérica.

#### **4. BIBLIOGRAFIA**

Arroyo, J. C. G., Ramírez, G., Ruiz, S. A.. (2015). *Impuesto a los Combustibles Líquidos. Un análisis descriptivo del régimen hasta el año 2013*. Recuperado de: [http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/6943/22-arroyo-ramirez-ruiz-tesisfce.pdf](http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6943/22-arroyo-ramirez-ruiz-tesisfce.pdf), 24/04/2018

Diario La Nación. (2017). *Autos eléctricos en la Argentina: modelos, precios y estaciones de carga*. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/2026595-autos-electricos-en-la-argentina-modelos-precios-y-estaciones-de-carga> 24/04/2018

Dirección Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos. (2016). *Escenarios Energéticos 2025*. Recuperado de: <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7772> 24/04/2018

Energía Estratégica. Portal web. (2017). *La ley que "diseñaron" empresarios para impulsar vehículos eléctricos en Argentina*. Recuperado de: <http://www.energiaestrategica.com/proyecto-ley-disenaron-empresarios-impulsar-vehiculos-electricos-argentina/> 24/04/2018

Feroli, J. (2016). *Eficiencia Energética. Un Camino rápido hacia la sostenibilidad energética*. World Energy Council (WEC). Primera Jornada Nacional de Eficiencia Energética.

Gomez-Gelvez J. A., Mojica C. H., Kaul V., Isla L.. (2016). *La incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina - Banco Interamericano de Desarrollo*. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7854/La-incorporacion-de-los-vehiculos-electricos-en-America.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 24/04/2018

Honorable Cámara de Diputados Argentina. (2017) *Proyecto de Ley - Expediente 6191-D-2017. Régimen*. Recuperado de: <http://www.diputados.gov.ar/proyectos/proyecto.jsp?exp=6191-D-2017> 24/04/2018

Honorable Congreso de la Nación Argentina. *Ley N° 23.966/1991 y sus modificaciones - Texto Actualizado* (2018). Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/365/texact.htm> - 24/04/2018

Honorable Congreso de la Nación Argentina. *Ley N° 24.449/1994 y sus modificaciones - Texto Actualizado* (2018). Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/818/texact.htm>- 24/04/2018

Honorable Congreso de la Nación Argentina. Constitución Nacional Argentina - *Ley N° 24.430/1994* (1995). Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/804/norma.htm> 24/04/2018

Infobae. (2017). *Se instalaron los primeros cargadores para autos eléctricos en estaciones de servicio*. Recuperado de: <https://www.infobae.com/economia/2017/08/03/se-instalaron-los-primeros-cargadores-para-autos-electricos-en-estaciones-de-servicio/> 26/04/2018

López, G., Galarza, S. (2016) *Movilidad eléctrica. Oportunidades para Latinoamérica - ONU Medio Ambiente*. Recuperado de: [http://www.pnuma.org/cambio\\_climatico/publicaciones/informe\\_movilidad\\_electrica.pdf](http://www.pnuma.org/cambio_climatico/publicaciones/informe_movilidad_electrica.pdf) 24/04/2018

Poder Ejecutivo Nacional. (2007). *Decreto 0140/2007*. Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136078/norma.htm> 24/04/2018

Poder Ejecutivo Nacional. *Decreto 0231/2015*. (2015). Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/257246/texact.htm> 24/04/2018

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2015). *Resolución 1464/2014*. Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/240000-244999/240942/norma.htm> 24/04/2018

Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética, (2018). *Memoria anual 2017*. Recuperado de: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/memoria\\_correcciones\\_final\\_-\\_baja\\_definicion.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/memoria_correcciones_final_-_baja_definicion.pdf) 24/04/2018

Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética, (2017). *Memoria anual 2016*. Recuperado de: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/memoria\\_anual\\_2016\\_-\\_subsecretaria\\_de\\_ahorro\\_y\\_eficiencia\\_energetica.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/memoria_anual_2016_-_subsecretaria_de_ahorro_y_eficiencia_energetica.pdf) 24/04/2018

Surtidores - Portal de las ES. (2016) *Una mesa chica avanza en el desarrollo de una normativa que impulse autos eléctricos*. Recuperado de: <http://www.surtidores.com.ar/una-mesa-chica-avanza-en-el-desarrollo-de-una-normativa-que-impulse-autos-electricos-en-argentina/> 24/04/2018

TN – Todo Noticias. (2017). *Guillermo Dietrich: la infraestructura para los autos eléctricos estará “partir del años que viene”*. Recuperado de: [https://tn.com.ar/autos/lo-ultimo/guillermo-dietrich-las-infraestructura-para-los-autos-electricos-estara-partir-del-ano-que-viene\\_833215](https://tn.com.ar/autos/lo-ultimo/guillermo-dietrich-las-infraestructura-para-los-autos-electricos-estara-partir-del-ano-que-viene_833215) 26/04/2018

Poder Ejecutivo Nacional. (1995). *Decreto 779/1995 – Transito y Seguridad Vial*.

Secretaria de Industria y Servicios. Ministerio de Producción. (2017). Resolución 536-E/2017.

Poder Ejecutivo Nacional. (2017). *Decreto 331/2017 – Derecho de Importación Extrazona. Alícuotas*.

Honorable Cámara de Diputados Argentina. (2017) *Proyecto de Ley - Expediente 085-P-17*. Recuperado de: [http://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2017/08/AAVEA-Proyecto-de-Ley\\_17-08-2017-P085-2017R.pdf](http://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2017/08/AAVEA-Proyecto-de-Ley_17-08-2017-P085-2017R.pdf) 27/04/2018

Honorable Cámara de Diputados Argentina. (2014) *Proyecto de Ley - Expediente 2929-D-2014* Recuperado de: <http://www1.hcdn.gov.ar/proyxml/expediente.asp?fundamentos=si&numexp=2929-D-2014> 27/04/2018

# **POLÍTICAS DE TRANSPORTE RELEVANTES PARA ALCANÇAR OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO NORDESTE BRASILEIRO**

## **Isabel Magalhães**

Universidade Federal de Pernambuco UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
magalhaesbel@yahoo.com.br

## **Liliane Fátima Carneiro Leão**

Universidade Federal de Pernambuco UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
lilianecleao@gmail.com

## **Maurício Oliveira de Andrade**

Universidade Federal de Pernambuco UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
mauandrade@gmail.com

## **Enilson Medeiros dos Santos**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil  
enilson@interjato.com.br

## **RESUMO**

A crescente preocupação mundial com a sustentabilidade do desenvolvimento global levou à elaboração, pela ONU, da Agenda 2030, que estipula dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, a serem alcançados a partir de 169 metas. Sabe-se que o setor dos transportes pode dar grande contribuição rumo à almejada sustentabilidade. Não obstante, pouco tem sido publicado a respeito da relação entre o setor e a Agenda. Reconhecendo a importância das políticas de transporte para o atingimento desses objetivos, este trabalho pretende avaliar como devem ser alocados esforços a políticas e ações no setor de transportes, de modo a contribuir mais eficazmente para o atingimento de ODSs e correspondentes metas na região do Nordeste brasileiro. Para tanto, elaborou-se um questionário baseado em uma adaptação do AHP, no qual sete especialistas, atuantes na região em questão, compararam par-a-par os dez ODSs, previamente definidos em função de sua relação direta com os transportes, em termos da importância relativa de políticas e ações no setor para a consecução dos Objetivos. O resultado da consulta aos especialistas permitiu estabelecer subgrupos de ODSs hierarquizados com base na maior importância dos transportes para sua consecução, o que permitiu construir um marco tipológico de políticas de transportes urbanos e regionais às quais deve ser dedicado um maior esforço de elaboração e de implantação no processo de aproximação ao desenvolvimento sustentável da região.

## **INTRODUÇÃO**

No início dos anos 70, tornou-se evidente a crise do modelo de crescimento econômico forjado em padrões de produção e consumo das economias mais desenvolvidas, o que deu margem à inclusão da problemática ambiental no debate sobre o desenvolvimento mundial. Em 1982, a ONU instalou a Comissão Mundial sobre



Meio Ambiente e Desenvolvimento, cujos trabalhos originaram o conceito de desenvolvimento sustentável, explicitado no conhecido Relatório Brundtland (WCED, 1987). Neste documento, havia um destaque significativo para o setor de transportes, para o qual previam-se medidas a serem adotadas segundo as dimensões social, econômica e ambiental que caracterizavam o tripé do desenvolvimento sustentável.

Em 1992, a Cúpula da Terra da ONU reconheceu o papel dos transportes no desenvolvimento sustentável e reforçou essa importância no seu documento final, a Agenda 21 (UNCED, 1992). Cinco anos mais tarde, a Assembleia Geral da ONU ressaltava os transportes como um dos principais consumidores mundiais de energia (UNITED NATIONS, 1997); e, em 2001, outra vez os transportes foram destaque na discussão da 9ª sessão da Comissão das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (UNITED NATIONS, 2001). No ano seguinte, a Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável discutiu a promoção de uma abordagem integrada para formular políticas em nível nacional, regional e local para sistemas de transportes (WSSD, 2002) reforçada em 2005 com o Protocolo de Quioto (UNITED NATIONS, 1998), que abordava a necessidade de medir o limite e/ou a redução das emissões de gases poluentes não controladas pelo Protocolo de Montreal (UNITED NATIONS, 1989) no setor dos transportes.

Na Conferência Rio +20, em 2012, destacou-se o papel central do transporte na garantia do desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2012). Em 2014, a ONU constituiu um Grupo Consultivo de Alto Nível sobre Transporte Sustentável, que produziu um relatório que ressalta a necessidade de investir no transporte para promover o Desenvolvimento Sustentável até 2030 (UNITED NATIONS, 2016). Sem embargo, a Agenda 2030 da ONU, publicada em 2015, explicita 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) sem menção explícita ao setor transportes (UNITED NATIONS, 2015). Com base nas metas associadas aos ODSs, a ONU considera que sete desses objetivos estão diretamente relacionados ao transporte.

Não há, até o momento, qualquer documento que sistematize o papel dos transportes no atingimento do conjunto dos ODSs, muito menos que aponte prioridades relativas ao setor na definição de políticas e medidas capazes de contribuir efetivamente para o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, e com vistas a estimular a discussão em torno das relações efetivas entre os transportes e os ODSs, este artigo objetiva contribuir para um entendimento mais sistemático do papel que a Agenda 2030 reserva aos transportes como setor de suporte, direto ou indireto, à promoção do desenvolvimento sustentável no Nordeste brasileiro.

Nesse artigo, parte-se do princípio que as diferenças situacionais e as prioridades de desenvolvimento interregionais em países tão regionalmente desiguais como o Brasil sustentam adequadamente a ideia de políticas e estratégias governamentais

dedicadas às distintas regiões. Assim, a análise das opiniões dos especialistas deverá ter como resultado uma definição de prioridades relativas com validade para o contexto socioeconômico e geográfico sobre o qual os especialistas entrevistados alicerçam suas análises da problemática. Em síntese, espera-se que o artigo responda à questão de como devem ser distribuídos e alocados recursos e esforços das políticas e do planejamento de transportes pelos ODSs, em uma dada região geográfica, de modo a dirigir mais eficazmente a contribuição do setor para a trajetória futura desta região na direção do desenvolvimento sustentável.

O artigo se estrutura em cinco seções, além das referências. Após esta introdução, a segunda seção está dedicada a uma breve revisão bibliográfica das contribuições ao debate em torno da Agenda 2030 do ponto de vista dos transportes. Na terceira seção, apresentam-se os recortes metodológicos da pesquisa subjacente ao artigo. A seção seguinte apresenta os resultados da aplicação do questionário aos especialistas selecionados, formulado a partir do desenvolvimento conceitual do AHP para essa particular aplicação, deixando-se as considerações finais para a quinta e última seção.

## **A AGENDA 2030 E OS TRANSPORTES**

Na literatura identificada na SCOPUS (2015/2018) há uma cobertura limitada da relação entre transportes e Agenda 2030; os poucos artigos que incluem a temática focam, principalmente, na emissão de poluentes. A maioria dos artigos que discute os ODSs trata de saúde pública, mudanças climáticas e equidade social, sem foco nos transportes. Esta seção está dedicada a revisar a breve literatura acadêmica e institucional que faz menção ao setor dos transportes como um ponto importante para que as cidades se aproximem cada vez mais do Desenvolvimento Sustentável.

Dixon *et al* (2017), por exemplo, afirmam que o planeta tem sofrido com mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, impulsionadas por crescente urbanização e industrialização e por aumento populacional. Neste artigo, além desses problemas, destaca-se o crescente e preocupante aumento da desigualdade social. Ademais, a partir da breve contextualização apresentada na introdução deste trabalho é possível perceber a preocupação mundial com a sustentabilidade do desenvolvimento das cidades. Na busca por superar este desafio, a ONU publicou um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade — Agenda 2030 (UNITED NATIONS, 2015) —, no qual afirma estar determinada a tomar as medidas transformadoras necessárias para que o mundo trilhe um caminho sustentável e resiliente.

Para seguir nesta direção, embasado no legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (UNITED NATIONS, 2000), a ONU propôs os 17 Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável — apresentados na Tabela 1 —, acompanhados por 169 metas a serem perseguidas em escala mundial. Esses objetivos são integrados, indivisíveis, e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável propostas por Brundtland (WCED, 1987): econômica, social e ambiental. Buscam também concretizar os direitos humanos de toda a população, alcançando a igualdade de gênero. Para tanto as metas englobam todas as políticas setoriais urbanas, inclusive a de transportes.

**Tabela 11: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**

ODS1	Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares
ODS2	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável
ODS3	Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades
ODS4	Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos
ODS5	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas
ODS6	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos
ODS7	Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos
ODS8	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos
ODS9	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação
ODS10	Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles
ODS11	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis
ODS12	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis
ODS13	Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos
ODS14	Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável
ODS15	Promover a fiscalização de abusos sexuais e tráfico nas infraestruturas de transporte
ODS16	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis
ODS17	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável

Para concretização deste trabalho é necessário compreender o papel que cabe aos transportes, no tocante à efetivação desses objetivos. Nesse sentido, o relatório elaborado pelo Grupo Consultivo de Alto Nível sobre Transporte Sustentável, constituído pela ONU (UNITED NATIONS, 2016), afirma que as mudanças reais nos sistemas de transporte são vitais para o sucesso da Agenda 2030. O Grupo acredita que o setor de transporte conecta pessoas e comunidades locais ao mundo, constrói mercados e facilita o comércio, impulsionando o desenvolvimento das cidades: o transporte sustentável pode, analogamente, impulsionar o desenvolvimento

sustentável. O relatório define transporte sustentável como a prestação de serviços de infraestrutura para a mobilidade de pessoas e bens com segurança, acessibilidade, eficiência, resiliência e com redução dos impactos ambientais, trazendo benefícios para as gerações atuais e futuras.

Ainda de acordo com o Grupo, dependem dos avanços no transporte sustentável: a redução das emissões de gases do efeito estufa; a segurança alimentar; os cuidados com a saúde da população; a frequência escolar dos jovens; a garantia de oportunidade de emprego às mulheres; a independência e dignidade das pessoas com restrição de mobilidade e a segurança pessoal para todos os usuários das infraestruturas de transportes. Para reforçar esta afirmação, o Grupo constata a vinculação direta de 7 ODSs (2, 3, 7, 9, 11, 12 e 13) ao transporte sustentável. Acrescenta que a sustentabilidade dos transportes é um meio pelo qual as pessoas podem acessar tudo de que precisam para ter uma vida em plenitude. Ademais, enfatiza a necessidade de comprometimento de todos os atores (governos, empresas e a sociedade) para transformar o sistema de transportes.

Outros autores reforçam a dependência que o Desenvolvimento Sustentável possui com relação ao Transporte Sustentável. Para Fiorini e Hoekman (2017) dependem dos serviços de transportes: a eliminação da pobreza e da fome; a melhoria dos resultados de saúde e educação; e a redução das desigualdades. Em adição, destacam que todos os ODSs que visam reduzir os impactos ambientais relacionam-se com o transporte. Por crerem que o desempenho dos serviços é importante para a obtenção de muitos ODSs, afirmam que o desafio das políticas urbanas setoriais, inclusive de transporte, é estimular a melhoria no desempenho dos seus serviços.

Bakker *et al.* (2017) enfatizam que é necessário intervir no setor dos transportes, em escala regional e nacional, para que contribua com os objetivos ambientais, sociais e econômicos, evitando o aumento das emissões de poluentes e a piora na qualidade do ar, segurança energética, habitabilidade urbana, equidade social, segurança no trânsito e competitividade econômica. Diferentemente, Dixon *et al.* (2017) tratam exclusivamente da preocupação com o controle da emissão de gases poluentes. Eles reconhecem as infraestruturas de transporte como um dos setores chaves para o desenvolvimento, e, portanto, é necessário incluir os efeitos das mudanças climáticas no planejamento, projeto, construção e instalação das mesmas.

Como dito anteriormente, a literatura acadêmica com respeito à temática aqui revisada ainda é muito pequena. Ao tomar conhecimento deste fato, julgou-se relevante analisar mais a fundo o papel das políticas de transporte no atingimento dos 17 ODSs propostos pela ONU, com suporte na metodologia detalhada a seguir.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Ainda que a elaboração dos 17 ODSs conforme uma proposição com validade e aplicabilidade em escala global, a implementação de medidas orientadas pelas diretrizes (metas e objetivos) da Agenda 2030 terá sempre estreita vinculação com o estágio diferenciado de desenvolvimento de países, regiões e até de municípios. A aplicação deste método reconhece essa natureza singular de que se reveste a implementação da Agenda 2030 em diferentes contextos socioeconômicos e geográficos e, por essa razão, enfocou a temática em um contexto regional; o do Nordeste do Brasil. Para tanto a construção do artigo seguiu um procedimento metodológico condizente com a problematização já esquematizada.

Na primeira etapa da pesquisa, foram analisadas as 169 metas propostas pela ONU para o atendimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, com o intuito de reconstruir suas relações com os respectivos ODSs na perspectiva das decisões e ações de política e de planejamento dos transportes. Assim, como se pode ver na Tabela 2, foi possível dar consistência às relações diretas já apontadas pela ONU — Direta (UN, 2016) —, as quais foram acrescidas outras relações que a análise julgou importante para este estudo — Direta + —. Além disso, outras metas foram classificadas como relações indiretas e qualificadas em dois níveis de intensidade: — Indireta fraca e Indireta forte —.

A partir dessa reclassificação, os ODSs foram separados em dois grupos. O primeiro grupo foi composto pelos ODSs com, pelo menos uma relação direta com o transporte, seja estipulada pela ONU ou fruto da análise proposta neste trabalho. O segundo grupo foi composto pelos ODSs que possuíam apenas relações indiretas com as políticas de transportes.

**Tabela 12: Resumo do grau de relação entre as metas dos ODSs e as políticas de transportes**

ODS	METAS					Total
	Direta (UN, 2016)	Direta +	Indireta Forte	Indireta Fraco	Demais	
1	0	0	2	0	5	7
2	1	1	0	3	3	8
3	2	0	1	3	7	13
4	0	1	2	2	5	10
5	0	0	0	1	8	9
6	0	0	0	2	7	9
7	1	1	0	1	2	5
8	0	0	1	4	7	12
9	1	0	1	4	2	8

10	0	1	1	2	6	10
11	2	3	1	1	3	10
12	1	2	3	2	3	11
13	2	0	1	2	0	5
14	0	0	2	1	7	10
15	0	0	2	2	8	12
16	0	0	3	2	7	12
17	0	1	4	7	6	18
TOTAL DE METAS =						169

Na Tabela 2 o primeiro grupo, formado pelos ODSs 2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13 e 17, totalizando dez deles, está destacado em linhas sombreadas. Os dez ODSs desse grupo foram então submetidos à análise de especialistas, aos quais se solicitou o julgamento de importância relativa par-a-par com base em uma adaptação do AHP (*Analytical Hierarchy Process*), procedimento proposto por Saaty (1990), cuja aplicação a esta pesquisa se detalha na seção subsequente.

## APLICAÇÃO DO AHP E OS RESULTADOS OBTIDOS

A versão do AHP utilizada neste trabalho se baseia na comparação par-a-par de ODSs em termos da importância relativa de políticas e ações no campo dos transportes, para a consecução do objetivo. Assim, a pergunta clássica de Saaty (1990) a respeito da importância relativa de critérios em uma decisão multicriterial foi adaptada na forma seguinte: "com que intensidade as políticas de transporte são mais relevantes para que se alcance o ODS<sub>i</sub> relativamente ao ODS<sub>j</sub> da perspectiva do Nordeste brasileiro". As respostas dos especialistas seguiram a escala tradicional de Saaty (1990) que se reproduz na Tabela 3.

**Tabela 13: Definição do significado de cada índice da escala**

	GRAU	SIGNIFICADO
1	Igual importância	As políticas de transportes têm o mesmo grau de relevância para atingir esses dois ODSs.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	As políticas de transportes possuem levemente mais relevância para alcançar um ODS do que o outro.
5	Importância grande ou essencial	As políticas de transportes possuem fortemente mais relevância para alcançar um ODS do que o outro.
7	Importância muito grande ou demonstrada	As políticas de transportes possuem muito fortemente mais relevância para alcançar um ODS do que o outro.
9	Importância absoluta	As políticas de transportes possuem relevância com mais alto grau de segurança para alcançar um ODS do que o outro.

---

Fonte: Adaptado de Saaty (1990)

A partir da análise pelos especialistas, utilizando-se a rotina de definição de pesos relativos implícita ao AHP foi possível hierarquizar os dez ODSs pela importância das políticas de transporte para o seu atingimento. O grupo de especialistas constituiu-se de 7 acadêmicos da área de transporte, militando em Universidades da Região Nordeste do Brasil. Observa-se que isso está de acordo com a regionalização de resultados e em conformidade com o princípio advogado pela própria ONU, de que embora sejam os ODSs e metas de natureza global e universalmente aplicáveis, tais aplicações devem levar em conta as diferentes realidades nacionais e regionais, bem como as políticas e prioridades de cada país (UNITED NATIONS, 2015).

Na Tabela 4, são apresentados os indicadores relativos de relevância das políticas de transporte para o atingimento de cada um dos dez ODSs estudados, em ordem decrescente. Pode-se verificar que a consulta aos especialistas resultou em uma distribuição bastante desigual das importâncias relativas do transporte para o atingimento de cada um dos dez ODSs diretamente relacionados a transportes. Observa-se que a média imputada de 10% situa-se a 15,31 pontos percentuais do valor máximo atribuído ao ODS11 e a 6,78 pontos percentuais do ODS4, que é o menos valorado pelo conjunto de especialistas. Importante também verificar que os três ODSs mais influenciados em seu atingimento pelos transportes possuem características marcantes de objetivos de política de desenvolvimento urbano.

**Tabela 14: Indicadores relativos de relevância do transporte para o atingimento dos ODSs**

ODS11	ODS13	ODS12	ODS3	ODS9	ODS7	ODS17	ODS2	ODS10	ODS4
25,31%	15,65%	14,63%	10,42%	10,35%	6,11%	5,52%	4,44%	4,34%	3,22%

Foi possível então, adotando análises estatísticas de mediana e desvio padrão, bem como a formação de patamares na curva ABC, formar três subgrupos do grupo dos dez ODSs. O Subgrupo 1 é o mais relevante e se compõe dos ODSs 11, 13 e 12. O Subgrupo 2 é de relevância intermediária, e está composto pelos ODSs 3, 9, 7 e 17. Por fim, o Subgrupo 3, de menor relevância relativa, está composto pelos ODSs 2, 10 e 4, conforme se pode ver na Figura 1.

**Figura 19: Gráficos referentes à hierarquização dos ODSs e à curva ABC**



A Figura 1 apresenta em forma gráfica o vetor de indicadores relativos da Tabela 4 (Figura 1a) e os valores acumulados dos indicadores tomando-se os ODSs em ordem decrescente de importância dos transportes para a sua consecução (Figura 1b) como em uma curva ABC. Nesta curva pode-se verificar que os três ODSs mais influenciados por ações no campo dos transportes somam mais de 50% de significância relativa, sendo de 14,63 pontos percentuais a contribuição do ODS12, que é o terceiro do subgrupo. Os ODSs 3 e 9 a seguir (Tabela 4) contribuem com pouco mais de 10%, o que permite estabelecer um patamar de separação na curva ABC. Já do segundo para o terceiro subgrupo vê-se que a contribuição de 5,52 pontos percentuais do ODS17 contrasta com a de 4,44 pontos percentuais do ODS2, transição esta que levou os autores a estabelecer aqui um segundo patamar de separação entre os subgrupos.

Em seguida, foi possível verificar — conforme anteriormente ressaltado — que as respostas dos especialistas revelaram uma importância maior para políticas de transporte no âmbito urbano, secundadas por políticas para o transporte regional. As características da problemática do transporte na região Nordeste são provavelmente a razão subjacente a esse posicionamento. Tal observação levou a que se definissem políticas de transporte de maior significação para o alcance do desenvolvimento sustentável no Nordeste sobre o marco de uma segmentação territorial, a saber: políticas urbanas e políticas regionais. Cruzando então as informações sobre relevância relativa do transporte para os dez ODSs destacados, se chegou à proposição constante da Tabela 5 em que políticas urbanas e regionais de transporte oriundas dos diferentes subgrupos são consolidadas em termos tipológicos.

**Tabela 15: Tipologias de Políticas de Transporte**

SUBGRUPOS	TIPOLOGIAS DE POLÍTICAS URBANAS
1	Provisão de sistemas de transporte inclusivos, acessíveis, ambientalmente adequados e, por fim, módicos, considerando a possibilidade de subsídios sociais
2	Redução de feridos e mortos em acidentes rodoviários e dos danos ambientais; garantia de acesso à saúde pública e medicamentos; integração da política de transportes com as demais políticas urbanas



3	Garantia do acesso à educação através de serviços de transporte público
<b>SUBGRUPOS</b>	<b>TIPOLOGIAS DE POLÍTICAS REGIONAIS</b>
1	Fomento ao turismo sustentável, em especial o turismo rural
2	Redução dos custos de transporte para as mercadorias destinadas à exportação; facilitação do acesso de pequenos produtores rurais aos mercados urbanos; incentivo a iniciativas de parcerias em escala nacional e global, com vistas ao transporte regional sustentável; internalização às políticas e ao planejamento regional de transporte de iniciativas de sucesso, tanto nacionais como internacionais
3	Garantia do acesso a áreas de atividades agropecuárias por redes de infraestruturas de transportes mais permeáveis no território; suporte à mobilidade intrarregional especialmente no que concerne a deslocamentos para atenção à saúde e desfrute de oportunidades educacionais

Por fim, separadas as tipologias de políticas em urbanas e regionais, hierarquizadas em subgrupos de relevância relativa, torna-se mais fácil as decisões de política e planejamento para os governos locais e estaduais da região Nordeste.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizadas as devidas análises, foi possível chegar à resposta da questão proposta no início deste trabalho: como devem ser distribuídos e alocados recursos e esforços das políticas e do planejamento de transportes pelos ODSs, em uma dada região geográfica, de modo a dirigir mais eficazmente a contribuição do setor para a trajetória futura desta região na direção do desenvolvimento sustentável. O trabalho deixou explícita a hierarquia de atuação das políticas de transporte na contribuição para o atingimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável no Nordeste brasileiro. Destaca-se o ODS11 (Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis), claramente assinalando a importância de políticas de transporte para as cidades da região.

Em seguida, o artigo estabelece um marco tipológico de enquadramento para as políticas de transporte, relacionando subgrupos de ODSs e territorialidade (urbana e regional) das políticas indicadas. Ressalta-se a maior importância relativa de políticas voltadas para a provisão de sistemas de transporte inclusivos, acessíveis, ambientalmente adequados e módicos, considerando a possibilidade de subsídios sociais. Para tanto é necessário destinar recursos financeiros, principalmente, ao transporte público acessível à população, com a finalidade de assegurar a equidade no deslocamento, garantir tarifas módicas e contribuir com a sustentabilidade.

Por fim, reconhecendo que as cidades do Nordeste brasileiro estão aquém do que se espera dos investimentos para a implementação das Política de Transporte rumo ao atingimento dos ODSs, acredita-se que este trabalho pode contribuir para o

planejamento dos transportes no Nordeste brasileiro rumo ao Desenvolvimento Sustentável proposto pela ONU.

## REFERÊNCIAS

- BAKKER, S.; MAJOR, M.; MEJIA, A.; BANOMYONG, R. (2017). *ASEAN cooperation on sustainable transport: progress and options*. Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific. N° 87, 2017.
- DIXON, N.; FOWMES, G.; FROST, M. (2017). *Global challenges, geosynthetic solutions and counting Carbon*. Geosynthetics International, 2017, 24, No. 5
- FIORINI, M. E HOEKMAN, B. (2017). *Services Trade Policy and Sustainable Development*. European University Institute. Robert Schuman Centre for Advanced Studies. Global Governance Programme. Disponível em: <[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3033851](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3033851)>. Acesso em: 28 abr. 2018.
- THOMAS L.SAATY (1990). *The analytic hierarchy process in conflict management*. International Journal of Conflict Management, Vol. 1 Issue: 1, pp.47-68, <https://doi.org/10.1108/eb022672>.
- UNCED (1992). *United Nations Conference on Environment & Development*. Rio de Janeiro.
- UNITED NATIONS (1989). *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. Montreal.
- UNITED NATIONS (1997). *Resolution adopted by the general assembly*. Programme for the Further implementation of Agenda 21. Nações Unidas.
- UNITED NATIONS (1998). *Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change*. Nações Unidas.
- UNITED NATIONS (2000). *United Nations Millennium declaration*. Nova York.
- UNITED NATIONS (2001). *9th session of the Commission on Sustainable Development*. Nova York.
- UNITED NATIONS (2012). *Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012*. The future we want. Nações Unidas.
- UNITED NATIONS (2015). *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015*. Nações Unidas.
- UNITED NATIONS (2016). *Mobilizing for development. Analysis and Policy Recommendations from the United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport*. Nova York.
- WCED (1987). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford.
- WSSD (2002). *World Summit on Sustainable Development (WSSD), Johannesburg Summit*. África do Sul.

# **RELACIONES ENTRE URBANISMO Y MODELO DE MOVILIDAD, EN EL MARCO NORMATIVO Y DE PLANIFICACIÓN SECTORIAL DE CATALUNYA. EL APARCAMIENTO COMO CONDICIONANTE URBANÍSTICO**

**Francesc X. Ventura i Teixidor**

Universidad Politécnica de Cataluña / Eficiencia Locacional y de VVM, S.L., Barcelona. España  
IST, Lisboa, Portugal.  
fxventura@vvm.cat

## **RESUMEN:**

Muchos países de Europa Occidental, Catalunya entre ellos, se encuentran en un proceso de cambio de paradigma de sus "Modelos estratégicos de Movilidad". Para que este cambio sea factible es necesaria una adaptación normativa y de los instrumentos y las estructuras de gobernanza de las Administraciones.

Se considera por ello adecuado proceder al estudio comparativo de las Normas vigentes en materia de Urbanismo y Movilidad y de algunos Planes de carácter estratégico, sectorial y territorial, que ordenan nuestro territorio, y de las posibles disfunciones que genera en ellos este proceso novedoso, "vivo" y dinámico.

Al ser tan amplia la materia objeto de este trabajo, se ha optado por focalizarlo en el ámbito estricto de las reservas de plazas de aparcamiento en edificios y espacios públicos, en relación a sus características constructivas, de actividad o titularidad.

Se han relacionado las consecuencias de la aplicación de las disposiciones vigentes, en términos de posibles incongruencias entre objetivos del planeamiento urbano y efectos no deseados sobre el Modelo de Movilidad.

Finalmente, en el apartado de conclusiones se lanzan algunas ideas sobre la evolución del escenario actual, quizás de interés no solo a escala local.

## **1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO NORMATIVO.**

La toma en consideración de los efectos que la generación de desplazamientos, derivados de actividades realizadas en medio urbano, produce tanto sobre el Modelo de Movilidad de un territorio, cómo sobre la eficiencia en su comportamiento (en términos de sostenibilidad ambiental y de racionalidad en el uso de su potencial económico) es relativamente reciente en nuestro contexto social y aún más en su regulación administrativa. Por consiguiente, también lo es la identificación de como el Urbanismo y la Gestión Urbana condicionan el Modelo de Movilidad y cómo esta condiciona una manera particular de "funcionamiento" de la ciudad.

En Catalunya, aparte de determinadas prescripciones parciales introducidas en normativas anteriores, de carácter sectorial, no es hasta la promulgación de la Ley 9/2003, de Movilidad, que se formula una estrategia (política y administrativa) de introducción de procedimientos reglados para la planificación integral de un "Modelo de Movilidad", al que la Sociedad en su conjunto debería tender.

Esta iniciativa legislativa fue innovadora a nivel del Estado español e, incluso, de la Unión Europea, puesto que los primeros Acuerdos y Disposiciones comunitarios sobre regulación de la Movilidad y el Transporte Urbano y Regional son posteriores.

La Administración General del Estado ha limitado su actividad en este sector, regulando sólo parcialmente aspectos de Movilidad y Transporte, mediante disposiciones complementarias a las normativas de carácter ambiental, sectorial o económico o por obligada transposición de reglamentaciones europeas.

En otros Estados de la U. E. las disposiciones que han influido más directamente sobre nuestro ordenamiento, han sido la llamada "Política A, B, C" dictada en Holanda a mediados de los '90s, bajo las determinaciones de la "National Traffic and Transport Plannig Act" de 1998, que vinculaba emplazamiento de actividades y usos del suelo con oferta de transporte público y movilidad.

O la estrategia de los Planes de Desplazamientos Urbanos (PDU) franceses, originados en la Ley de Ordenación del Transporte Terrestre de 1982, Ley "LOTI", reforzada por la Ley de Renovación Urbana del 2000 y por la Ley del Transporte de 2010/14/16, constituyendo en su conjunto un marco de legislación que vincula Desarrollo Urbanístico, Movilidad y Transporte Público.

Entre sus objetivos figura: *"el ordenamiento del aparcamiento, tanto en la calle como en los estacionamientos" y "actuar sobre el estacionamiento privado, delimitando los perímetros en los que las normas de construcción de áreas de aparcamiento de automóviles del Plan Local de Urbanismo (PLU) pueden ser reducidas o suprimidas, cuando la oferta de transporte público lo permite".*

Gran Bretaña también tiene una fuerte tradición de planificación del Transporte Urbano y de la Movilidad, bajo los "Local Transport Plans" (LTP), previstos en la "Transport Act 2000", modificada por la "Local Transport Act 2008," más enfocada a la provisión de oferta eficiente de transporte público y menor vinculación urbanística, aunque bajo sus determinaciones ha habido reducciones de las reservas mínimas de aparcamientos, tanto en el Área Metropolitana de Londres, como en otras ciudades.

En este contexto debe analizarse la evolución del ordenamiento urbanístico y de la movilidad en Catalunya, *bajo un criterio general, creciente en nuestro entorno, de voluntad de intervención en la regulación del aparcamiento (control de la oferta de plazas) como medida desincentivadora del uso del vehículo privado.*

Como se ha dicho, en relación a la ordenación de los desplazamientos, en Catalunya rige la Ley de la Movilidad, desplegada por los Decretos 466/2004, relativos a

determinados instrumentos de planificación de la Movilidad y 334/2006, de los Estudios de Evaluación de la Movilidad Generada (EAMG en catalán).

En materia urbanística son de aplicación el Texto Refundido de la Ley de Urbanismo, Decreto Legislativo 1/2010, con las modificaciones introducidas por las Leyes 3/2012 y 16/2015, el Reglamento de la Ley de Urbanismo, Decreto 305/2006, y el Reglamento sobre Protección de la Legalidad Urbanística, Decreto 64/2014.

De entre sus disposiciones debemos destacar los siguientes aspectos:

La Ley de la Movilidad pretende *ordenar la generación de desplazamientos* bajo una *"visión global de la Movilidad como un sistema que da prioridad a los sistemas de transporte más sostenibles, tales como el transporte público, a pie o en bicicleta, sin renunciar a la complementariedad del transporte privado."*

Entre sus objetivos, definidos en el artículo 3, en relación con el propósito del presente estudio, cabe destacar:

*b - ... que regule la accesibilidad ordenada al centro de las ciudades y sea disuasorio para el uso poco racional de vehículos privados.*

*f - Efectuar y llevar a cabo propuestas innovadoras que fomenten un uso más racional del vehículo privado...*

*j - Disminuir la congestión de las zonas urbanas mediante actuaciones disuasorias del uso del vehículo privado en los centros de las ciudades.*

En relación a los Estudios de Evaluación de la Movilidad Generada (EAMG), de interés para nuestra casuística, en el artículo 18 de la Ley se precisa que *"evalúan el incremento potencial de desplazamientos causados por una nueva planificación o por la implantación de actividades y la capacidad de absorción de los sistemas de carreteras y transporte y han de valorar la viabilidad de las medidas propuestas para gestionar de manera sostenible la nueva movilidad"*.

En el artículo 4, "directrices para la elaboración de los estudios de evaluación de la movilidad generada con respecto a la planificación" (título bastante explícito), en relación a las previsiones de aparcamiento, se prescribe que: *"la previsión de plazas de aparcamiento para bicicletas y de vehículos, incluida en los instrumentos de planificación urbana, ha de ajustarse a las reservas mínimas establecidas en los anexos 2 y 3 de este Decreto, respectivamente"*.

El mencionado anexo fija *una reserva de plazas en edificios de viviendas de un máximo de una plaza por vivienda o por cada 100 m<sup>2</sup> construidos y de 0'5 plazas por vivienda o una por cada 200 m<sup>2</sup> construidos, para motocicletas.*

Con respecto a la normativa de planificación urbanística, el Texto Refundido de la Ley de Urbanismo, en relación a las reservas para estacionamiento, es extremadamente limitado, como lo es también en relación a cualquier referencia a la Ley de Movilidad y a las otras normas y figuras de planificación de la movilidad que la desarrollan.

Se prevé tan solo, en el artículo 13.2, que *"Los Planes Urbanísticos deben ser coherentes con las determinaciones del Plan Territorial General y de los Planes Territoriales Parciales y Sectoriales (Plan Director de Movilidad de la Región Metropolitana de Barcelona, p.ej.) y facilitar su cumplimiento"*. Se explicita en el artículo 34.4 que *"el Sistema Urbano de Comunicaciones incluye también las áreas*

*de estacionamiento de los vehículos". Y, finalmente, en el artículo 59.3.c, documentación del POUM, en la sección relativa a la Memoria Justificativa y Descriptiva, se establece que debe incluir "las medidas adoptadas para facilitar el logro de una movilidad sostenible en el municipio".*

Si se encuentra alguna orientación más precisa en el Reglamento de la Ley.

En su artículo 3.a, define el desarrollo urbanístico sostenible, como el que *persigue un modelo de ocupación del suelo que "fomente la implementación de sistemas de transporte colectivo y la movilidad sostenible en general"*. De la misma manera se reitera la obligación de que en el contenido del POUM *"se establezcan las determinaciones que sean necesarias para lograr una movilidad sostenible en el municipio"* (artículo 65.1.e). En relación al contenido de la Memoria del POUM se menciona (artículo 69.2.d.4) la necesidad de incorporar *"la justificación de las medidas adoptadas para facilitar el logro de una movilidad sostenible en el municipio, teniendo en cuenta el Estudio de Evaluación de la Movilidad Generada, que debe formar parte de la documentación del Plan"*. Primera referencia a un instrumento definido en la Ley de Movilidad. En el artículo 71, Estudio de Evaluación de la Movilidad Generada, se establece la obligación de su inclusión en la documentación del POUM: *"la documentación del Plan Urbanístico Municipal debe incluir un Estudio de Evaluación de la Movilidad Generada, con el contenido que determina la legislación sobre movilidad"*. En el artículo 80, de las determinaciones de los Planes Parciales, se precisa que fijarán *"la dotación necesaria de plazas de aparcamiento de vehículos que habrá que reservar en el suelo privado de cada zona, tanto en superficie como en el subsuelo"*; sin establecer sin embargo ningún estándar mínimo o máximo. Y es también en relación a los Planes Parciales, que en el artículo 84.c.5.e, Memoria del Plan, se prescribe la necesidad de *"justificar el cumplimiento de las determinaciones del planeamiento urbanístico general sobre movilidad sostenible, de acuerdo con el Estudio de Evaluación de la Movilidad Generada, que debe formar parte de la documentación del Plan"*.

En definitiva, *se constata que el ordenamiento urbanístico vigente en Catalunya tiene en limitada consideración las prescripciones de la Ley de Movilidad y sus Reglamentos*. Las referencias más explícitas están relacionadas con los Estudios de Evaluación de la Movilidad Generada, sin casi realizar mención a las prescripciones de las Directrices Nacionales de Movilidad, los Planes Directores de Movilidad o los Planes de Movilidad Urbana.

*La regulación del estacionamiento se deja a un nivel "estrictamente local", en Ordenanzas de Edificación o Normas Urbanísticas de Planes generales o derivados.*

## **2. DETERMINACIONES SOBRE ESTACIONAMIENTO EN INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD EN LA RMB.**

Las Directrices Nacionales de Movilidad de Catalunya, aprobadas en el año 2006, constituyen el instrumento de planificación estratégica, del que se ha dotado el Gobierno para impulsar un cambio de paradigma en la ordenación de los desplazamientos y en la organización del Sistema de Movilidad.

La Directriz nº 11 de las DNM, tiene como objetivo *"Racionalizar el uso del vehículo privado en los desplazamientos urbanos y metropolitanos"*. Y se concreta en las siguientes propuestas:

*"11.1 Aumentar la ocupación media de los vehículos con medidas para promover el car pooling (viaje compartido), el coche multiusuario, taxi compartido, carriles de vehículos de alta ocupación, aparcamiento reservado para coches compartidos, etc.*

*11.5 Crear aparcamientos en los puntos de acceso a la red de transporte público, especialmente en las zonas rurales y de baja densidad de población, adaptados a las necesidades de los usuarios, para que no sean utilizados indiscriminadamente.*

*11.6 Restringir el estacionamiento de vehículos en los centros urbanos como medida disuasoria del uso de vehículos privados en los desplazamientos, sin causar perjuicios a los residentes y comerciantes.*

*11.7 Gestionar los aparcamientos dinámicamente con programas de señalización variable, sistemas de precios disuasorios, con reservas para personas con discapacidad, etc. "*

La Directriz nº 23, relativa a "Urbanismo y Movilidad", tiene como objetivo: *"introducir la accesibilidad en transporte público, a pie y en bicicleta en el proceso de planificación de los nuevos desarrollos urbanísticos y en las zonas urbanas consolidadas"* y se concreta en una serie de medidas, entre las que destaca: *"Exigir en la planificación urbanística la dotación en los edificios de suficiente reserva de plazas de aparcamiento para coches y bicicletas."*

Estas propuestas implican, a nuestro criterio, la voluntad de que se especifiquen en el planeamiento urbanístico determinaciones sobre el uso de los edificios y espacios públicos y sobre la densificación y la compacidad urbanas, con medidas de gestión del estacionamiento y con limitaciones al aparcamiento privado, que estimulen el caminar, el uso de la bicicleta y otros modos amables y el del transporte público.

Por otra parte el Plan Director de Movilidad de la Región Metropolitana de Barcelona (2013-2018), fija unos ejes de actuación y medidas que, en relación al Urbanismo y la Movilidad y a las determinaciones sobre estacionamiento, se concretan en los ejes EA1 *"la planificación coordinada del urbanismo y de la movilidad"* y EA3 *"gestión de la movilidad con la transferencia modal como prioridad"*.

*"La planificación del urbanismo y la movilidad en forma coordinada ha de contribuir a frenar la dispersión territorial y aumentar la cercanía entre los usos residenciales y las actividades económicas. El desarrollo progresivo de los instrumentos de planificación y evaluación de la movilidad ha de garantizar el acceso a la movilidad sostenible de forma equitativa, para el conjunto de la ciudadanía"*.

Por tanto, en el marco de las determinaciones del PDM, se abre la posibilidad de reformular prescripciones relativas a las reservas de plazas de aparcamiento en edificios y zonas de carga y descarga, de carácter público, privado o mixto, en el planeamiento urbanístico, bajo criterios de sostenibilidad y racionalidad de la movilidad y para fomentar el cambio modal en los desplazamientos.

En un sentido similar debe considerarse lo propuesto en el eje de actuación EA3 *"Gestión de la Movilidad con la transferencia modal como prioridad"*. Las acciones más relacionadas con el tema de este trabajo tratan de *"el impulso de la gestión global del estacionamiento a escala de la RMB a partir de un marco de estrategias metropolitanas que mejore su efectividad"* y de *"establecer un modelo global de gestión y tarificación del estacionamiento"*.

En consecuencia, puede considerarse que el PDM detecta la existencia de ciertas contradicciones y disfunciones en la planificación, la construcción y la gestión de la oferta de plazas de aparcamiento, lo que requiere una revisión coordinada de las políticas en este sentido, bajo los criterios establecidos por la Ley y las DNM.

Finalmente, del Plan de Movilidad Urbana (PMU) de Barcelona deben destacarse las referencias hechas a los siguientes bloques de propuestas de actuaciones:

*"Bloque 5. Vehículo privado (coche y moto).*

*5.4. Gestión del estacionamiento.*

*5.4.1. Revisar y mejorar la gestión del aparcamiento en superficie.*

*Descripción: Adoptar las herramientas de gestión y regulación del estacionamiento a las nuevas exigencias ciudadanas.*

*Se crearan grupos de trabajo, a nivel supramunicipal y en el seno del PDM, para la gestión del aparcamiento a escala metropolitana.*

*Objetivos: Eliminar los efectos negativos del aparcamiento gratuito y, coherentemente, establecer precios de la zona verde y azul para así alcanzar los objetivos del PMU. Fomentar el aparcamiento en el subsuelo y eliminar los efectos negativos del estacionamiento superficial. Criterio de seguridad: las maniobras de aparcamiento generan situaciones de riesgo y, además, se pierde eficacia y fluidez en la vía.*

*5.4.2. Revisar el Plan de aparcamientos municipales en subsuelo.*

*Descripción: Estudiar la necesidad de construir aparcamientos basándose en los déficits de aparcamiento infraestructural de las secciones censales.*

*Objetivos: Reducir el déficit y su afectación en el espacio público. Estudiar la posible revisión de las normas urbanísticas y adaptar el ratio de estacionamiento en los edificios a la realidad del territorio".*

Como se puede constatar, la estrategia establecida por el Ayuntamiento de Barcelona en relación a la movilidad y la gestión de aparcamientos en el PMU es coherente: *Reducir el número de plazas de estacionamiento en la vía pública, revisar la política de dotación de plazas públicas en subsuelo y modificar la normativa urbanística para reducir la carga de la provisión de plazas en edificios de viviendas y oficinas, constituyen los ejes de un nuevo modelo de movilidad y gestión del espacio público y permiten inducir cambios de actitud en el comportamiento ciudadano, respecto a la adquisición de vehículos particulares y del uso intensivo del transporte público.*

### **3. RESERVA DE PLAZAS DE APARCAMIENTO, EN LAS NN.UU. DEL PGM Y OTROS PLANES DE CARÁCTER GENERAL Y DERIVADO.**

Estas disposiciones son de casuística y contenido muy variables, aunque en casi todos los casos se reproducen, con parámetros más o menos coincidentes, *los términos del*



*artículo 298. Previsión de Aparcamientos en los edificios, de las Normas Urbanísticas del PGM, tras sucesivas variaciones de su redactado inicial.*

Otros municipios del Área Metropolitana también han tramitado Modificaciones Puntuales del PGM para sus ámbitos, con criterios similares al de Barcelona.

Según un estudio elaborado por la Asociación de Promotores y Constructores de Edificios de Barcelona (APCE), sobre 39 municipios de la provincia de Barcelona, se puede distinguir un criterio diferencial en las diversas tipologías de suelo ordenado (urbano consolidado y no consolidado, urbanizable o de desarrollo urbano), en función de los usos y actividades (vivienda, libre o protegida, comercial, industrial, servicios y equipamientos) y de las superficies mínimas de cada vivienda o local (< 100 m<sup>2</sup>, > 100 m<sup>2</sup>, > 150 m<sup>2</sup>). En él se detecta una gran dispersión entre los parámetros definidos (número de plazas y/o superficies mínimas), pero con una tendencia cronológica a aumentar el número de plazas exigidas (y a incorporar otros modos, como la bicicleta o la motocicleta).

*En la RMB son pocos los ordenamientos que incluyen entre sus previsiones la vertiente "política de movilidad". El criterio para justificar la introducción de modificaciones de este tipo en las Normas Urbanísticas, es estrictamente de supuesta "atención a la demanda". Se considera que existe una creciente necesidad de estacionamiento, debido al aumento del parque de vehículos y se propone aumentar la dotación, que en realidad actúa como una "carga" en el proceso de promoción, diseño, construcción y venta del inmueble. Lamentablemente no se plantea la regulación de la "oferta de plazas" (públicas o privadas) como mecanismo de ordenación del Modelo de Movilidad para la ciudad.*

Sólo algunos municipios como L'Hospitalet, Cabrera de Mar o Sitges, recientemente empiezan a introducir *cláusulas de exención de la obligación de la construcción de las plazas previstas genéricamente*, pero incluso en estos casos la razón no es un supuesto deseo de reestructurar la Movilidad, sino el reconocimiento de las dificultades para construir (a coste razonable) esas plazas.

#### **4. ESCENARIOS DE FUTURO EN RELACIÓN A UNA ESTRATEGIA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE, RACIONAL Y EFICIENTE.**

*"El aparcamiento es uno de los problemas actuales más acuciantes. Ocupar la vía con aparcamientos es un despilfarro del espacio público que, seguramente, no será entendido en un futuro próximo. Todavía se entiende menos que la legislación obligue, por ley, a reservar un determinado número de plazas de aparcamiento. Los coches deberían aparcarse en lugares interiores, a poder ser en el subsuelo. La*

*distancia del lugar de residencia al aparcamiento no debería ser inferior a la distancia de ésta a la parada más próxima de transporte público. El esfuerzo debería ser, como mínimo, igual. En el propio edificio de residencia, como máximo, se debería contar con una plaza por vivienda. Por el contrario, el número de plazas para bicicletas debería ser, como mínimo, de dos."*

Esta frase, de un texto del Director de la Agencia de Ecología Urbana del Ayuntamiento de Barcelona, resume, a nuestro parecer, *el paradigma al que se pretende tender en materia de Movilidad y Desarrollo Urbano en Barcelona y por mimetismo, en la mayoría de los municipios del Área Metropolitana.*

*La planificación de los espacios urbanos debe garantizar la retirada progresiva de la mayor parte de los vehículos privados de la vía pública (y añadimos, en mayor medida, el destinado a estacionamiento en superficie), para asignar estas zonas "recuperadas" a otras actividades socialmente más propicias para la convivencia cívica (siguiendo el modelo "evolucionado" de las Supermanzanas previstas en el PMU 2013-2018, ahora en fase de evaluación), para situar en pie de igualdad la accesibilidad en vehículo privado y en transporte público.*

De aquí la fuerza (ideológica) del concepto: *"la distancia al estacionamiento no debe ser menor que la de la parada o estación de transporte público".*

Otro reto complementario a perseguir es el de conseguir una *"adecuada provisión de espacios (de circulación y estacionamiento) para los modos alternativos"*: vehículos de dos ruedas, vehículos eléctricos, vehículos "personales", amables, etc.

Por ello es necesario estudiar y organizar una adecuada distribución de la oferta, que dé prelación al transporte público, a los modos amables y a aquellos que reducen el uso de energías fósiles; que limite la ocupación por vehículos parados en tramos de la vía pública (un espacio de todos, que merece tener un mejor destino), que prevea la construcción de estacionamientos públicos en las zonas donde exista demanda potencial (financiados por diversos mecanismos, incluyendo la participación en las plusvalías creadas por la acción urbanística e inmobiliaria) y donde la reserva de plazas de aparcamiento en edificios privados no esté solo condicionada por la capacidad de absorción de la demanda, por el equilibrio económico de la promoción, o por el mix modal que prevea el proyecto. *En definitiva, que el criterio de dimensionamiento sea función de la concepción global de los Servicios de Movilidad.*

Se precisan estudios de la oferta existente, de previsiones de demanda, de evolución del parque de vehículos, de redistribución de la oferta pública de plazas de aparcamiento, para mantener el equilibrio necesario de *estos activos fijos, de costosa ejecución (no sólo económica), para que no pierdan valor y funcionalidad.*

Deberíamos tener mayor consideración al *destino que haya que dar a muchas superficies de estacionamiento, obsoletas si tienen éxito las deseadas nuevas formas de desplazamiento* (coches compartidos, vehículos autónomos, cambios estructurales

en la pirámide de movilidad...), que derivan de las políticas sectoriales de Movilidad que las Autoridades y gran parte de la Sociedad impulsan.

Se habla poco, por ejemplo, de los *costes soportados por las comunidades de propietarios de aparcamientos infrautilizados*, Propietarios que han de hacerse cargo de la parte proporcional del mantenimiento de las plazas no vendidas, abandonadas o indebidamente utilizadas. O de los *riesgos inherentes a dejar el vehículo en extensas áreas de aparcamiento infrautilizadas*. Riesgos para la integridad de los vehículos y, lo que es más grave, para la seguridad de sus usuarios.

Como tantas veces se ha repetido, nuestro objetivo final debería ser *llegar a conciliar los intereses generales y particulares, para lograr una Movilidad más racional y sostenible, basada en los modos más eficientes y menos contaminantes, en la que el vehículo privado viera reducido su peso a los límites estrictamente necesarios y donde fuera posible ejecutar las inversiones en infraestructura de movilidad bajo criterios de eficiencia, aprovechamiento y valorización*, tanto de los activos existentes como de los de nueva construcción, estructuras de estacionamiento incluidas.

## **5. CONCLUSIONES**

En Catalunya se ha construido un "corpus" normativo y de planificación que da consistencia a un nuevo "Modelo de Movilidad", basado en el predominio del transporte público y los modos no motorizados sobre el vehículo particular y en una concepción compacta de la estructura urbana, densa y no especializada, con una multiplicidad de actividades, que da prelación a los viajes a pie.

Constituyen los fundamentos de este ordenamiento la Ley de Movilidad y los Decretos que la desarrollan, las Directrices Nacionales de Movilidad (DNM), el Plan Director de Movilidad de la RMB (PDM) y los Planes de Movilidad Urbana (PMU) de los municipios del Área Metropolitana, con el de Barcelona al frente.

Como un todo, forman un paquete de instrumentos de planificación sectorial, cuyas determinaciones deberían estar ya incorporadas en el planeamiento urbanístico.

Sin embargo, ni en las disposiciones legales y reglamentarias ni en los Planes urbanísticos se tiene especial consideración por estas determinaciones y, con excepciones puntuales, estos se limitan a prever las trazas de las infraestructuras de comunicación, como sistemas urbanos, para garantizar canales de paso, y a ordenar bajo criterios de "demanda", reservas de plazas de estacionamiento en edificios, en función de los usos, su intensidad edificatoria y las zonas en que se segmenta el territorio, pero que no responden a una estrategia global de Modelo de Movilidad.

Es sintomático que tanto el PDM, como el PMU de Barcelona y el proyecto del PMMU del AMB, destaquen la necesidad de reformular a escala metropolitana este compendio tan diversificado y traten de plantear una nueva visión para gestionar la política de aparcamiento en este ámbito administrativo.

En general el excesivo número de plazas previstas por el planeamiento urbanístico causa disfunciones en iniciativas empresariales, que no aparecen hasta avanzado el proyecto, cuando ciertos condicionantes son ya irreversibles y se corre el riesgo de inviabilizar promociones inmobiliarias o encarecer los precios de viviendas, oficinas o locales y a la vez puede conducir a la reversión del Modelo de Movilidad y a la pérdida de condiciones favorables para la promoción de modos más sostenibles.

La no consideración en el conjunto de la oferta global de estacionamiento, con carácter preferente, de las plazas disponibles o ejecutables en entornos públicos (bajo rasante), por cualquier fórmula de colaboración público privada, ni el establecimiento de una estrategia de balance "sostenible", tendencialmente reduccionista de plazas en vía pública, impiden crear un "marco razonable y estable de oferta", coherente con el "Modelo de Movilidad" adoptado.

En nuestro entorno, pero también en ámbitos más alejados, hay casos de ciudades que han optado por políticas más activas para implantar modelos sostenibles: Restricciones al acceso en vehículo privado a las áreas centrales, un diseño urbano del espacio público que limita el uso del coche, condicionantes de movilidad para la implantación de ciertas actividades comerciales o incluso la cancelación de la reserva mínima de plazas de aparcamiento en edificios privados o de zonas en vía pública.

Si el objetivo es consolidar, también en la RMB, un cambio de paradigma, que sitúe el papel del vehículo privado en el lugar que le corresponde, hay que abordarlo con medidas de un estilo similar, e implantarlo de manera progresiva y respetuosa con la diversidad de escenarios que configuran la riqueza de nuestro tejido urbano.

Esta evolución se consigue únicamente gracias a un diálogo institucional con representantes de la Sociedad Civil, que vele por esta confluencia de intereses, sin perder la visión de la meta final: "Crear las condiciones para que, bajo un nuevo Modelo de Movilidad, nuestro territorio urbano siga siendo atractivo y eficaz, no se dañen los activos fijos en el localizados, podamos optimizar las inversiones en nuevas infraestructuras y se asignen eficientemente los recursos generados en el proceso de transformación y desarrollo de la estructura urbana". Solo así pueden implantarse alternativas de accesibilidad en las tramas urbanas de nuestras ciudades "maduras", que, no debemos olvidar, pueden ser calificadas por mucha gente como "radicales".

## **6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- Bonifaz, J.L. et al (2016). *"Retos para una movilidad urbana de futuro"*. RUIITEM e IFHP. Florianópolis. Universidad Federal de Santa Catarina. Recuperado de:  
[http://www.civil.ist.utl.pt/documentos/Publicacoes/Livro\\_RUIITEM.pdf](http://www.civil.ist.utl.pt/documentos/Publicacoes/Livro_RUIITEM.pdf).
- Comisión Europea. Dirección General para la Movilidad y el Transporte. ELTIS. (2014). *"Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP)"*. Recuperado de:  
[http://www.ELTIS.org/sites/ELTIS/files/Guidelines-Developing-and-implementing-a-sump\\_final\\_web\\_jan2014b.pdf](http://www.ELTIS.org/sites/ELTIS/files/Guidelines-Developing-and-implementing-a-sump_final_web_jan2014b.pdf).
- Dirección General de Tráfico (2014). "Políticas Europeas de Movilidad Urbana". Recuperado de:  
<http://www.DGT.es/es/seguridad-vial/eventos/jornadas-y-congresos/2014/politicas-europeas-en-movilidad-urbana.shtml>.
- Fundació Mobilitat Sostenible i Segura (2008). *"Mobilitats 2008. Realidades, tendencias y retos de la movilidad en Cataluña"*. Fundació Mobilitat, Sostenible i Segura. Barcelona.
- Gonçalves, J. y Ferreira, J.A. (2015). *"The planning of strategy: A contribution to the improvement of spatial planning"* CESUR. Instituto Superior Técnico de Lisboa. Lisboa. Recuperado de:  
[www.elsevier.com/locate/landusepol](http://www.elsevier.com/locate/landusepol).
- Medina, S. y Veloz, J. (2013). *"Desarrollo Orientado al Transporte: Regenerar las ciudades mexicanas para mejorar la movilidad"*. Editorial ITDP. México.
- Merle, N. y Delamarre, E., *"Los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PDU) en Francia"*. Recuperado:  
[http://gitmot.UIB.es/USB%20Summer%20University/documentos/presentaciones/Day%201/130912\\_30anos\\_PDU\\_EDNM.pdf](http://gitmot.UIB.es/USB%20Summer%20University/documentos/presentaciones/Day%201/130912_30anos_PDU_EDNM.pdf).
- Rueda, S. (2013). *"El urbanismo ecológico: un nuevo urbanismo para abordar los retos de la sociedad actual"*. Urban-e. Madrid.
- Schwartz, S. and Rosen W. (2015). *"Street Smart: The rise of cities and the fall of cars"*. PublicAffairs, Perseus Books Group. New York.
- Wegener, M. (2002) *"The future of mobility in cities: Challenges for urban modelling"*. Dortmund. Recuperado de: [http://www.spiekermann-wegener.com/pub/pdf/MW\\_WCTR2010\\_01651.pdf](http://www.spiekermann-wegener.com/pub/pdf/MW_WCTR2010_01651.pdf).

# **PLAN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE TRANSPORTE URBANO PARA LA REGIÓN METROPOLITANA DE CARACAS**

**Jesús Ramón Uzcátegui Miranda**

SEMEX S.A. de C.V. / Fundación Seguros Caracas / SOTRAVIAL. Caracas, Venezuela.  
uzcategui.miranda@gmail.com

**Celia Marilyn Herrera Torres**

Universidad Central de Venezuela / Fundación Seguros Caracas/ SOTRAVIAL (/ Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat / Modelística RD S.R.L. Caracas. Venezuela. celiaherrera@gmail.com

**Juan Andrés Rondón Olivares**

Vikua-Ecuador (Ecuador) / COLCARD-TransCaribe (Colombia).  
jarondon2305@gmail.com

## **RESUMEN**

Es conocida la percepción ciudadana sobre los problemas que aquejan para desplazarse y acceder a los diversos modos de transporte que se ofertan en Venezuela. Las prácticas exitosas de los últimos años a nivel mundial, apuntan a movilizar un mayor número de personas en menos vehículos, incorporando nuevas fuentes de energías renovables, además de facilidades para modos no motorizados. Así, con base en experiencias internacionales exitosas, los Objetivos de Desarrollo del Milenio de la Organización de las Naciones Unidas y a propósito de las tendencias, según el Banco Mundial, donde el transporte y la vialidad deben ser más seguros, limpios y accesibles, especialmente en países en desarrollo, se presentan directrices de políticas públicas en transporte urbano, bajo la perspectiva de que sean consideradas para un plan de mejoras en movilidad y accesibilidad para la Región Metropolitana de Caracas, cuya premisa fundamental es hacer calles más seguras para todas las personas. El Plan en cuestión, cuya imagen objetivo es la de conformar ciudades que propicien la inclusión social, la accesibilidad universal y la resiliencia urbana, se enfoca a Caracas, con miras a replicarlo al resto del país. Este trabajo compila la generación y la forma de establecimiento de medidas enmarcadas en el Plan, acoge objetivos, acciones, mejora o modificación al marco jurídico, propuesta organizativa para la constitución de entidades con atribuciones de planear, ejecutar y dar continuidad en el tiempo, introduciendo sustentabilidad.

## **5. INTRODUCCIÓN**

El presente constituye parte del trabajo "Movilidad y Accesibilidad" presentado en octubre de 2016 por la Ing. Celia Herrera a la Comisión de Infraestructura de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (Libro Inter-académico Venezuela Futura, 2016), como antecedente y motivación para desarrollar este aporte, dada la creciente congestión vehicular recurrente que se constata a diario en la red vial de las ciudades venezolanas y en especial en Caracas. En la actualidad, en el sistema de transporte de la capital venezolana, destaca la ineficiencia en la gestión de la red existente y los crecientes niveles de contaminación atmosférica, además de la contaminación sónica. De esta forma, se visualiza que las propuestas para abordar esta

problemática se orienten a favorecer un modelo de desarrollo armónico y sustentable, tanto en lo ambiental como en lo social y lo económico, donde cohabiten todos los actores sociales que componen la "idiosincrasia urbana" y se pretenda elevar el nivel de calidad de vida de los residentes y visitantes. Esta necesidad de generar políticas públicas orientadas al transporte urbano, que se le ha llamado *Desarrollo Orientado al Transporte* (DOT), posee varios estadios, propios del análisis de la planificación urbana, que debe explorar al máximo la evaluación de las diferentes opciones que satisfagan de manera eficiente los problemas predefinidos en los tres componentes: social, económico y ambiental. Para los planificadores y profesionales del transporte, no es fácil analizar las tendencias que en esta materia son empleadas en otras latitudes y adaptarlas al ámbito local de manera exitosa, por lo que deben entonces "tropicalizarse" y ser suficientes en capacidad para reducir la congestión, mejorar la movilidad sin menoscabar la accesibilidad y favorecer la seguridad vial. Al tener estas consideraciones y plantearlas como directrices para trabajar en soluciones a corto y mediano plazo, que coadyuven a mitigar la congestión, se puede trazar un esquema de análisis que permita evaluar las diferentes opciones de solución (referencia: pirámide de Jerarquía de la Movilidad Urbana, ITDP México, 2012).

## **6. PLANTEAMIENTO GENERAL**

La congestión puede llegar a ser equivalente al 7% del Producto Interno Bruto (PIB) en ciudades; de allí la importancia de minimizar su ocurrencia. Siendo así, se debe comenzar por analizar las posibles demandas no atendidas por los distintos modos de transporte disponibles, con base en estudios especializados recientes y otros no tanto (datan de más de 10 años), siendo que son la única fuente fidedigna disponible. En el caso del Área Metropolitana de Caracas (AMC), sobre todo en las horas de máxima demanda, aproximadamente el 20% de la demanda potencial (Estudio de Movilidad del Distrito Metropolitano, 2005) en las que se requiere de al menos un desplazamiento en una distancia y tiempo relativamente cortos (menos de 7km y 15 a 20min, respectivamente); la demanda potencial queda excluida del sistema y muchas veces las personas deben hacer uso del desplazamiento a pie o mixto, ante lo cual tiene mucha influencia la insuficiencia de la prestación del servicio de transporte público en zonas alejadas de la vialidad principal. Es bien sabido que el transporte privado es excesivo, dadas las facilidades que hubo en Venezuela para adquisición de vehículo propio hasta aprox. año 2010. Luego irrumpieron en escena las motocicletas, distorsionando los patrones de movilidad donde priva la anarquía; su utilización masiva ha invadido el espacio vial. Son las motos junto con los autos, causantes de los elevados niveles de congestión, debido a la baja capacidad de las vías, lo cual confirma que incentivo del uso del automóvil no es ventajoso, si se quiere trabajar en pro del mejoramiento de los tiempos de viaje y la calidad de vida del ciudadano común. Por todo ello, las *Políticas Públicas de Transporte Urbano Metropolitano* (PPTUM) a manera de directrices generales, abordan el tema desde la perspectiva de la

planificación estratégica, sabiendo que constituyen el eje de las políticas orientadas a la infraestructura urbana y la movilidad interna, por lo que son incluidos en ellas dos elementos que introducen modernidad al enfoque de ciudad, que se ha perdido durante los años de administración del gobierno central en el país entre 1999 y 2017: preocupación por potenciar la movilidad interna y, visión de los sistemas y áreas de transporte público.

Aunque el AMC cuenta con un Plan Estratégico Urbano (Plan Caracas 2020), éste ya prácticamente alcanzará su horizonte de aplicación sin que se haya podido aplicar. Su actualización, implicaría ampliar su área de cobertura geográfica a la Región Metropolitana de Caracas (RMC), para así, entre otras cosas, trazar las líneas de deseo para cada modalidad de transporte, con base en un estudio de origen-destino, como paso inicial a un Estudio Integral de Movilidad (EIM). Este EIM formaría parte de la actualización del Plan Estratégico, que debe considerar la actual escasa subsidiariedad entre las instancias de gobierno a todos los niveles y proponer un escenario de gobernabilidad diferente, generando los mecanismos para que un marco jurídico lo avale y le de fundamento. Con ello, se lograría una planificación integral de la ciudad para 2050, cuya aplicación permita ir atendiendo por etapas los distintos componentes del Plan, trazando además una serie de medidas PAIC (Planes de Acción Inmediata de Ciudad) que sean reconocidas como “victorias rápidas” y conlleven resultados tangibles en el inmediato, corto y mediano plazo. Siendo así, deben identificarse las estrategias de desarrollo metropolitano con alcance local, cuidando que sean sustentables y que pretendan la dignidad de los ciudadanos que cohabitan en el territorio. Entre estas se cuentan las medidas propuestas, planteadas como políticas públicas orientadas al mejoramiento del transporte urbano metropolitano. Esto viene a ser un conjunto de proyectos que a corto y mediano plazo son considerados como básicos para alcanzar mejorar la calidad actual del transporte, a través de la integración territorial y el avance en la conectividad interna. Deben bosquejarse políticas públicas de orden metropolitano, que sean prácticamente mandatos de estricto cumplimiento para las municipalidades, en los aspectos propios del ámbito metropolitano, que no colide con las decisiones que deben tomarse en los municipios, pues debe haber un engranaje que permita la gobernanza de la ciudad, como entidad territorial única, para que así mismo se reafirme el hecho de hablar de las acciones de la megalópolis caraqueña por sí misma y no como un ente fragmentado. En líneas generales, las políticas aquí descritas tienen implícita una gran capacidad transformadora del territorio y están planteadas bajo la misma perspectiva de un plan estratégico integral, abordando los factores que se listan a continuación, lo cual permitiría en un futuro incorporar dichas políticas entre las líneas estratégicas de un plan estratégico: las personas y su calidad de vida; el territorio; la accesibilidad y la movilidad; el medio ambiente; la gobernabilidad; la economía del territorio y la imagen de la ciudad.

## **7. DIRECTRICES DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN TRANSPORTE URBANO**



Toda directriz debe partir de la premisa fundamental de lograr calles más seguras para todas las personas, pilar en el cual se sustentan las PPTUM. Así, las estrategias para alcanzarlo estarían alineadas en inducir acciones para lograr tres referentes de reconocimiento: "Caracas Inclusiva", "Caracas Accesible" y "Caracas Resiliente", por los que pudiera destacarse la ciudad y con ello, gestionar recursos de distintas fuentes de financiamiento internacional. Entre las lecciones aprendidas en distintas ciudades del mundo, queda claro que para lograr la transformación de las urbes es necesario transformar el transporte público. En este sentido, se tiene que el aumento de la seguridad se consigue con un mejor diseño de vías y la movilidad que se establezca en ellas. He aquí algunas lecciones aprendidas (Bray, Ranjan, y Adriazola-Steil, 2017), con ejemplos concretos, para tenerlas en cuenta en el planteamiento de PPTUM: las ciudades necesitan cambiar de estar "orientadas a los vehículos" a estar "orientadas a las personas"; infraestructura peatonal es la base de un sistema vial seguro; aumento en el número de ciclistas conduce a incrementar la seguridad; un mejor transporte público ahorra vidas; educar a las partes interesadas y conectarse a temas más amplios.

## **8. OBJETIVOS DE LAS POLÍTICAS DE TRANSPORTE URBANO METROPOLITANO**

La generación y el establecimiento de medidas enmarcadas en las PPTUM orientadas a gestionar la materia de Transporte Urbano en la ciudad, están enfocadas a minimizar necesidades de desplazamientos e incomodidad actual de ellos, reducir la incidencia del gasto en transporte con reflejo en presupuesto familiar, aumentar seguridad vial y pública de viajes y minimizar efectos ambientales negativos derivados de la operación. De forma subsidiaria, una mayor equidad fomentada por el transporte también contribuye a mejorar la calidad de vida: abrir mayores oportunidades de acceso al empleo y al esparcimiento; privilegiar modos de transporte público que usan las familias de menores ingresos y si en ellos hace falta aplicar políticas de subsidio por parte del gobierno central, tendrá que evaluarse de qué forma, el costo financiero y durante cuánto tiempo. También, agregar paulatinamente a ello, a los habitantes de ingresos superiores, haciendo más atractivas y efectivas las rutas para que puedan ejercer sus desplazamientos O-D de mayor recurrencia, sin necesidad de utilizar modos privados o minimizar su incidencia en trama vial. Así mismo, debe privilegiarse a grupos minoritarios y/o vulnerables, siendo que estos pudieran ser considerados como externalidades positivas, alcanzado un transporte conveniente para todos, sin distinción de clases sociales. Los objetivos específicos de las PPTUM, consistentes con el general, recaen en:

- Incentivar al transporte público, como forma de transporte principal; estimular de forma continua y sostenible, la utilización de modos alternativos de transporte.
- Garantizar calidad de servicios y seguridad integral del sistema (pública y vial), mediante introducción de ITS y procurar sistematizar procesos (indicadores).
- Incentivar la racionalización del uso del automóvil.

- Influir en las tendencias de localización de hogares y actividades, propiciando uso mixto por sectores, orientado a reducir la longitud promedio de los viajes. Para esto la Mancomunidad de Transporte (MDT) debe actuar en coordinación con municipios, a fin de hacer ajustes en la legislación local e intentar que se haga mediante la aplicación de Planes de Desarrollo Urbano Local (PDUL).
- Reorganizar institucionalidad relacionada con el sistema de transporte en los municipios, haciendo uso de la Comisión de Transporte Metropolitana (CTM) como ente coordinador y con facultades para decisiones por consenso.
- Asignar un rol más importante a actores no gubernamentales involucrados en el tema, incorporando a empresa privada y privilegiar la figura de la responsabilidad social, a fin de que los recursos financieros generados bajo ese concepto, sean utilizados en acciones orientadas a mejorar movilidad urbana y accesibilidad; esto será viable, con la creación de un fondo especial FIMEMO (Fideicomiso Metropolitano para la Movilidad), que pueda operar de forma autónoma, apegado a lo dispuesto por órgano regulador supra del transporte a nivel nacional, que en este caso sería el Instituto Nacional de Transporte Terrestre (INTT). Esto debe estar regulado a partir de un Reglamento que derive de una Ley Especial, en sintonía con la gestión urbana.
- Propender a una plena participación ciudadana en referencia a la movilidad y la accesibilidad. Para ello, deberán revisarse y ajustarse mecanismos jurídicos que permitan incorporar a representantes ciudadanos, agremiados, de forma efectiva. En el caso del transporte corresponde a la Sociedad Venezolana de Ingenieros de Transporte y Vialidad (SOTRAVIAL).

Con el cumplimiento de los objetivos específicos, se prospecta una movilidad inteligente y resiliente: *Smart Resilient*. El concepto del *Smart Resilient* supone pasar de ser una economía emergente, en vías de desarrollo o subdesarrollada, al primer mundo o desarrollado, previa superación de la pobreza que en Venezuela se ha agravado en los últimos 3 años, por la hiperinflación y el resto de factores que han propiciado la caída abrupta del PIB. En esto tendrán un papel preponderante las grandes empresas nacionales e internacionales, que tenderán a aliarse con pequeñas compañías o *start-ups* locales, contribuyendo en constituir una sociedad más inteligente e inclusiva donde todos aporten al desarrollo y por ende, a la superación de la pobreza. Con tal combinación, se estará presenciando en el mediano plazo: un "AMC Smart Resilient". Para la formulación de los elementos centrales de las políticas de transporte urbano que fundamentan la propuesta, se destaca la necesidad de integrar la planificación del transporte de forma directa con los planes de desarrollo urbano, de forma tal que el ordenamiento territorial y la organización del transporte, privilegien una estructura de localización de centros urbanos que minimicen los desplazamientos, por la interacción de todos los componentes del sistema. A grandes

rasgos, a continuación se describen las políticas públicas enfocadas al transporte urbano:

- a) Se plantea la importancia de revisar y ajustar el Plan Estratégico Caracas 2020 o la generación de uno nuevo adaptado a la dinámica actual y a las PPTUM, a fin de propiciar los usos mixtos y por ende, la creación de centros urbanos que desencadenarán la ya iniciada configuración de polos de desarrollo urbano en la ciudad, de manera de ir conformando un sistema policéntrico metropolitano, donde exista integración económica e institucional y sobre todo, cooperación política a futuro, sin dejar a un lado el principio de gobernabilidad democrática.
- b) Se debe trabajar para que la autoridad metropolitana ad hoc, representada en este caso por el Instituto Metropolitano de Transporte (INMETRA), quien tiene delegadas las competencias como autoridad administrativa en la materia, según lo concibe el artículo 7 y el 95 de la Ley de Transporte Terrestre, vigente desde 2008, pueda corregir –previa revisión del Plan- las imperfecciones del universo del transporte urbano, articulando y gestionando iniciativas y negocios público-privados, aprovechando las potencialidades de los diversos proyectos, racionalizando la oferta de transporte e internalizando los costos del sistema, según una lógica de mercado efectiva y de servicio público eficiente, pues la inversión en infraestructura y dotación corresponde al gobierno nacional y a las municipalidades, para luego incentivar la del sector privado.
- c) Es necesario que las PPTUM definan una institucionalidad clara, a través de la cual se genere y reajuste un ordenamiento jurídico y normativo acorde y se mantenga el que ya existe si es coherente con las políticas, que otorgue garantías y confianza a los operadores de servicios de transporte público y a los usuarios en general y, que induzca al fortalecimiento de la instancia que lidere la ejecución de los programas de transporte urbano dentro de la Alcaldía Metropolitana de Caracas, que pudiera ser INMETRA u otro organismo que reestructure este y, con él poder coordinar acciones entre los entes municipales que tienen alguna injerencia en la materia, que puede ser asumida por una Comisión Técnica Especial de Movilidad Local (CTEML) de forma transicional y que posteriormente pudiera evolucionar hacia una entidad oficial como el Instituto de Coordinación de Movilidad Metropolitana (ICMM), con la intención de que forme parte de la estructura organizativa del AMC, que coordine todos los procedimientos y políticas inherentes a esta materia, también junto con la Comisión de Transporte Metropolitana. Primeramente, debe reestablecerse la figura de la Alcaldía Metropolitana de Caracas, entidad recientemente disuelta inconstitucionalmente por parte del gobierno nacional.

- d) La infraestructura debe desarrollarse coherentemente, aplicando instrumentos de gestión y nuevas tecnologías, aprovechando oportunidades generadas por nuevos desarrollos, radicando los costos principalmente en los beneficios directos, por lo que es un costo social a asumir en pro de generar calidad de vida. Esta infraestructura debe ser cónsona con carácter de incentivo al transporte público, los desplazamientos a pie y los modos alternativos, aplicando correctivos o medidas mitigantes necesarias, además de concebir la mayor cantidad de espacios públicos, hasta que se cuente con al menos 6 m<sup>2</sup>/hab de zonas verdes, para luego crecer hasta alcanzar el mínimo del rango establecido OMS.
- e) La operación del transporte público debe ser realizada por empresas con estructuras organizativas con estatutos claros. En la actualidad prestan el servicio asociaciones civiles o cooperativas, donde los socios son propietarios de las unidades vehiculares o material rodante, que operan hace más de 50 años bajo las mismas reglas, no siendo explícitas las responsabilidades, ni las sanciones, ni la parte administrativa, pues el dinero colectado en el día laborado va directo "al bolsillo" de cada operador y no a un sistema que organice de forma transparente los gastos y las ganancias brutas y netas. Se deben introducir principios de organización gerencial a estas empresas; en tal sentido, se pretende propiciar la creación de un órgano o entidad jurídica común, donde las asociaciones civiles actuales puedan integrarse operativamente a través de una corporación u otra figura, y garantizar un servicio bajo parámetros estandarizados, con la supervisión de un órgano ejecutor y la regulación del ente metropolitano a quien se le delegue la gestión del sistema (de preferencia que nazca como brazo del ICMM), con autonomía en la ejecución de las decisiones; se establecerá así un esquema de cogestión. Esta entidad jurídica común encargada de la operación del transporte público superficial, pueden ser tantas como se decida, según los resultados de las evaluaciones que se hagan, preferiblemente por corredores de transporte o zonas de transporte en las que se subdivide la ciudad. El operador de recaudo tendrá entre sus funciones actuar como recaudador, pues es necesario introducir un sistema centralizado para manejar este aspecto –también, serán tantos como se decida-, debido a que de allí derivará mantener el control de ingresos y egresos de los concesionarios y por ende, el equilibrio del sistema, por lo que debe contar con los implementos de seguridad digital para evitar fraudes. Para ello, por ejemplo se deberá establecer convenios con entidades bancarias que custodien los fondos que pagan los pasajeros por los servicios de transportación (y que validan al abordar la unidad mediante un boleto o tarjeta), a través de la figura de la fiducia. Debe establecerse una transición en tiempo y forma, por etapas,

del esquema de recaudación en efectivo al modelo de pago mediante tarjeta sin contacto o algún otro sistema de pago electrónico, de 5 años a lo sumo, para integrar por completo las rutas metropolitanas a este esquema. Se pretende implantar un *Sistema de Transporte Público Superficial Metropolitano tronco-alimentado*, que atienda una demanda diaria objetivo de aprox. 3 millones de viajes, rediseñando las rutas para lograr una cobertura prácticamente del 100% del territorio metropolitano considerando los más importantes generadores de viaje existentes. Este nuevo esquema de funcionamiento se asemeja al de tipo BRT (por sus siglas en inglés: *Bus Rapid Transit*), pero que opere de forma integrada con el resto del entramado de modos de transporte, cuya columna vertebral es el sistema Metro de Caracas.

- f) Es necesario promover la participación ciudadana organizada en el diseño y aplicación de las políticas y proyectos, en las decisiones de inversión, gestión, operación, control y fiscalización y, en instancias de acuerdos público-privados. Para ello será de gran valía, la creación y el fortalecimiento de un Comité Metropolitano Asesor para el Estudio, Seguimiento y Mejoramiento del Servicio de Transporte Público urbano de pasajeros (CMATP), de carácter mixto, integrado por representantes vecinales, usuarios, operadores y representantes del ejecutivo y el legislativo metropolitano y locales, con la finalidad de cooperar en la adopción de medidas para incrementar la seguridad del transporte público y sus usuarios. Posiblemente debe ser ampliado su ámbito funcional, pues debe incluir el resto de los elementos del transporte urbano, además del público y, pudiera tener una instancia adicional de participación a través del incentivo para la creación de un Comité Metropolitano de Usuarios del transporte público (CMU), que lo regule el CTM a través del ICMM, según los parámetros que este último establezca. Con esto, se requiere que sus usuarios participen del diseño de sus soluciones y la participación ciudadana no puede seguir siendo un "checklist" (López, 2017), por lo que también pudiera contemplarse la creación de un Fondo Metropolitano de Infraestructuras Ciudadanas (FMIC) que catalice proyectos que vengan de la iniciativa comunitaria, que opere a partir de presupuesto asignado para tal fin por parte del Ministerio de Desarrollo Urbano (o su semejante), mediante partida otorgada por el Ministerio de Economía y Finanzas, siendo monitoreado y regulado por la instancia metropolitana que corresponde, que vendría a ser el Instituto Metropolitano de Urbanismo (IMU).
- g) Es de vital importancia la revisión de los instrumentos jurídicos nacionales, metropolitanos, estatales y municipales que permitan una verdadera coherencia entre las políticas urbanas que incluyen las de transporte y las del

planeamiento urbano, y que le den base a la presente propuesta, incluida la creación de los entes ejecutores y de coordinación mencionados en el documento, con su respectivo desarrollo correspondiente a la definición de las estructuras organizacionales, la estructura presupuestaria y otros elementos necesarios de regulación legal.

## 9. ESTRATEGIAS

- Formulación de las PPTUM que acoja el ámbito conurbado y por ende a la RMC en su totalidad, que responda a las necesidades prioritarias en el área de movilidad, accesibilidad y transporte urbano.
- Diseño de Planes Maestros de Transporte para RMC, en concordancia con la planificación estratégica urbana y en consonancia con imagen objetivo de ciudad que se desea, que se sugiere sea de inclusión social, de accesibilidad universal y de resiliencia urbana, por lo cual Caracas pudiera destacarse a nivel mundial.
- La accesibilidad e inclusión social de los usuarios del sistema debe propiciarse, lo que implica tener deferencia para la incorporación de los conceptos de accesibilidad de toda la población al sistema de transporte, dotando a la infraestructura de dispositivos para personas con discapacidad de movimiento, de visión, de escucha, para niños, para personas de la tercera edad, para mujeres embarazadas o con coches de bebés, para ciclistas.
- Impulsar la creación de un sistema de transporte público integrado en sus tres dimensiones: física, tarifaria y operacional. Esto implica la racionalización y extensión de rutas, en función de la demanda, la rentabilidad de los prestatarios del servicio y una mayor calidad de servicio a usuarios.
- Impulsar conectividad de sectores actualmente no servidos, e integrarlos al sistema general de transporte. Considerando la eficiencia y diseño de criterios para los nuevos nodos de intercambio modal (CT-MODAL) en términos de mayor planificación, siendo confortables y seguras para el usuario.
- Desarrollar infraestructura complementaria y de soporte para eficiente movilidad. Inclusión de servicios conexos, como estacionamientos de disuasión para vehículos particulares, propiciar intercambio modal en zonas fuera de las entradas de la ciudad tipo "park and ride". Si se quieren ciudades sostenibles, más caminables y menos contaminadas, todos los espacios aledaños al centro de la ciudad y a los policentros como Chacao o Plaza Venezuela, pudieran tener ciertas restricciones de circulación por horarios –con énfasis en la carga-, con opciones reales en transportación alterna eficientes.
- Fortalecimiento de los entes locales encargados de la planificación, implantación y fiscalización del transporte público.

- Conformación del CMATP, que luego migrará para conformar el Comité Metropolitano de Usuarios del Transporte Público (CMU), a establecerse definitivamente cuando ya esté madura la idea, con la intención de que incluya todos los actores sociales, para la discusión y toma de decisiones de transporte.
- Creación del *Fondo para la Inversión y Mantenimiento del Transporte Público*, que incluya el diseño de mecanismos innovadores y criterios para mejorar el desempeño del servicio de transporte público, en términos de aseguramiento de fuentes de financiamiento de flota, estimación de demanda, cálculo tarifario con tabuladores claros y permanentes, aplicación de sanciones, tramitación de vales y permisos de circulación, entre otros. Es necesario pensar en la figura de los créditos blandos o a fondo perdido, que proporciona la relación con la banca multilateral y organismos de financiamiento internacional. Este fondo debe ser constituido a partir del aporte directo del gobierno nacional, a través de su ente rector en la materia: INTT.
- Adecuación del marco jurídico-legal para la prestación del servicio de transporte público.
- Diseño de programas de concienciación y cultura ciudadana, que ponga en relieve a la educación como pilar de las políticas públicas, con énfasis en el uso del transporte público y la conciencia ambiental, que incluya a usuarios y operadores. Involucrar a todas las instituciones educativas a esta cruzada de cultura del transporte. Deben darse inducciones y capacitación permanente, empleando sistemas de información intermodal y con cobertura de toda la ciudad, usando aplicaciones móviles, portales web y pantallas de mensaje variable en vialidades principales y corredores de transporte público.
- Diseño de medidas de desincentivo del auto particular, como "carpooling", "vanspooling", incentivos de empresa a trabajadores con transporte para empleados hasta estacionamientos aledaños donde dejan sus vehículos particulares, zona de estacionamiento controlado sobre vía pública, aumento de tarifas de estacionamientos públicos y privados de uso público, canales de alta ocupación, programas de restricción de circulación, entre otras medidas.
- Ejecutar acciones orientadas a obtener un sistema tarifario equilibrado en los distintos modos de transporte, que se centre en el sinceramiento de la relación tarifa técnica-subsidio. Los subsidios deben aplicarse donde sean necesarios para hacer rentables los servicios, previa evaluación y siempre que los modelos financieros así lo demuestren, evitando que los servicios sean gratuitos –a excepción de casos de preferencia- pues ello incide sobre el mal uso de parte de usuarios y la desmejora por falta de mantenimiento. Los sistemas pudieran ser auto sostenibles, con un fondo gubernamental hecho para el auxilio de los mismos, en caso de que sea necesario. Debe garantizarse la sustentabilidad organizacional y financiera.

## 10. PROYECTOS ESTRATÉGICOS

- Diseño de Plan Maestro de Transporte Metropolitano, que surja como componente fundamental del Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS). Este se incorporará como componente del nuevo Plan Estratégico.
- Construcción del complemento de la infraestructura vial mínima que permita crear un entramado coherente de la red vial, para el funcionamiento jerarquizado de las vías urbanas, y que en consecuencia permita destinar algunas de las vías existentes para adecuación de ciertos corredores exclusivos para transporte público. La consecución de estos proyectos, posiblemente deba hacerse bajo la figura de concesión o de APP.
- Construcción de 6 intercambiadores para rutas alimentadoras suburbanas de la conurbación, integrados y acordes con la dinámica urbana.
- Creación y fortalecimiento de ente coordinador de transporte público (complementado con regulación a transporte de carga en 17 municipios de RMC).
- Diseño de programas de implantación inmediata, de alto impacto funcional y bajo costo, complementarios al transporte público como: escalonamientos de horarios de actividades para hacer más eficiente el uso de los transportes y patrones de movilidad, sistema innovador de información dinámica integral de las rutas y estacionamientos y, demás servicios, de forma *on line* y en pantallas en las vías.
- Consolidación de nuevos policentros y de los existentes (visión Ciudad-Región).
- Creación de alianzas público-privadas, para coadyuvar en obtención de resultados más efectivos y concertados en desarrollo del transporte público urbano y las estrategias de tipo *car pool*.
- Conformación de red de transporte público, alimentadora al sistema estructurante colectivo y masivo, de acuerdo a demanda y disponibilidad de espacio en infraestructura vial y con la generación de los respectivos espacios de intercambio fuera de la vía pública.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

Bray, A., Ranjan, S., Adriazola-Steil, C. (2017). *5 lecciones clave de 10 ciudades para transformar el transporte en 2017*.

Herrera, C (2016). *Movilidad y Accesibilidad*. Libro Interacadémico 2016 Venezuela Futura. Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Instituto Metropolitano de Transporte (2005). *Estudio de movilidad en el Distrito Metropolitano de Caracas*. Venezuela.

Instituto Metropolitano de Urbanismo Taller Caracas (2013). *Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020*. Alcaldía Metropolitana de Caracas, Venezuela.



## **CABALLOS DE TROYA**

### **Arq. Ramiro Martín Burgos Siñani**

Secretaría Municipal de Movilidad, Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, La Paz, Bolivia,  
ramiro.burgos@lapaz.bo

### **Lic. Luis Víctor Alemán Vargas**

Secretaría Municipal de Movilidad, Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, La Paz, Bolivia,  
luis.aleman@lapaz.bo

## **RESUMEN**

En la presente ponencia los autores demostrarán que las actividades desarrolladas por la Escuela Municipal de Movilidad establecen las bases para una gobernanza en el transporte público, para ello los autores analizarán: a) los conceptos de regulación y gobernanza aplicados al sector de transporte público de pasajeros, b) describirán la composición de la industria del transporte público en el municipio de La Paz, c) analizarán la ventana de oportunidad que se ha generado durante el relacionamiento Autoridad (Municipio) – Operadores (Sindicatos de transporte) y que ha aprovechado el GAMLP para iniciar el “Programa de Profesionalización para Conductores de Transporte Público” y finalmente d) evaluarán el avance del “Programa de Profesionalización de Conductores de Transporte Público”.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Planificación del transporte**

Se puede definir como la disciplina que permite anticipar situaciones futuras y plantear soluciones realizables y factibles. En teoría, busca por medio del análisis de la situación actual el obtener soluciones que logren un sistema de transporte que permita la movilidad y la accesibilidad de sus usuarios.

El ejercicio de planeación permite a los administradores establecer prioridades de inversión, anticiparse a los requerimientos de la demanda de viajes y cuantificarlas. Esto permite hacer estimaciones y pronósticos para proveer una oferta que cubra las necesidades de los usuarios de los sistemas de transporte.

### **1.2. Regulación del transporte urbano de pasajeros**

La regulación del transporte es la capacidad que tiene la autoridad de combinar de manera eficiente los incentivos y las medidas de regulación existentes en el marco regulatorio para optimizar el servicio de transporte público. Mencionemos tres conceptos complementarios:

Medidas de regulación.- Son directivas, restricciones o prohibiciones específicas que son impuestas por la legislación o las autoridades.

El marco regulatorio.- Es el concepto más amplio del rango completo de incentivos, libertades y medidas regulatorias donde el estado/autoridad pública juega un rol central.

El contexto regulatorio.- Incluye no solamente el marco de reglas y medidas implementadas por la autoridad pública, sino también el ambiente de operación que contribuye a regular el comportamiento del sistema (es decir, mercados, asociaciones de operadores, organizaciones no gubernamentales, etc.) (Meakin, 2006: 19).

### **1.3. Modelo sindical de operación**

En el municipio de La Paz la operación del transporte público está a cargo de Sindicatos, Asociaciones o Cooperativas, que afilian a un conjunto de propietarios de vehículos y conductores para prestar el servicio de transporte en las rutas que han "gestionado" ante la autoridad.

La prestación del servicio se realiza en base a reglas mínimas de operación establecidas por estos operadores: horario de ingreso al servicio, rotación de los vehículos en orden de llegada, sin embargo, no se desarrolla un plan de operación para cada ruta, no se calcula la flota mínima o máxima, ni se han determinado los Costos de Operación Vehicular de la flota.

Los Sindicatos, Asociaciones o Cooperativas de transporte público han establecido una estructura organizativa jerárquica centralizada que permite afiliar nuevos socios propietarios de vehículos o conductores de transporte sin planificar el buen desarrollo del sistema. A este modelo de operación le denominaremos modelo "afiliador".

### **1.4. Gobernanza**

Según Zurbriggen, existen tres modos de gobernar en una sociedad: el modo jerárquico (por la autoridad), el modo económico (por el mercado) y el modo heterárquico (por redes auto organizadas y asociaciones), estos mecanismos coexisten en toda sociedad pero en configuraciones variables.

El concepto de gobernanza se vincula con este último modelo de gobierno, pues se define como la interdependencia y coordinación negociada entre sistemas y organizaciones con el objetivo de resolver o abordar problemas públicos que requieren más esfuerzos y recursos que sólo los de la autoridad (Zurbriggen, 2011).

## **2. ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE**

## **2.1. Operadores tradicionales y operadores vecinales**

En 1948 el Departamento de Tránsito registró 9 rutas de transporte público en la ciudad de La Paz, operadas por 4 organizaciones de transporte público: Sindicato Litoral, Sindicato Eduardo Abaroa, Sindicato Villa Victoria y Sindicato San Cristóbal que reunían un total de 172 colectivos. Los cuatro operadores cubrieron la mancha urbana de la ciudad de La Paz atendiendo la creciente demanda de transporte.

Entre 1985 y 1990 la ciudad de La Paz tuvo un crecimiento poblacional importante que generó a su vez un crecimiento significativo de la superficie de la mancha urbana. En este quinquenio también se fundaron 35 operadores de transporte público, entre ellos: Sindicato 18 de diciembre, Sindicato 27 de Abril ambos de la ciudad de El Alto, Sindicato Trans Copacabana, Asociación de Transporte Mini Sur y Cooperativa de Transporte Kupini en la ciudad de La Paz. Estos nuevos operadores surgieron en barrios donde el servicio de transporte público brindado por los operadores tradicionales era muy deficiente, razón por la cual los vecinos conformaron organizaciones vecinales de transporte que finalmente se constituyeron en Sindicatos, Asociaciones o Cooperativas de Transporte Público.

El surgimiento de estos nuevos operadores se debe a tres condiciones primordiales: 1) En fecha 5 de noviembre de 1982 se promulga el Decreto Supremo N° 19261 a través del cual se prohibió toda forma de monopolio en el servicio de autotransporte y el Ministerio de Transporte y Comunicación autorizó la explotación de los servicios de transporte automotor a las personas naturales y/o jurídicas indistintamente. 2) El decreto Supremo 21060 promulgado en 1984 dio inicio a la política macroeconómica de liberalización de la economía boliviana, promoviendo la privatización de empresas estatales y la libre importación de productos. Los trabajadores despedidos de las empresas privatizadas encontraron en el transporte público una alternativa de empleo y generación de ingresos<sup>13</sup>. 3) La libre importación de productos facilitó el ingreso de vehículos de segunda mano al territorio boliviano generando la oportunidad para que varios ciudadanos invirtieran en vehículos y los incorporaran al servicio de transporte público, es así como surgió la modalidad de minibuses.

## **2.2. Los nuevos operadores**

Uno de los principales logros de la ciudad de La Paz en materia de movilidad urbana es la implementación y operación del Sistema Municipal de Transporte Masivo "La Paz

---

<sup>13</sup> El Informe sobre Desarrollo Humano en Bolivia para la gestión 2015 establece que durante la década de 2002 al 2012, en los centros metropolitanos más importantes del país (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz) el sector del transporte junto a actividades como el comercio, servicios y administración pública han logrado una mayor generación de empleo que otros sectores, pero esta atracción de trabajadores provocó a su vez una caída del promedio del producto por ocupado. Según el mencionado informe este hecho se traduce en la alta vulnerabilidad de un enorme contingente laboral que, ante condiciones económicas menos favorables, podrían ver afectados sus ingresos y fuentes de trabajo.

Bus” o también conocido como “PumaKatari” del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP). El sistema inició operaciones el 2014, en la gestión 2015 el sistema ya contaba con 134 buses operando en 6 rutas y en la gestión 2017 se lanzó la tercera licitación para la compra de 72 nuevos buses. La operación de este sistema cuenta actualmente con una flota de 206 buses y ha requerido hasta la fecha una inversión de aproximadamente 56 millones de dólares.

De igual manera, la empresa estatal Mi Teleférico inició operaciones la gestión 2014 con sus líneas roja y amarilla. A la fecha existen 5 líneas de teleférico operando con regularidad, a las cuales se pretenden sumar 6 líneas más para completar el sistema. La inversión total del proyecto se aproxima a los 800 millones de dólares.

La razón por la que el Gobierno Municipal y el Gobierno Nacional no hayan invertido conjuntamente en un sistema de transporte público se debe a las diferencias ideológicas y políticas que separan las administraciones y que ha impedido coordinar una propuesta conjunta de mejora del sistema de transporte público para la ciudadanía paceña.

### 2.3. Repartición modal de los viajes en transporte público

Según datos del Observatorio Municipal de Movilidad para la gestión 2017, en el área metropolitana La Paz – El Alto se realizan 3.665.649 de viajes por día en las siguientes modalidades:

**Cuadro N° 1: Cantidad de viajes por modo – Área metropolitana La Paz El Alto.**

Modo de Transporte	Cantidad de viajes (personas/día)	Porcentaje
Automóvil particular	229.934	6,27%
Camioneta	1.434	0,04%
Taxi o radio taxi	80.086	2,18%
Truffi	64.109	1,75%
Carry	5.631	0,15%
Minibús	2.378.395	64,88%
Micro	155.500	4,24%
Bus	11.271	0,31%
Motocicleta	9.808	0,27%
A pie	663.285	18,09%
En bicicleta	1.224	0,03%
Pumakatari	40.187	1,10%
Teleférico	24.784	0,68%
Total	3.665.649	100%

Fuente: Observatorio Municipal de Movilidad, Secretaría Municipal de Movilidad, Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

Como se observa en el cuadro N° 1 la modalidad minibús es la que transporta el mayor porcentaje de viajes día (64,88%), por debajo se encuentra la modalidad de microbús (4,24%), aún por debajo se encuentra el PumaKatari (1,1%) y el Teleférico (0,68%). Estos datos ratifican la importancia de la modalidad minibuses y de los operadores nuevos que surgieron a partir de 1985 en la ciudad de La Paz.

#### **2.4. La estructura de la industria**

Si bien en los últimos cinco años los gobiernos municipal y nacional han generado nuevos operadores públicos, estos aun no cubren un porcentaje importante de la demanda de viajes de transporte público a nivel metropolitano.

Por esta razón, la industria del transporte público en los municipios de La Paz y El Alto está constituida –en su mayoría– por Sindicatos, Asociaciones y Cooperativas de transporte público que tienen el rol de afiliar socios propietarios de vehículos y conductores para prestar el servicio en las rutas que la autoridad pública le ha autorizado. Sin embargo no asumen las tareas de un operador de transporte puesto que no organizan y planifican la prestación del servicio.

Los grupos de transporte público aglutinan a los socios propietarios y conductores que tienen la administración individual de sus recursos (vehículo) y establecen sus propias reglas de operación en base a las reglas básicas establecidas por el grupo y el sindicato de transportistas.

Es importante mencionar que un tercio de los hogares de los propietarios o conductores de transporte público se encuentran por debajo de la línea de la pobreza, el 98% está sujeto condiciones de auto explotación trabajando más de 10 horas diarias, el 65% sólo ha alcanzado la formación primaria y el 21% la formación universitaria. Sólo el 7% cuenta con seguro social y 1% aporta a un seguro de vejez.

Estas características hacen que la industria del transporte público se encuentre excesivamente fragmentada, donde la propiedad del vehículo y la operación del servicio se planifican de manera individual y las unidades compiten entre sí para maximizar sus ganancias individuales.

Pese a esto, el sector del transporte público tiene una estructura organizativa jerárquica y centralizada, siendo la Federación Departamental de Chóferes 1ro de Mayo La Paz (FDCHMLP) la cabeza más visible en la actualidad. Los Sindicatos afiliados acatan las instrucciones de este ente matriz y las socializan con sus afiliados a través de las jefaturas de grupo.

La paradoja en estos Sindicatos, Asociaciones y Cooperativas de transporte público es que se constituyen en excelentes organizaciones sociales a la hora de cohesionar a sus afiliados en torno a la defensa de sus intereses sectoriales (incremento tarifario, evitar sanciones de parte de la autoridad, por ejemplo), pero no tienen la misma fortaleza para controlar y planificar la operación puesto que las decisiones administrativas y financieras del servicio se toman a nivel individual. Por esta situación, resulta una epopeya para el municipio de La Paz establecer el principio de autoridad frente al sector e intentar mejorar los niveles eficiencia y calidad del servicio.

### **3. PRINCIPIO DE AUTORIDAD**

#### **3.1. Ley Municipal de Transporte y Tránsito**

El año 2009 se promulgó la Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, la cual transfirió a los municipios la competencia exclusiva de planificar, regular, fiscalizar el transporte y tránsito urbano en su jurisdicción territorial. Posteriormente en el año 2011, la Ley General de Transporte ratificó esta asignación.

En el año 2012 el GMLP promulgó su Ley Municipal de Transporte y Tránsito, que se constituyó en el marco regulatorio que estableció el rango completo de incentivos y medidas regulatorios que la autoridad municipal utilizaría para regular el transporte público.

Antes de su promulgación el borrador de Ley fue socializado con las tres federaciones que aglutinan a los operadores de transporte, se armaron mesas de trabajo en las que se desarrolló amplio debate acerca de los diferentes incentivos y medidas regulatorias que el GMLP pretendía desarrollar. Si bien se llegaron a consensos, también existieron temas de difícil tratamiento que ya no fueron tocados con los operadores.

En abril del 2012 se promulga la Ley Municipal de Transporte y Tránsito y el sector de transporte anunció medidas de presión al conocer el texto final de la Ley, en oposición a los siguientes temas: tasa de regulación, concesión de las rutas, tarjeta de identificación del conductor. Artículos y términos que se modificaron debido a la presión de los operadores.

#### **3.2. Reglamento Municipal del Régimen Sancionatorio en Materia de Transporte Urbano**

El mencionado reglamento se promulgó en enero del 2013 con el objeto de determinar el régimen sancionatorio para las infracciones administrativas y municipales establecidas en la Ley Municipal de Transporte y Tránsito Urbano.

Este reglamento establecía sanciones que oscilaban entre los USD 1.4 y USD 2.9 para las diferentes infracciones identificadas en el mismo. En caso de que los infractores no pagaran las infracciones se estableció el retiro de placas por parte de la Guardia Municipal de Transporte (GMT) como medida precautoria.

En febrero del 2016 se concluye el estudio tarifario del servicio público de transporte colectivo de pasajeros y de manera simultánea la Secretaría Municipal de Movilidad (SMM) propone una modificación a la Ley Municipal de Transporte y Tránsito y al Reglamento Sancionatorio con la finalidad de endurecer las infracciones modificando sus montos: sanciones leves a USD 3.6, sanciones graves a USD 7.2 y gravísimas a USD 14.4.

Esta modificación no fue consensuada con el sector pero si fue socializada a través de medios de comunicación una vez promulgada a través del Decreto Municipal Nro. 001/2016. Es importante remarcar que esta modificación al Reglamento Sancionatorio fue paralela a la Resolución Ejecutiva Nro. 051 donde se resuelve la aprobación del estudio tarifario y la escala tarifaria para el servicio público de transporte colectivo de pasajeros incrementando el monto de USD 0.21 a 0.28, de USD 0.33 a 0.37 en ruta larga y el incremento de 0,03 ctvs. de dólar en horario nocturno para la modalidad minibuses. En la modalidad de microbuses se incrementó de USD 0.14 a 0.21.

Por este motivo la dirigencia del sector de transporte público no generó una respuesta inmediata a la modificación del Régimen Sancionatorio, sin embargo en la implementación de las infracciones por parte de la GMT, gran parte de los conductores desconocieron las sanciones emitidas. Pese a esto la SMM efectuaba las medidas precautorias a los vehículos que no cancelaban las sanciones emitidas por la GMT, lo cual comenzó a generar molestia por parte de los operadores.

Casi un año después del incremento tarifario la FDCHMLP anunció y desarrolló medidas de presión para dejar sin efecto las sanciones emitidas a lo largo del 2016 y parte del 2017. Demandando también la modificación del Reglamento Sancionatorio por parte de la SMM.

## **4. DE LA SANCIÓN A LA EDUCACIÓN**

### **4.1. La Escuela Municipal de Movilidad (EMM)**

La EMM se constituye en una respuesta oportuna a las condiciones del contexto regulatorio establecidas por la composición de la industria del transporte público en el área metropolitana de La Paz y El Alto. Ante la falta de recursos suficientes para iniciar una reforma total del sistema de transporte público en La Paz, la EMM inicia el relacionamiento con propietarios y conductores de transporte con el objetivo de

optimizar el sistema existente de manera paulatina, allí radica la pertinencia de la propuesta pues con poco financiamiento la EMM se constituye en un eje importante para la futura transformación del sistema.

Por esta razón, la EMM tiene la misión de generar programas de capacitación y sensibilización en movilidad urbana con alta calidad educativa, dirigidos a través de medios innovadores a diferentes grupos sociales y ciudadanía paceña en general.

Por constituirse en un actor importante, la EMM priorizó el desarrollo de un Programa de Profesionalización dirigido a conductores de transporte público cuya estrategia de implementación estaba ligada a las infracciones emitidas previamente por la GMT.

#### **4.2. Estrategia de implementación de la Escuela Municipal de Movilidad**

La SMM a través de la GMT había emitido, entre febrero del 2016 a marzo del 2017, un total de 49.552 infracciones a conductores del transporte público.

Si bien las infracciones pagadas hasta marzo del 2017 representaban el 43,2% del total de las infracciones, a partir de marzo el sector de transporte público desconoció las infracciones pendientes de pago y solicitó la anulación de las mismas.

El Reglamento Sancionatorio en vigencia establecía en su capítulo III la conmutación de las infracciones pendientes de pago por medio del desarrollo de trabajo comunitario durante 4 horas laborables en trabajos relacionados a la seguridad vial. Este procedimiento nunca llegó a aplicarse ya que los conductores desconocían las infracciones emitidas bajo el Régimen Sancionatorio Modificado en 2016.

En este contexto, la SMM propuso a la FDCHMLP la conmutación de sus infracciones a través del desarrollo de cursos de capacitación en el Programa de Profesionalización dirigido a conductores de transporte público de la EMM.

La propuesta fue inicialmente rechazada, pero después de dos meses de tensas negociaciones se determinó aceptar este procedimiento de conmutación de infracciones, para lo cual la SMM modificó su Reglamento Sancionatorio.

#### **4.3. La innovación tecnológica en el transporte público**

El primer módulo del Programa de Profesionalización dirigido a conductores de transporte público fue titulado "Innovación tecnológica en el Transporte Público", abordó cuatro temáticas de interés de los conductores de transporte público: 1) Análisis de los costos de operación vehicular, 2) Disminución de gastos innecesarios (Kilómetros muertos), 3) Metodología para el mejor control del consumo de combustible, y finalmente 4) Principios de un buen servicio al usuario.



A partir de la gestión 2018 se ha iniciado la implementación del segundo módulo de capacitación denominado "Incremento de la productividad en las rutas de transporte público", en el mencionado se tocan los siguientes contenidos: 1) Cálculo del Índice de Pasajeros por Kilómetro, 2) Optimización de las rutas de transporte público, 3) Implementación de un Protocolo de buen servicio al usuario.

Ambos módulos de capacitación se desarrollan en las oficinas de los operadores bajo un cronograma establecido con su dirigencia. La asistencia promedio fue de 38 conductores por sesión en el módulo I y 7 conductores por sesión en la modalidad II.

#### **4.4. Problemáticas desde la percepción del conductor de transporte público**

La pedagogía de los módulos de capacitación contempla actividades grupales para generar reflexión y dialogo sobre temas de interés de los conductores. Desde la percepción de los conductores de transporte público se identifican tres problemas de fondo: 1) La congestión vehicular en determinadas vías de la ciudad, 2) el rápido crecimiento del parque automotor vehicular y 3) la saturación de vehículos y rutas de transporte público con el consentimiento de los operadores de transporte.

Estos temas han permitido identificar de manera preliminar potenciales líderes y propuestas de reforma al sistema de transporte público en el mediano plazo.

El desarrollo de la actividad educativa ha permitido el relacionamiento directo de la SMM con jefes de grupo y conductores de base sin intermediación de la estructura dirigenal.

#### **4.5. Resultados preliminares**

En el mes de octubre de la gestión 2017 se desarrolló una pequeña encuesta de percepción a una muestra representativa de 484 conductores de transporte público que desarrollaron el primer módulo de capacitación. La primera interrogante fue si el módulo de capacitación le había interesado, al 82% de los conductores encuestados le interesó el módulo desarrollado, al 13% le pareció regular y 4% no responde. La segunda interrogante era qué tema le había interesado más, al 46% le interesó más el análisis de los costos de operación vehicular, a un 27% le llamó más la atención las alternativas de reducción de kilómetros muertos y al 15% de los encuestado le pareció interesante los principios de Buen Servicio al Usuario. La tercera interrogante fue si este módulo debería replicarse con los conductores de transporte público que no tienen infracciones, el 96% de los conductores respondieron positivamente. Finalmente se les consultó acerca de los temas que quisieran desarrollar en estas capacitaciones, un 48,3% no opina, un 12% pide profundizar los temas desarrollados,

un 18% pide educación vial y el restante solicita incluir temas relacionados a la normativa municipal, al mantenimiento mecánico entre otros

De un total de 49.552 infracciones emitidas a 13.581 conductores infractores, la EMM ha capacitado en nueve meses -agosto de 2017 a abril de 2018- a 4.029 (30%) conductores de transporte público: 3951 Modulo I y 78 Módulo II.

A partir de la gestión 2018 pese a la negativa de la dirigencia del sector se ha iniciado la evaluación pedagógica de los conductores asistentes a los módulos de capacitación, fruto de esta evaluación se ha aprobado a 762 conductores y reprobado a 65, con una calificación promedio de 5,5 sobre 7.

Entre los resultados también se pueden mencionar, la coordinación que se ha logrado con dirigentes del sector para el desarrollo de estas capacitaciones, la creciente convocatoria que tienen los cursos en los Sindicatos, Asociaciones o Cooperativas de Transporte, de parte de conductores no solamente infractores. La apertura de los conductores a desarrollar una evaluación pedagógica y el desarrollo de ejercicios prácticos para la aplicación de los conocimientos.

## **5. PROYECCIÓN DEL PROGRAMA DE PROFESIONALIZACIÓN**

### **5.1. Aplicación de conocimientos**

A partir del mes de mayo de la presente gestión se incluirán trabajos prácticos para la aplicación de los conocimientos impartidos en los módulos de capacitación. La aplicación de estos trabajos prácticos no estará ligada a la evaluación, aprobación y consecuente conmutación de las infracciones, pero sí estarán ligadas a visitas guiadas de los conductores a inmediaciones del Servicio Municipal de Transporte dirigido por La Paz Bus.

La aplicación de estos conocimientos y las visitas de conductores interesados pretende identificar a los potenciales líderes del sector y profundizar con ellos en las alternativas que el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz viene planificando para la mejora del sistema de transporte público en el municipio de La Paz.

### **5.2. Bases para una gobernanza en el transporte público**

La estructura jerárquica y centralizada que adopta la organización de los operadores de transporte público no ha permitido que los conductores de base se informen y participen democráticamente en decisiones que afectan al sistema de transporte público. La dirigencia del sector monopoliza el poder de representación para defender los intereses de su dirigencia en vez de los intereses colectivos de los operadores.

Una muestra clara fue la posición que adoptó la dirigencia frente a la promulgación de la Ley Municipal de Transporte y Tránsito en la cual se preveían incentivos y medidas regulatorias para evitar la saturación del parque automotor y la competencia "salvaje" entre operadores tales como la tasa de regulación, la concesión de rutas y la tarjeta de identificación del conductor de transporte público. Sin embargo estos elementos fueron observados por la dirigencia con el objetivo de no afectar sus intereses y mantener el modelo "afiliador" de los actuales operadores.

Uno de los objetivos de la EMM es empoderar a conductores de base y potenciales líderes que tengan una visión crítica respecto al estado de crisis del sector y puedan facilitar una reforma del mismo.

La red de actores al interior de los actuales Sindicatos, Asociaciones y Cooperativas de transporte constituirán una fuerza crítica que facilite la implementación de reformas que el GAMLP ha planificado.

### **5.3. Migración a Empresas de Transporte Público**

El objetivo a mediano y largo plazo es facilitar la migración de los actuales Sindicatos, Asociaciones o Cooperativas hacia empresas operadoras de transporte público que planifiquen la operación de su servicio en base a criterios técnicos, que incorporen al personal técnico necesario para diagnosticar su operación y administración financiera, y pueda generar propuestas factibles para la mejor administración de sus recursos económicos y la operación eficiente del servicio.

Un cambio organizativo de este tipo debe contemplar también el mejoramiento de la calidad de empleo en el sector, establecer cargas laborales razonables, generar beneficios sociales y estabilidad laboral. Mejorando la calidad de vida no solo de los usuarios y población en general sino también de los actuales conductores de transporte público.

#### **Bibliografía**

MAYORGA Fernando, CÓRDOVA Eduardo (2007). *Gobernabilidad y Gobernanza en América Latina. Working Paper NCCR Norte - Sur IP8*, Ginebra.

MEAKIN Richard (2006). *Regulación y planificación de buses*. GTZ Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, Eschborn, Alemania.

PNUD (2015). *Informe de Desarrollo Humano para Bolivia*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Bolivia.

PORTAL (2003). *Marcos reguladores y legislaciones del transporte público*. Proyectos de transporte urbano financiados por la UE.

ZURBRIGGEN Cristina (2011). *Gobernanza: Una mirada desde América Latina. Perfiles Latinoamericanos* 38, julio/diciembre.

# O PESO DA MOBILIDADE URBANA NAS AGENDAS LOCAIS PARA EXECUÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS EM CIDADES DE PEQUENO PORTE

**Dannúbia Ribeiro Pires**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil,  
[dannubiapires@hotmail.com](mailto:dannubiapires@hotmail.com)

**Leonardo Herszon Meira**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil,  
[leonardohmeira@gmail.com](mailto:leonardohmeira@gmail.com)

**Maria Victória Leal de Almeida Nascimento**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil,  
[mvictorialan@gmail.com](mailto:mvictorialan@gmail.com)

## RESUMO

Apesar de ser de extrema importância no desenvolvimento de uma sociedade moderna, a mobilidade urbana só será discutida e priorizada pelos gestores públicos se estiver presente na agenda política dos municípios. Por isso, o objetivo deste trabalho é analisar o peso que a mobilidade urbana tem nas agendas locais de cidades de pequeno porte para execução de políticas públicas nesta área. Como objeto de estudo foi escolhida a cidade brasileira de Gravatá, pertencente ao estado de Pernambuco, com o intuito de continuar o estudo iniciado por Pires e Meira (2016) e contribuir para o crescimento das cidades desta categoria. Com o objetivo de registrar a opinião dos gestores públicos da cidade foram realizadas entrevistas apenas com profissionais especializados que trabalham diretamente com questões relacionadas à mobilidade urbana no município. Os resultados mostraram que a mobilidade urbana ocupa a sexta posição em ordem de importância entre as 11 áreas de atuação das políticas públicas listadas no questionário. Os gestores reconhecem a importância das políticas de mobilidade urbana, as quais vem sendo discutidas com mais frequência no governo municipal, mostrando que a cidade tem avançado neste contexto. Mesmo o PlanMob estando em processo de elaboração na cidade, muito ainda precisa ser feito para resolver os problemas de mobilidade no dia a dia da população.

## 1. INTRODUÇÃO

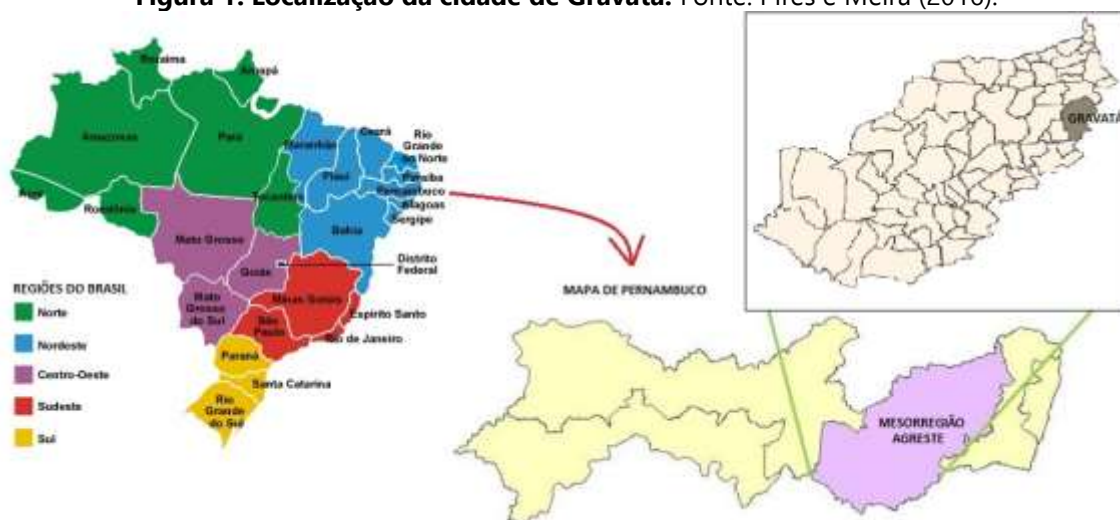
Um tema particularmente relevante quando se pensa no desenvolvimento de uma sociedade moderna é a questão da mobilidade urbana. É praticamente impossível vislumbrar qualquer futuro para uma sociedade democrática e sustentável em que a mobilidade das pessoas e bens não esteja presente.

Porém, o tema “Mobilidade Urbana” só tem relevância para os gestores políticos se estiver presente no ciclo das políticas públicas, ou seja, se estiver na agenda política dos municípios. Portanto, o objetivo deste trabalho é investigar qual o peso da política pública de mobilidade urbana nas agendas locais de cidades de pequeno porte, que

serão entendidas como locais com população de menos de 100 mil habitantes, de acordo com a classificação do IBGE (2018).

Este trabalho propõe uma continuidade do artigo desenvolvido por Pires e Meira (2016), no qual foram expostos os principais desafios existentes para a regulação do uso do espaço público nas cidades de pequeno porte do Brasil, utilizando como base a cidade de Gravatá, município localizado na região Agreste do estado de Pernambuco (Figura 1), no nordeste brasileiro, que continuará sendo estudada neste trabalho.

**Figura 1: Localização da cidade de Gravatá.** Fonte: Pires e Meira (2016).



A política de mobilidade tem por função proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano. Vista dessa maneira, a mobilidade, muito além de ser uma questão apenas das condições de deslocamento e de uso de meios de transporte, traduz relações dos indivíduos com o espaço – seu local de vida – com os objetos e meios empregados para que o deslocamento aconteça, e com outros indivíduos. É, portanto, produto de processos históricos que refletem características culturais de uma sociedade (BRASIL, 2006).

Esta política, deve estar integrada às demais políticas públicas, com o objetivo maior de priorizar o cidadão na efetivação de suas necessidades, melhorando as condições gerais de deslocamento na cidade. Miranda (2010) afirma que a efetividade das medidas à mobilidade sustentável depende, em grande parte, de decisões políticas de governo, da compreensão da natureza dos problemas a serem enfrentados por meio de estratégias comunitárias de longo prazo e de esforços concentrados de gestores urbanos, investidores e sociedade em geral.

Para atingir o objetivo proposto, esse trabalho está estruturado em seis seções. Após esta seção introdutória, a seção 2 aborda o conceito de políticas públicas e as etapas para a formulação destas políticas em geral, bem como um breve histórico sobre os marcos regulatórios referentes a política de mobilidade urbana no Brasil. A seção 3 traz uma caracterização da área de estudo, destacando a estrutura do poder público

da cidade de Gravatá. Na seção 4 há a descrição da metodologia usada na elaboração deste artigo. A seção 5 apresenta os resultados e análises obtidos com as entrevistas realizadas com os gestores públicos da cidade de Gravatá. Por fim, a seção 6 tece as considerações finais.

## **2. POLÍTICAS PÚBLICAS E LEGISLAÇÃO**

De acordo com Teixeira (2002) políticas públicas são diretrizes, princípios norteadores de ação do poder público; regras e procedimentos para as relações entre poder público e sociedade, mediações entre atores da sociedade e do Estado. São, nesse caso, políticas explicitadas, sistematizadas ou formuladas em documentos (leis, programas, linhas de financiamentos) que orientam ações que normalmente envolvem aplicações de recursos públicos. Portanto, é um conceito de grande abrangência e, em geral, pode ser implantada em diversos setores da sociedade, nas áreas tradicionalmente objeto de políticas públicas (meio ambiente, habitação, saneamento, saúde, educação, segurança pública, transporte urbano etc.).

O processo de formulação das políticas públicas em geral, também chamado de ciclo das políticas públicas, pode ser resumido em cinco etapas (SEBRAE, 2008):

1. Formação da agenda (seleção das prioridades): definição da lista de principais problemas da sociedade, que servirá para os atores públicos estabelecerem quais questões serão tratadas pelo governo.
2. Formulação (ou planejamento) das políticas públicas (apresentação de soluções ou alternativas): definição das linhas de ação que serão adotadas para solucionar os problemas que serão tratados pelo governo.
3. Processo de tomada de decisão (escolha das ações): momento onde se escolhe alternativas de ação/intervenção em resposta aos problemas definidos na Agenda. É o momento onde se define, por exemplo, os recursos e o prazo temporal de ação da política.
4. Implantação das políticas públicas (ou execução das ações): momento onde o planejamento e a escolha são transformados em atos. O corpo administrativo é o responsável pela execução da política. Cabe a eles a chamada ação direta, ou seja, a aplicação, o controle e o monitoramento das medidas definidas.
5. Avaliação das políticas públicas: é um elemento crucial para as políticas públicas, que deve ser feita em todos os momentos do ciclo, contribuindo para o sucesso da ação governamental e a maximização dos resultados obtidos com os recursos destinados.

A etapa de formação da agenda é, portanto, a de maior importância para os gestores políticos dos municípios, pois nessa etapa eles terão a difícil missão de definir a ordem

de prioridades do município, ou seja, quais os setores da sociedade que terão a aplicação imediata de políticas visando atender as necessidades da população e quais não.

Como visto, um programa de políticas públicas pode atuar em vários setores, inclusive no transporte urbano visando a mobilidade sustentável. Segundo a Comissão Europeia (2003), para a implementação de uma estratégia de transportes e usos de solo é necessário a integração dos diversos processos e ações necessários à realização de qualquer política substancial – deliberação, implementação, monitorização, avaliação, identificação de políticas complementares, coordenação entre autoridades a diferentes níveis governamentais, participação de agentes privados, cidadãos e interessados – num quadro coerente, abrangente e duradouro, onde os processos individuais se possam reforçar mutuamente no cumprimento dos objetivos e no ultrapassar de barreiras para obtenção de sucesso na produção e resultados da política.

Como marco legal brasileiro da regulação do uso do espaço público, em termos de políticas públicas com enfoque na área urbana, foi a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei Federal nº. 10.257, de 10 de julho de 2001), que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Esta Lei, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental (BRASIL, 2001).

O marco regulatório para a política urbana municipal foi trazida também pelo Estatuto da Cidade, através do instrumento chamado Plano Diretor. É parte integrante do processo de planejamento municipal, sendo o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes, cidades integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas e cidades integrantes de áreas de interesse público, entre outros (IBID).

Em 2002, foi criado o Ministério das Cidades, cuja apresentação destaca que foram incorporadas as áreas de transporte e mobilidade urbana, trânsito, questão fundiária e planejamento territorial. Foi estruturado levando em consideração a reunião das áreas mais relevantes (do ponto de vista econômico e social) e estratégicas (sustentabilidade ambiental e inclusão social) do desenvolvimento urbano, com o objetivo de assegurar o acesso à moradia digna, à terra urbanizada, à água potável, ao ambiente saudável e à mobilidade com segurança (BRASIL, 2004).

Porém, até então não havia um instrumento específico que tratasse do tema mobilidade urbana. Até que foi instituído mais um importante marco na gestão política de mobilidade nas cidades com a promulgação da Lei Federal nº. 12.587, de 03 de janeiro de 2012, conhecida como “Lei de Mobilidade”, que estabelece as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Esta, além de definir princípios e diretrizes

compatíveis com os conceitos de mobilidade urbana sustentável, torna obrigatória a elaboração de Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob) para os municípios com mais de 20 mil habitantes, integrado e compatível com os respectivos planos diretores (BRASIL, 2012).

Recentemente, o Governo Federal editou ainda a medida provisória (MP) nº. 748, de 11 de outubro de 2016, que altera o prazo de três para sete anos para que os municípios elaborem o PlanMob, contando da data de vigência desta Lei. A MP ainda completa que, encerrado este prazo, os municípios ficam impedidos de receber recursos orçamentários federais destinados à mobilidade urbana até que atendam à exigência estabelecida nesta lei (BRASIL, 2016).

Pires e Meira (2016) enfatizam que as leis existem e suas definições e exigências são claras para cidades de pequeno, médio e grande porte. Porém, na prática não são devidamente seguidas, principalmente em se tratando de cidades de pequeno porte.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO**

Das 185 cidades do estado de Pernambuco, 90 contêm mais de 20 mil e menos de 100 mil habitantes, equivalente a 48,65% das cidades do estado, de acordo com o censo demográfico de 2010 (IBGE, 2018). Portanto, estando inseridas na classificação destacada pela "Lei de Mobilidade", esta parcela de municípios está obrigada a elaborar um Plano de Mobilidade Urbana, compatível com seus Planos Diretores.

Gravatá, cidade objeto de estudo deste trabalho, possui cerca de 81.893 habitantes (IBGE, 2018). Portanto, enquadrando-se na classificação do IBGE como uma cidade de pequeno porte. Assim, inserida na classificação destacada pela "Lei de Mobilidade", sendo obrigada a elaborar um Plano de Mobilidade Urbana.

A cidade possui uma área de 506,786 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018), localiza-se a aproximadamente 84 km da capital do estado de Pernambuco (Recife), importante polo turístico, gastronômico e moveleiro da região e é conhecida como a Suíça Pernambucana, por estar a uma altitude média de 447 m.

A cidade tem no turismo a sua principal fonte de renda e no artesanato uma das principais ferramentas para alavancar sua economia. Tem eventos durante vários meses do ano, que fazem da região um destino muito procurado. Nestes períodos, há o agravamento dos problemas de circulação no centro da cidade, apresentando grandes problemas de mobilidade urbana (PIRES e MEIRA, 2016).



Assim como a maioria das cidades de pequeno porte de Pernambuco, Gravatá detém poucos recursos destinados a elaboração e implantação de muitas políticas públicas em diversos setores da sociedade. Com isso, a dificuldade dos gestores públicos em elaborar e manter uma agenda política que priorize políticas públicas de mobilidade urbana se torna cada vez maior. As receitas são distribuídas com critérios que concentram a renda tributária em poucos municípios, os de maior desenvolvimento econômico. Então, os municípios de menor desenvolvimento, não chegam a receber estes recursos e quando recebem, têm a difícil missão de distribuir nas áreas objeto de políticas públicas (OLIVEIRA, 2006). Para receber recursos orçamentários federais destinados exclusivamente à mobilidade urbana, os municípios devem elaborar o PlanMob, integrado e compatível com o seu respectivo plano diretor, cumprindo assim a exigência estabelecida na “Lei de Mobilidade”.

Além da falta de recursos, a maioria das cidades de pequeno porte não dispõem de órgãos gestores especializados no transporte urbano. Isso acaba por dificultar ainda mais a elaboração de políticas direcionadas à mobilidade urbana. O órgão que faz parte da estrutura administrativa do município de Gravatá responsável pelos assuntos relacionados à mobilidade urbana é a Secretaria de Infraestrutura, Mobilidade e Controle Urbano. Dentre as competências deste órgão gestor, segundo a Lei Municipal nº. 3718, de 31 de janeiro de 2017, destaca-se:

- Elaborar planos e programas relacionados com a infraestrutura urbana;
- Elaborar e implantar o Plano de Desenvolvimento Urbano, em consonância com Plano Diretor.

Atualmente, Gravatá possui um Plano Diretor, instaurado em 2006. O Estatuto da Cidade diz que ele deve ser revisado, pelo menos, a cada dez anos, para se adequar às necessidades da população. O projeto de revisão do Plano Diretor foi elaborado pela prefeitura em parceria com a iniciativa privada e promete resolver gargalos em quatro eixos: dinâmica urbana, ambiência, mobilidade e gestão e fortalecimento institucional.

Por se tratar de um município com população abaixo de 100 mil habitantes e por possuir intenso fluxo de trânsito, principalmente durante festividades, Gravatá foi escolhida para representar o Nordeste no projeto piloto do Programa de Apoio à Elaboração do Plano de Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades. O programa foi lançado em 05/07/2017 e traçará metas de desenvolvimento, planejamento e otimização da mobilidade urbana na cidade para oferecer maior acessibilidade aos cidadãos. Os técnicos do Ministério das Cidades iniciarão o estudo da mobilidade, infraestrutura e deslocamento de pessoas e veículos para que sejam criadas ações de acordo com as necessidades do município de Gravatá, com o objeto de elaborar o Plano de Mobilidade Urbana de Gravatá.

#### **4. METODOLOGIA**

A metodologia proposta para esse trabalho consiste em investigar o grau de importância que a política de mobilidade tem nas agendas políticas locais através de entrevistas com gestores públicos da cidade de Gravatá. Bem como, identificar quais os fatores (por exemplo, falta de recursos financeiros e técnicos) que determinam este grau de importância e que definem quais questões serão tratadas e quais não.

O questionário tem como objetivo registrar as opiniões dos gestores públicos da prefeitura municipal de Gravatá. Portanto, trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo, feita com profissionais especializados que trabalham diretamente com questões relacionadas à mobilidade urbana no município.

Como forma de obter melhores respostas, foi garantido o sigilo e anonimato sobre as opiniões emitidas dos profissionais que se dispuseram a responder o questionário. Foram 10 entrevistados no total, entre eles: agentes públicos com mandato eletivo (como por exemplo, prefeito, vice-prefeito, vereadores etc.), secretários gerais e executivos, engenheiros civis e arquitetos, servidores públicos municipais.

No início do questionário foi solicitado para que os profissionais identificassem o sexo, a idade e quantos anos de experiência atuando na prefeitura de Gravatá. Em seguida, foi pedido para enumerar por ordem de importância, onde 1 é o mais importante e 11 é o menos importante, as áreas de atuação de políticas públicas do município. As 11 opções eram: abastecimento de água; cultura, esporte e lazer; educação; emprego; energia e iluminação; habitação; meio ambiente; mobilidade e transporte urbano; saneamento; saúde; segurança pública. Nas questões de múltipla escolha, foram feitas as perguntas com as opções de respostas identificadas na Tabela 1.

**Tabela 1: Perguntas e opções de resposta do questionário**

Perguntas	Opções de Resposta
Com que frequência o tema "Mobilidade Urbana" é discutido pelo governo municipal?	Alta; Baixa; Não sabe dizer
A cidade tem um plano de ação para prevenir os problemas de mobilidade do dia a dia, visto que a cidade não dispõe de um Plano de Mobilidade Urbana?	Sim; Não; Não sabe dizer; Apenas nas festividades
Você tem conhecimento de algum projeto destinado à política de mobilidade urbana de Gravatá que tenha recebido recursos federais nos últimos 4 anos?	Sim; Não; Não sabe dizer; Se sim, quanto?
A prefeitura pretende elaborar um Plano de Mobilidade Urbana?	Sim; Não; Não sabe dizer; Se sim, qual a previsão?
Na sua opinião, de que maneira a mobilidade urbana é tratada em Gravatá? Fique à vontade para justificar sua resposta.	Muito discutida; Bem discutida; Razoavelmente discutida; Pouco discutida; Nada discutida; Não sabe dizer

## 5. RESULTADOS E ANÁLISES

Com os resultados obtidos através do questionário, foi possível identificar o perfil dos entrevistados, conforme Tabela 2.

**Tabela 2: Perfil dos entrevistados**

Descrição	Classificação	Quantidade
Sexo	Feminino	4
	Masculino	6
Idade	Menos de 35 anos	2
	Entre 35 e 45 anos	2
	Entre 45 e 60 anos	4
	Mais de 60 anos	2
Anos de experiência na Prefeitura de Gravatá	Menos de 5 anos	5
	Entre 5 e 15 anos	5
Anos de experiência na Prefeitura de Gravatá	Entre 15 e 30 anos	0
	Mais de 30 anos	0

Apesar da experiência não ter ultrapassado os 15 anos na prefeitura de Gravatá, isso não é um indicativo de inexperiência como gestor. Pois, nas conversas informais com os entrevistados, foi descoberto que muitos deles já atuaram em outras cidades, em outros órgãos de gestão e até vivenciaram experiências internacionais. Isso se confirma pela faixa etária, onde a maioria têm mais de 45 anos, o que representa um indicativo de muitos anos de experiência como gestor.

Para medir a ordem de importância das áreas de atuação de políticas públicas do município, foi feita uma média dos valores atribuídos a cada item, e mantida a escala inicial para identificar a ordem, onde 1 é o mais importante e 11 é o menos importante (Tabela 3).

**Tabela 3: Ordem de importância das áreas de atuação das políticas públicas**

Área de atuação	Média	Ordem
Abastecimento de água	6,71	7º
Cultura, esporte e lazer	9,29	10º
Educação	3,14	1º
Emprego	4,43	4º
Energia e iluminação	7,86	8º
Habitação	8,00	9º
Meio ambiente	6,71	7º
Mobilidade e Transporte Urbano	6,43	6º
Saneamento	5,57	5º
Saúde	3,71	2º
Segurança pública	4,14	3º

O item Mobilidade e Transporte Urbano encontra-se na sexta posição na ordem de importância das áreas de atuação das políticas públicas do município, ou seja, é exatamente o item mediano dentre os 11 listados. Os 5 primeiros itens, são: educação, saúde, segurança pública, emprego e saneamento, respectivamente. Em seguida, vem o item mobilidade, que mesmo sendo um tema relativamente recente discutido no município, ficou na frente de outras áreas também muito importantes, como: abastecimento de água e meio ambiente, energia e iluminação, habitação e cultura, esporte e lazer, respectivamente.

Nas questões de múltipla escolha, ao serem perguntados com que frequência o tema "Mobilidade Urbana" é discutido no governo municipal, 5 afirmaram alta, 2 afirmaram baixa e 3 não souberam dizer. Além disso, foi questionado de que maneira a mobilidade urbana é tratada em Gravatá. Segundo os entrevistados, 3 acham bem discutida, 2 afirmaram razoavelmente discutida, 4 afirmaram pouco discutida e 1 não soube dizer. Pelos resultados, é percebido que o tema vem crescentemente sendo discutido pelos gestores, apesar de não ser prioritário nas discussões.

Sobre a cidade ter um plano de ação para prevenir os problemas de mobilidade do dia a dia, 3 afirmaram sim, 1 afirmou não, 2 não souberam dizer e 4 afirmaram apenas nas festividades. Apesar da cidade ainda não ter um PlanMob, elabora planos de ação para os problemas do dia a dia, principalmente nos períodos festivos, onde há um agravamento dos problemas de mobilidade.

Sobre ter conhecimento de algum projeto destinado à política de mobilidade urbana que tenha recebido recursos federais nos últimos 4 anos, 4 afirmaram sim, 2 afirmaram não e 4 não souberam dizer. Porém, os 4 que afirmaram sim, não informaram valores. Isso mostra que apesar de deter poucos recursos, os gestores conseguiram destinar uma porcentagem deste pouco para à política de mobilidade urbana de Gravatá.

Foi perguntado também se a prefeitura pretende elaborar um PlanMob, 8 afirmaram sim e 2 não souberam dizer. Dos 8 que afirmaram sim, 4 deles acrescentaram que o prazo de elaboração será até 2020, ou seja, até o fim da gestão atual. Isso confirma que a elaboração do PlanMob está em andamento.

Conforme observado nos resultados das entrevistas, é possível deduzir que a maioria dos gestores reconhecem a importância das políticas de mobilidade urbana. Apesar da mobilidade não estar no primeiro plano de prioridades do município, a sexta posição em ordem de importância só demonstra que o tema está presente nas discussões e vem sendo abordado com mais frequência.

A cidade mostra um avanço nesse sentido, pois o tema vem crescentemente sendo discutido, mesmo que de forma lenta. Os gestores estão cientes que é preciso discutir o tema, elaborar planos e apontar soluções. E não somente em períodos festivos, mas resolver os problemas de mobilidade no dia a dia da população.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar de contar com um Plano Diretor, a cidade ainda não dispõe de um Plano de Mobilidade Urbana. Porém, o mesmo está em processo de elaboração, como afirmaram a maioria dos entrevistados, “com a participação de membros do Ministério das Cidades e da sociedade civil do município”, completou um deles. A participação dos representantes de cada setor da sociedade civil é muito importante neste processo, pois garante que as propostas sejam discutidas levando em consideração a peculiaridade de cada setor, sempre buscando a mobilidade adequada para todos.

Vale ressaltar que esta situação vivida por Gravatá, provavelmente se repete em muitas outras cidades pernambucanas de pequeno porte, principalmente as que tem características turísticas, as quais atraem uma população sazonal durante algumas épocas do ano, que contribuem para aumentar os problemas de mobilidade urbana na cidade. E, a maioria delas não tem PlanMob e provavelmente terão dificuldades em elaborar, seja por falta de recursos ou falta de corpo técnico capacitado.

Apesar de ser observado uma preocupação com o tema, muito ainda precisa ser feito e pensado para que a mobilidade seja tida como muito relevante e ocupe as primeiras posições na agenda política do município. É claro que sempre terão outras áreas que são tão importante quanto para atuação das políticas, e que devem ser priorizadas. Porém, os problemas de mobilidade se não priorizados no momento que são percebidos, dificilmente serão resolvidos no futuro.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BRASIL (2001) *Lei Federal nº. 10.257, de 10 de julho de 2001*. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília – DF.
- BRASIL (2004) *Política Nacional de Desenvolvimento Urbano*. Ministério das Cidades, Brasília – DF.
- BRASIL (2006) *Curso Gestão integrada da mobilidade urbana*. Ministério das Cidades. Brasília – DF.
- BRASIL (2012) *Lei Federal nº. 12.587, de 03 de janeiro de 2012*. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília – DF.
- BRASIL (2016) *Medida Provisória nº. 748, de 11 de outubro de 2016*. Altera a Lei nº. 12.587, de 03 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília – DF.
- Comissão Europeia (2003) *Alcançar a Sustentabilidade Através de Políticas Integradas de Transporte e Usos de Solo*. Transport Planning Land-Use and Sustainability, TRANSPLUS. Community Research.
- IBGE (2018) *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Obtido em 23 de março de 2018, em <<https://www.ibge.gov.br/index.php>>.
- Miranda, H. F. (2010) *Mobilidade Urbana Sustentável e o Caso de Curitiba*. Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Oliveira, J. A. P. (2006) *Desafios do Planejamento em Políticas Públicas: Diferentes Visões e Práticas*. RAP, Rio de Janeiro 40 (1): 273-88.
- Pires, D. R. e L. H. Meira (2016) Regulação do uso do espaço viário em uma cidade de pequeno porte da América Latina: o caso de Gravatá – PE, Brasil. *Anais do XIX Congresso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*, CLATPU, Montevidéu – Uruguai.
- SEBRAE (2008) Políticas Públicas: Conceitos e Práticas. *Série Políticas Públicas*, Volume 7. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Belo Horizonte – MG.
- Teixeira, E. C. (2002) O Papel das Políticas Públicas no Desenvolvimento Local e na Transformação da Realidade. *Políticas Públicas - O Papel das Políticas Públicas*. Texto da Associação de Advogados de Trabalhadores Rurais, AATR, Salvador.

# **INSEGURANÇA E INDEFINIÇÃO REGULATÓRIAS NO TRANSPORTE COLETIVO RODOVIÁRIO INTERESTADUAL E INTERNACIONAL DE PASSAGEIROS NO BRASIL: HISTÓRICO RECENTE E PANORAMA ATUAL**

## **Adolfo Luiz Souza de Sá**

Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil  
adolfoluiz@tce.pe.gov.br

## **Enilson Medeiros dos Santos**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, R.Grande do Norte, Brasil  
enilson@interjato.com)

## **Fernando Antonio Oliveira Rolim**

Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil  
frolim@tce.pe.gov.br)

## **RESUMO**

Este artigo, dividido em oito capítulos, aborda a alteração da lei que permitiu outorga mediante autorização, sem licitação, da "*prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual e internacional de passageiros desvinculados da exploração da infraestrutura*". Para tanto, no primeiro capítulo, aduzem-se partes da constituição federal, da lei de licitações e contratos, da lei de concessões/permissões e da lei que ordena o transporte terrestre no âmbito da União (lei que foi alterada, permitindo a autorização sem licitação). Em seguida, capítulo 2, expõem-se os fundamentos para o questionamento sobre a constitucionalidade da alteração em tela, materializados em ação direta de inconstitucionalidade. Registram-se, no capítulo 3, as considerações dos advogados do Senado Federal e, nos capítulos 4 e 5, colocações dos advogados da União, no sentido de defenderem a alteração legislativa. Resumem-se, no capítulo 6, dispositivos da norma do órgão regulador federal que disciplina a autorização sem licitação, para, no capítulo 7, assinalam-se as outorgas já firmadas pelo citado regulador. Por fim, no capítulo 8, destacam-se contradições e considerações finais que indicam insegurança e indefinição regulatórias.

## **1. O ARCABOUÇO JURÍDICO BRASILEIRO**

### **1.1. A constituição federal**

No processo de redemocratização brasileiro, após período de governos militares, tem-se como marco principal a promulgação, em 5.10.1988, da Constituição da República

Federativa do Brasil (doravante: CF), produto da Assembleia Nacional Constituinte, tendo sido definido, no art.1º, que a república é "*formada pela união indissolúvel*" dos seus entes federativos, sendo que sua "*organização político-administrativa*", conforme art.18, compreende a União, os Estados (são, atualmente, 26), o Distrito Federal (onde se encontra Brasília, a capital federal) e os Municípios (atualmente, 5.570), estes localizados nos Estados.

O constituinte de 1988 atribuiu competências aos entes federativos, tendo relacionado as da União (art.21 e art.22), as dos Municípios (art.30), reservando aos Estados "*as competências que não lhes sejam vedadas por esta Constituição*" (§1º, art.25), estabelecendo, ainda, as competências comuns e concorrentes (art.23 e art.24), além de atribuir ao Distrito Federal "*as competências legislativas reservadas aos Estados e Municípios*" (§1º, art.32). Assim, cabe à União:

- a) conforme art.21 da CF, competência para: "*explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão*" alguns serviços relacionados em seis alíneas do inciso XII, entre esses, "*os serviços de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros*"; "*instituir diretrizes*", inclusive para os "*transportes urbanos*" (inciso XX); "*estabelecer princípios e diretrizes para o sistema nacional de viação*" (inciso XXI);
- b) segundo art.22 da CF, competência privativa para legislar sobre: "*diretrizes da política nacional de transportes*" (inciso IX); "*trânsito e transporte*" (inciso XI); "*normas gerais de licitação e contratação*" (inciso XXVII).

Aos Municípios, de acordo com o inciso V, art.30 da CF, compete "*organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial*".

Por sua vez, conforme expresso no art.175 da CF, "*Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos*", sendo que a "*administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes*", "*ressalvados os casos especificados na legislação*", é obrigada, antes de contratar, efetuar procedimento de licitação para "*obras, serviços, compras e alienações*" (*caput* e inciso XXI do art.37).

Ainda, o constituinte, no *caput* do art.178, exigiu lei para dispor sobre a "*ordenação dos transportes aéreo, aquático e terrestre, devendo, quanto à ordenação do transporte internacional, observar os acordos firmados pela União, atendido o princípio da reciprocidade*".

Em decorrência dos dispositivos constitucionais acima destacados, foram editadas leis, comentadas nas seções seguintes. Vale ressaltar que a CF não define o que seja "*autorização*", "*permissão*" nem "*concessão*" de serviços públicos.



## **1.2. A lei nacional de licitações e contratos**

A Lei 8.666/1993, publicada em 22.6.1993, regulamentou o inciso XXI, art.37 da CF, instituindo normas gerais para licitações e contratos. Consta, no art.2º, que *"obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações, concessões, permissões e locações da Administração Pública, quando contratadas com terceiros, serão necessariamente precedidas de licitação, ressalvadas as hipóteses previstas nesta Lei"*, não tendo, entretanto, definido o que sejam *"concessões"*, tampouco *"permissões"*. Foi explicitado, no art.124, que *"Aplicam-se às licitações e aos contratos para permissão ou concessão de serviços públicos os dispositivos desta Lei que não conflitem com a legislação específica sobre o assunto"*.

## **1.3. A lei nacional de concessão e permissão**

Foi publicada, somente em 14.2.1995, a Lei 8.987/1995, que *"Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos"* previsto no art.175 da CF, tendo sido definido:

*"concessão de serviço público"* é *"a delegação de sua prestação, feita pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência, à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado"* (inciso II, art.2º);

*"concessão de serviço público precedida da execução de obra pública"* é *"a construção, total ou parcial, conservação, reforma, ampliação ou melhoramento de quaisquer obras de interesse público, delegada pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência, à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para a sua realização, por sua conta e risco, de forma que o investimento da concessionária seja remunerado e amortizado mediante a exploração do serviço ou da obra por prazo determinado"* (inciso III, art.2º);

*"permissão de serviço público"* é *"a delegação, a título precário, mediante licitação, da prestação de serviços públicos, feita pelo poder concedente à pessoa física ou jurídica que demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco"* (inciso IV, art.2º), sendo que *"será formalizada mediante contrato de adesão, que observará os termos desta Lei, das demais normas pertinentes e do edital de licitação, inclusive quanto à precariedade e à revogabilidade unilateral do contrato pelo poder concedente"* (caput do art.40), aplicando-se *"às permissões o disposto nesta Lei"* (parágrafo único do art.40).

O texto legal em comento, além de não ter definido o que seja *"autorização"*, deixou claro que a prestação de serviços públicos, quando não prestada diretamente pelo poder público, ocorrerá mediante *"concessão"* ou *"permissão"*, sempre precedida por licitação (artigos 4º, 5º e 14).

## **1.4. A lei que ordena o transporte terrestre no âmbito da União**

Em atendimento parcial ao que consta no *caput* do art.178, foi publicada, em 6.6.2001, a Lei 10.233/2001, dispondo sobre a "*reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre*" no âmbito da União, tendo havido extinção e criação de autarquias, surgindo como reguladora a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), que tem, como uma de suas atribuições, o "*transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros*" (inciso III, art.22), sendo que esta "*harmonizará sua esfera de atuação com a de órgãos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios encarregados do gerenciamento de seus sistemas viários e das operações de transporte intermunicipal e urbano*" (§2º, art.22).

Entre as "*diretrizes gerais do gerenciamento da infra-estrutura e da operação dos transportes aquaviário e terrestre*" (*caput*, art.12), consta "*descentralizar as ações, sempre que possível, promovendo sua transferência a outras entidades públicas, mediante convênios de delegação, ou a empresas públicas ou privadas, mediante outorgas de autorização, concessão ou permissão*" (inciso I, art.12).

Em sua redação original, publicada em 6.6.2001, constava, no *caput* do art.13, que as "*outorgas a que se refere o inciso I do art. 12 serão realizadas sob a forma de*" concessão, esta definida para ser utilizada, conforme inciso I, art.13, "*quando se tratar de exploração de infra-estrutura de transporte público, precedida ou não de obra pública, e de prestação de serviços de transporte associados à exploração da infra-estrutura*", tendo havido vetos presidenciais para dois incisos do art.13 ("*II-permissão, quando se tratar de prestação regular de serviços de transporte coletivo de passageiros desvinculados da exploração da infra-estrutura*" e "*III-autorização, quando se tratar de prestação não regular de serviços de transporte, ou de exploração de infra-estrutura de uso privativo*") e para o inciso II do art.14 ("*depende de permissão o transporte coletivo regular de passageiros pelos meios rodoviário e aquaviário, e os serviços de transporte ferroviário de passageiros não associados à infra-estrutura*").

Ou seja, a Lei 10.233/2001, em sua redação original, restou prejudicada pelos vetos presidenciais, alguns acima citados, tendo havido, pela Medida Provisória 2.217-3, publicada em 5.9.2001, inserção de dois incisos no art.13, discriminando-se: "*IV-permissão, quando se tratar de prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo de passageiros desvinculados da exploração da infra-estrutura*" e "*V-autorização, quando se tratar de prestação não regular de serviços de transporte terrestre coletivo de passageiros, de prestação de serviço de transporte aquaviário, ou de exploração de infra-estrutura de uso privativo*".

A citada Medida Provisória 2.217-3 inseriu, para não haver dúvida, no art.14 da Lei 10.233/2001, o inciso IV, explicitando que "*depende de permissão*", conforme alínea "*a*", "*o transporte rodoviário coletivo de passageiros*".

Mediante a Lei 12.996, publicada em 20.6.2014, foi alterada a Lei 10.233/2001, tendo-se permitido que a exploração da "*prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual e internacional de passageiros desvinculados da exploração da infraestrutura*" seja outorgada mediante "*autorização*", sem licitação, a se considerar inserção da alínea "e" no inciso IV, artigo 13, o que foi ratificado pelo acréscimo da alínea "j" no inciso III, artigo 14, permitindo-se, assim, "*autorização*" para "*transporte rodoviário coletivo regular interestadual e internacional de passageiros, que terá regulamentação específica expedida pela ANTT*". A Lei 10.233/2001, no entanto, mantém, desde a redação inicial, exigência de licitação para: a "*concessão*" da exploração para a "*prestação de serviços de transporte associados à exploração da infra-estrutura*"; a "*permissão*" para a exploração da "*prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual semiurbano de passageiros desvinculados da exploração da infraestrutura*".

Ainda, vale salientar que a Lei 12.996/2014, que alterou a Lei 10.233/2001, é proveniente da aprovação de Projeto de Lei de Conversão 10/2014, decorrente da Medida Provisória 638, de 17.1.2014, norma legislativa que não tratava de qualquer assunto relacionado a transportes coletivos, tampouco alterava provisoriamente a Lei 10.233/2001. Ou seja, ao se propor a conversão em lei de uma medida provisória que tratava de "*programa de incentivo à inovação tecnológica e adensamento da cadeia produtiva de veículos automotores*", foram introduzidas várias propostas de alterações da Lei 10.233/2001, essas ocorridas com a aprovação da Lei 12.996/2014.

## **2. A AÇÃO DIRETA DE INCONSTITUCIONALIDADE**

As alterações da Lei 10.233/2001 efetuadas pela Lei 12.996/2014, esta publicada em 20.6.2014, permitindo que a exploração da "*prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual e internacional de passageiros desvinculados da exploração da infraestrutura*" seja outorgada mediante simples "*autorização*", sem licitação (conforme registros na seção 1.4 deste artigo), não passaram despercebidas por um Procurador da República, que, em 20.9.2014 (três meses após a publicação da citada lei), apresentou, à Procuradoria Geral da República (PGR), representação de inconstitucionalidade.

Na peça acima referida, é apresentada jurisprudência, inclusive do Supremo Tribunal Federal (STF), última instância do Poder Judiciário, quanto à necessidade de prévia licitação para a outorga de serviços públicos, inclusive os de transporte, sendo destacada a utilização do advérbio "*sempre*" no art.175 da CF, o que não dá "*margem a interpretação diversa*". Foi solicitado, ainda, que ocorresse medida liminar suspensiva da alteração legislativa comentada, destacando que a não realização de licitação, "*além de permitir a monopolização privada do serviço de transporte interestadual de*

*passageiros, põe em risco a execução de diversos julgados nos quais foi determinada a realização de licitação, após décadas de burla do certame" licitatório prévio a outorgas efetuadas após a CF de 1988, ressaltando, por derradeiro, que "a necessidade de segurança jurídica impõe a solução urgente da questão".*

Contudo, somente em 17.6.2016 (quase dois anos após a alteração da Lei 10.233/2001), o então Procurador-Geral da República aduziu proposição, ao STF, de ação direta de inconstitucionalidade, com pedido de medida cautelar, contra as alterações em tela. Em decorrência, foi formalizado, no STF, o processo de Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) de número 5.549/DF. A peça assinala:

*-que a redação anterior dos artigos 13 e 14 da Lei 10.233/2001 "exigia que outorga de prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo de passageiros, desvinculadas de exploração de infraestrutura, fosse concedida mediante permissão; submetia-se, em consequência, a prévia licitação";*

*-que os citados artigos foram alterados pela Lei 12.996/2014, "de modo que a prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual e internacional de passageiros, desvinculadas de exploração de infraestrutura, passou a ser outorgada por meio de simples autorização, ou seja, sem necessidade de procedimento licitatório prévio";*

*-consoante o art.175 da CF, que "cabe ao poder público prestar serviços públicos, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, mediante licitação e na forma da lei. Consagrou o dispositivo constitucional a imprescindibilidade de prévio procedimento licitatório para delegação, por concessão ou permissão, de serviços públicos a particulares";*

*-o entendimento doutrinário, externado pelo reconhecido doutrinador José dos Santos Carvalho Filho (2011), de que a "prestação de serviço público deve sempre ser objeto de concessão ou de permissão, nunca de autorização, porquanto esta consiste em ato administrativo discricionário e precário";*

*-que a "jurisprudência do Supremo Tribunal Federal é pacífica quanto à necessidade de prévia licitação para outorga de serviço de transporte coletivo de passageiros", tendo sido citados alguns julgados.*

Apesar da distribuição inicial ao relator, no STF, ter ocorrido em 21.6.2016, foi determinado, somente em 18.4.2017, que fossem colhidas informações ao Congresso Nacional, tendo, na mesma data, sido concedido vista dos autos à Advocacia Geral da União (AGU). A Advocacia do Senado, representando seu Presidente (este é o Presidente do Congresso), respondeu em 2.6.2017 e a AGU se manifestou em 19.6.2017, peças que estão comentadas nos capítulos 3 e 4 deste artigo. Destarte, os autos foram encaminhados ao relator em 30.6.2017, aguardando relatório e o consequente julgamento, o que não ocorreu até a conclusão deste artigo.

### 3. AS COLOCAÇÕES DA ADVOCACIA DO SENADO FEDERAL

Os advogados do Senado Federal, em peça datada de 2.6.2017, em pertinência à ADI 5.549, entendem que "*a norma impugnada não viola qualquer direito*" e que "*deve ser indeferido o pedido de medida cautelar*" (em especial pelo tempo de vigência da alteração legislativa, ocorrida em 20.6.2014), defendendo a "*constitucionalidade da norma impugnada*" e enfatizando que tais "*modificações legislativas assentam-se na ideia de que há algumas atividades consideradas de relevância social ou de utilidade pública que estariam como a meio caminho entre as atividades enquadráveis no conceito de serviço público (titularidade pública, atuação de particulares por meio de delegação, subordinada à reserva de direito público independente do prestador) e as inerentes à ideia de serviço de exploração econômica sentido estrito (titularidade privada, mas excepcionalmente desempenhada pelo poder público, subordinada à reserva de direito privado, independentemente da natureza jurídica do prestador)*".

Em seguida, foi justificado que a "*previsão de prestação deste serviço, mas em regime privado, através de Autorização, foi mais uma forma de implementar a competição neste mercado, possibilitando a entrada de novos prestadores, que explorarão a atividade com base nos princípios constitucionais da atividade econômica. Assim sendo, compete à União escolher o regime jurídico que melhor deve incidir sobre a provisão dos serviços indicados na Constituição Federal*". Ao final, concluiu-se que diante das "*mudanças econômicas e políticas ocorridas no mundo todo e com intuito de fomentar a exploração econômica de uma atividade, a Autorização usada como instrumento regulatório menos interventivo, vem certa-mente ganhando terreno sobre a concessão, sem contrariar o texto constitucional*".

### 4. OS ARGUMENTOS DA AGU

A AGU, em peça datada de 19.6.2017, em pertinência à ADI 5.549, manifestou-se "*pela improcedência do pedido formulado, devendo ser declarada a constitucionalidade*" dos dispositivos legais atacados, sendo sustentado que "*o uso do instituto da autorização para a outorga de serviços públicos não é inédito no ordenamento jurídico pátrio, possuindo assento constitucional, inclusive no que diz respeito a serviços de transporte interestadual e internacional de passageiros*", a considerar a alínea "e", inciso XII, art.21 da CF, ao admitir as possibilidades da exploração, quando não realizada diretamente, ser "*mediante autorização, concessão ou permissão*", cabendo "*ao legislador infraconstitucional estabelecer a forma de delegação de determinados serviços públicos*".

É enfatizada, na peça citada, a reformulação de entendimento externado por famosa doutrinadora, Maria Sylvia Zanella Di Pietro (2017), ao admitir, ao contrário do que asseverava, que no "*direito brasileiro, a autorização administrativa tem várias*

*acepções", sendo que, na terceira, a "autorização é o ato administrativo unilateral e discricionário pelo qual o Poder Público delega ao particular a exploração de serviço público, a título precário. Trata-se da autorização de serviço público. Esta hipótese está referida, ao lado da concessão e da permissão, como modalidade de delegação de serviço público de competência da União".*

Ainda, são citados, na peça da AGU, um parecer, este comentado no capítulo 5, seguinte e a Nota Técnica nº 338/SUPAS/2014, de 30.5.2014 (expedida pela Superintendência de Serviços de Transportes de Passageiros da ANTT), favorável à *"possibilidade de adoção de modelo de regime de autorização para delegação de serviço público regular de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros desvinculados da exploração da Infraestrutura, ressalvados os serviços semiurbanos"*. Vale destacar algumas colocações da nota (que denomina os serviços de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros de TRIIP):

-o TRIIP, *"ao contrário de outros setores da economia, e mesmo de outros segmentos do setor de transportes, como infraestrutura ferroviária, não pode ser considerado um monopólio natural, já que não existem custos muito altos e sunkcosts (custos irre recuperáveis, na hipótese de a empresa se retirar do mercado) que dificultariam ou impediriam a entrada de novas empresas"*;

-no TRIIP, *"a restrição à entrada de novos operadores é, sobretudo, de natureza legal"*.

## **5. PARECER Nº 176/2014/CONJUR-MT/CGU/AGU**

A Coordenadoria-Geral de Assuntos Jurídicos de Transportes da AGU, em peça datada de 9.6.2014, sob provocação do Ministério dos Transportes (para análise de projeto de lei de conversão da MP 638/2014, que culminou com a Lei 12.996/2014 alterando a Lei 10.233/2001), aduziu um *"panorama"* da regulamentação do serviço de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros, trazendo os decretos regulamentadores expedidos sob comando das constituições de 1946, de 1967 e de 1988 (o que neste artigo não se aborda), inclusive as várias resoluções expedidas pela ANTT com intuito de prorrogar prazos para atos precários existentes, em decorrência de não conseguir realizar e/ou concluir licitações. É ressaltado que *"o Poder Público está, há bom tempo, trabalhando em busca da regularização dos serviços"* e que desde *"2008, as transportadoras operam por meio de autorizações especiais, fórmula jurídica precária e provisória, que não se coaduna com o regime legal atualmente vigente, imposto"* pela Lei 10.233/2001.

Apesar de aduzir entendimentos doutrinários favoráveis e contrários à possibilidade de prestação de serviços públicos por autorização, face possível conflito entre preceitos presentes na CF, o parecer aponta que *"há sólidos fundamentos jurídicos que sustentam o manuseio do instituto da autorização como forma de outorga de prestação de serviços públicos"*, concluindo *"pela ausência de óbice jurídico na*

*sanção" das alterações propostas, "devendo a matéria ser submetida às instâncias superiores, a quem compete legitimamente decidir sob o ponto de vista político".*

Além da já citada Nota Técnica 338/SUPAS/2014 (ver capítulo 4 deste artigo), o parecer se refere à Nota Informativa 122/2014/DECON/SFAT/MIT, de lavra da Secretaria de Fomento para Ações de Transportes do Ministério dos Transportes, também de 30.5.2014, que defende que *"deve prosperar o texto que altera o regime de exploração do TRIIP, exceto no transporte semiurbano, que possui características específicas que justificam a manutenção da outorga via permissões"*, antes, destacando que:

- os "dados comparativos mostram que o transporte rodoviário de passageiros, anteriormente na prática a única alternativa que dispunha a população para o deslocamento no território nacional, hoje sofre com a concorrência direta do transporte aéreo – que traz vantagens de comodidade incomparáveis";*
- " Tal concorrência mostra cabalmente que o transporte rodoviário deixa de ter o papel de essencialidade antes inequívoco, para passar a ter um papel complementar na rede de transportes de passageiros nacional";*
- " quase todo o sistema já está operando por meio de autorizações, embora em caráter excepcional".*

## **6. AS EXIGÊNCIAS ATUAIS, PELA ANTT, PARA AUTORIZAÇÃO SEM LICITAÇÃO**

A regulamentação específica exigida na alínea "j", inciso III, artigo 14 da Lei 10.233/2001, ocorreu mediante expedição, pela ANTT, da Resolução 4.770, de 25.6.2015, que *"Dispõe sobre a regulamentação da prestação do serviço regular de transporte rodoviário coletivo interestadual e internacional de passageiros, sob o regime de autorização"*, sem exigência de licitação.

A Resolução 4.770/2015 define que:

- " Autorização" é a "delegação da prestação do serviço regular de transporte rodoviário coletivo interestadual e internacional de passageiros, a título precário, sem caráter de exclusividade, exercido em liberdade de preços dos serviços e tarifas, em ambiente de competição, por conta e risco da autorizatária" (art.2º, inciso I);*
- " Transporte rodoviário coletivo de passageiros" é o "serviço de transporte operado com ônibus, que compreende o transporte regular coletivo de passageiros (urbano, intermunicipal, interestadual, internacional), e fretamento, autorizados pelo Poder Público" (art.2º, inciso XXIV);*
- " Termo de Autorização de Serviços Regulares" é "ato da Diretoria da ANTT, vinculado aos requisitos desta Resolução, que terá prazo de vigência indeterminado, com renovação da documentação a cada período de três anos e que torna a transportadora apta a solicitar os mercados e as linhas para a prestação de serviços regulares de transporte rodoviário coletivo interestadual ou internacional de passageiros" (art.2º, inciso XXIII). Não haverá limite para o número de autorizações "salvo no caso de*

*inviabilidade operacional'* (art.4º). Para obtenção do Termo, "a transportadora deverá encaminhar, na forma e prazo estabelecidos, os documentos comprobatórios relativos às regularidades jurídica, financeira, fiscal e trabalhista, bem como à sua qualificação técnico-profissional e técnico-operacional" (caput do art.7º);

- "*Licença Operacional'* é "ato da ANTT, com a relação dos mercados autorizados, e sua(s) respectiva(s) linha(s), que autoriza a transportadora a executar a prestação do serviço regular de transporte rodoviário coletivo interestadual ou internacional de passageiros" (art.2º, inciso VIII). As transportadoras autorizadas poderão requer, para cada serviço, a devida Licença, detalhando (art.25): mercados que pretende atender; relação das linhas pretendidas; frequência da linha; esquema operacional e quadro de horários da linha; frota; relação das garagens, pontos de apoio e pontos de parada; relação dos terminais rodoviários; cadastro dos motoristas; relação das instalações para venda de bilhetes.

Nos casos "em que for constatada *inviabilidade operacional'*, conforme art.41, a "ANTT realizará processo seletivo público entre as transportadoras que encaminharem solicitação" de licença operacional, sendo "considerada *inviabilidade operacional situações que configurem concorrência ruinosa ou restrições de infraestrutura'*" (art.42), o que não se define na norma em comento.

## **7. AS OUTORGAS REALIZADAS PELA ANTT**

Em 2.1.2018, os autores deste artigo efetuaram consulta à ANTT sobre as outorgas realizadas por esta, desde a sua criação (em 2001), tendo havido resposta em 9.1.2018, o que abaixo se resume, sendo encaminhada "*relação de empresas com autorização para a prestação do serviço rodoviário regular interestadual e internacional de passageiros'*" (com 166 transportadoras autorizadas para operarem 29.683 linhas):

- não houve outorga mediante concessão, decorrente de licitação, para exploração de prestação de serviços de transporte associados à exploração da infra-estrutura, em decorrência do inciso I do art.13 da Lei 10.233/2001 (inciso com redação sem alteração desde a publicação da citada lei);

- não houve outorga realizada mediante permissão, decorrente de licitação, para exploração de prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo de passageiros desvinculados da exploração da infra-estrutura, em decorrência da redação do inciso IV do art.13 da Lei 10.233/2001, inciso inserido por meio da Medida Provisória 2.217-3 de 4.9.2001 (inciso alterado pela Lei 12.996/2014);

- não houve outorga realizadas mediante permissão, decorrente de licitação, para exploração de prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual semiurbano de passageiros desvinculados da exploração da infra-estrutura, em decorrência da redação da alínea "a" do inciso IV do artigo 13 da Lei 10.233/2001, alínea inserida por meio da Lei 12.996/2014, a considerar que os



procedimentos licitatórios não foram concluídos, estando os serviços sendo prestados por meio de "*autorização especial*";

-houve várias outorgas mediante autorização, sem licitação, para exploração de prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual e internacional de passageiros desvinculados da exploração da infraestrutura, em decorrência da redação da alínea "e" do inciso IV do artigo 13 da Lei Federal 10.233/2001, alínea inserida por meio da Lei 12.996/2014.

## **8. CONTRADIÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo não tem o objetivo de discutir a constitucionalidade ou não da alteração da Lei 10.233/2001, pela Lei 12.996/2014, permitindo que a exploração da "*prestação regular de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual e internacional de passageiros desvinculados da exploração da infraestrutura*" seja outorgada mediante simples autorização, sem realização de licitação. Em algum momento, mesmo que seja tardio (em decorrência das autorizações já expedidas pela ANTT), caberá ao STF decidir sobre a constitucionalidade ou não, em decorrência da ADI 5.549.

Sem embargo, as contradições se fazem presentes, no âmbito da União, sob regulação da ANTT, tendo-se, por força da Lei 10.233/2001:

-exigência de licitação para concessão de serviços de transporte associados à exploração da infra-estrutura;

-exigência de licitação para permissão de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual semiurbano de passageiros desvinculados da exploração da infraestrutura;

-não exigência de licitação para autorização de serviços de transporte terrestre coletivo interestadual e internacional de passageiros desvinculados da exploração da infraestrutura.

Por sua vez, no âmbito dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, tem-se exigência de licitação para quaisquer outorgas de serviços públicos, tendo a CF, em relação aos Municípios, explicitado, no art.30, que o "*transporte coletivo*" está incluído entre "*os serviços públicos de interesse local*", tendo "*caráter essencial*". E, a considerar que, no Brasil, serviço público é aquele que a lei define como assim sendo, não haveria sentido a CF deixar expresso que o transporte coletivo é serviço público no âmbito do transporte intramunicipal, não o sendo quando for realizado fora do território municipal. Vale lembrar que os entes federativos possuem atribuições distintas, cabendo: -à União, o transporte interestadual e o transporte internacional, tendo-se, ainda, para municípios que se localizam em Estados distintos, mas que se fazem vizinhos, o transporte denominado de "*semiurbano*"; -aos Estados, o transporte entre os seus municípios; -ao Distrito Federal e aos Municípios, o transporte dentro de seus territórios.

Tem-se, em decorrência de conflitos na legislação, um ambiente de insegurança e indefinições regulatórias (e jurídicas, também), tanto nas instituições públicas como nas empresas prestadoras de serviço, ora se exigindo licitações (que não se realizam ou não se concluem), ora não mais se exigindo licitações, expedindo-se atos precários de outorgas, que podem ser suspensos ou anulados em qualquer momento, o que pode prejudicar a prestação dos serviços, em prejuízo dos usuários. Ademais, a alteração da Lei 10.233/2001 pela Lei 12.996/2014 não foi precedida de discussão com os diversos atores interessados.

# FINANCIAMIENTO DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS DE ROSARIO

**Miatello, Osvaldo Oscar,**

Concejal (2015-2019), miembro de la Comisión de Servicios Públicos. Concejo Municipal de la Ciudad de Rosario, Provincia de Santa Fe, República Argentina.

dromiatello@hotmail.com.

## RESUMEN

Se analiza, desde un marco conceptual las políticas de financiamiento de la movilidad existentes y las dificultades estructurales que se presentan para el sostenimiento de las mismas en la ciudad de Rosario. Para ello evaluaremos la asignación presupuestaria que los distintos niveles estatales afectan al sostenimiento del sistema. Dichos recursos son de dos tipos: aquellos destinados a subsidiar la oferta y los dirigidos a subsidiar la demanda. Los primeros son aportes realizados por parte de los gobiernos nacional, provincial y municipal al Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros, con el fin de mantener el servicio en funcionamiento y evitar incrementos desmedidos en la tarifa; los segundos están dirigidos a posibilitar la movilidad de los sectores más vulnerables –tarifa plana y los distintos tipos de franquicias–. El costo de funcionamiento del sistema ha sufrido incrementos sostenidos durante los últimos años. La Argentina sufre un proceso inflacionario que golpea fuertemente el bolsillo de los usuarios, dificultado el acceso a un servicio indispensable como es el Transporte Urbano de Pasajeros. La respuesta estatal en sus distintos niveles ha sido acompañar con subsidios el incremento de los costos con el fin de evitar volcar la totalidad de los aumentos sobre la tarifa. En ese marco, el Concejo Municipal de Rosario ha adoptado estrategias que permitieron mitigar el impacto de los incrementos y otorgarle al sistema la previsibilidad que necesita para avanzar hacia un transporte urbano económicamente sustentable, eficiente y confortable para el usuario.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las políticas públicas destinadas al transporte y a la movilidad urbana constituyen importantes desafíos para los gobiernos de las grandes urbes. Dichos retos han motivado, en la ciudad de Rosario, la creación de un Ente de la Movilidad, organismo desde el cual se planifican y promueven mejoras en el Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros (STUP), alternativas de movilidad no motorizada y espacios de recreación diversos cuyos resultados implican beneficios en numerosos ámbitos del desarrollo urbano. Estas iniciativas tienen como horizonte constituir espacios saludables, accesibles y sostenibles que integren a los ciudadanos y a sus actividades cotidianas con el territorio de la ciudad.

En ese marco, analizaremos, desde un punto de vista normativo, la asignación presupuestaria que los distintos niveles estatales realizan al sistema para articular y superar obstáculos dentro y fuera del mismo; es decir, debilidades y amenazas. Entre éstas últimas, la más significativa es la inflación, que provoca costos crecientes y serias dificultades para sostener el servicio.

Es por ello que profundizaremos en alternativas de financiamiento, donde subsidios y tarifa son las dos variables principales. La correlación de las mismas ha cambiado con el paso de los años; hasta el 2015 los subsidios a la oferta –nacionales y locales– fueron incrementados notoriamente, el papel del gobierno nacional fue central en ése sentido. A partir del 2016, con el recorte en los subsidios, la tarifa necesitó recomponerse para mantener la viabilidad del sistema, situación que fue posible por la sanción de la Ordenanza N° 9.413 que estableció la actualización automática de la tarifa con un límite máximo en la variación salarial.

Los subsidios computados en el Estudio de Costo elaborado por el Ente de la Movilidad pasaron de cubrir el 26% del costo tarifario total por pasajero en Marzo de 2007, al 47,43% en Junio de 2014. Esta tendencia se comienza a revertir de manera paulatina, para el mes de Febrero del año 2018, el porcentaje se redujo al 44.84%.

La inversión pública en el desarrollo del STUP suele ser un paliativo para evitar contratiempos en la prestación del servicio, debemos apuntar a mejorar las comodidades para los usuarios incrementando la frecuencia y velocidad del sistema. Una política orientada en ese sentido tendría implicancias altamente positivas, tanto en el costo fiscal del sostenimiento del sistema, como en la calidad del mismo.

Entendiendo, entonces que un Transporte Público de calidad es condición sine qua non para avanzar en el sentido que el Plan Integral de Movilidad pretende, el financiamiento de los costos operativos y la mejora del servicio son cuestiones nodales.

Como toda política pública, la movilidad sustentable necesita de recursos genuinos. La tarifa y la estructura de subsidios actual permite mantener el sistema funcionando tal y como está; sin embargo, la posibilidad de avanzar hacia una mejora sustancial en el servicio se basa, entre otras cosas, en la incorporación de nuevos fondos. Es por ello que a lo largo del presente trabajo haremos hincapié en alternativas de financiamiento relacionadas con los objetivos del Plan Integral de Movilidad.

## **2. COSTO DEL SISTEMA Y TARIFA.**

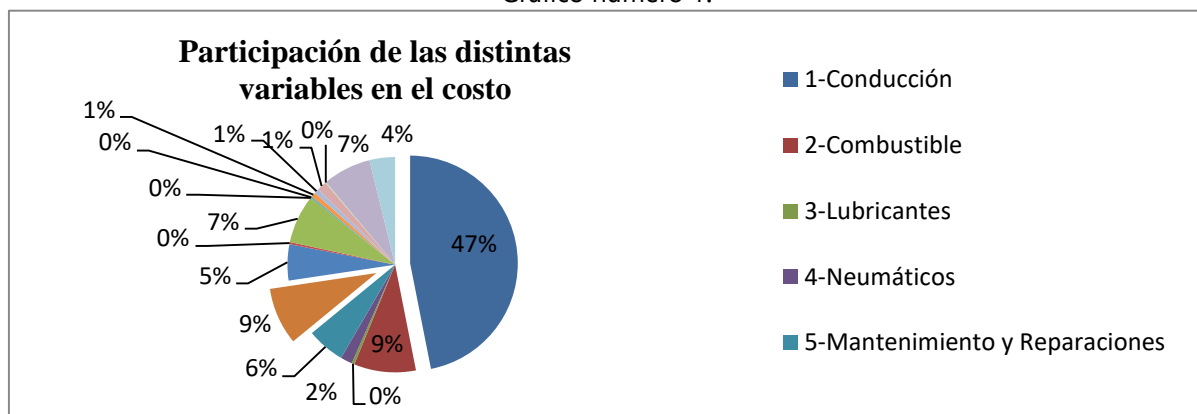
Los costos del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros conforman la variable independiente a la hora de analizar su situación económica financiera. Para ello, el Ente de Movilidad realiza bimestralmente un Estudio de Costos, habilitado por la Ordenanza N° 7802 del Concejo Municipal de Rosario. Las variables que lo componen son: personal, material rodante con mantenimiento, impuestos y derechos, kilómetros recorridos, subsidios y compensaciones y pasajeros equivalentes transportados. Entre las mismas encontramos distintos niveles de relevancia, siendo preponderante la influencia del gasto en personal de conducción para el cálculo final, con una participación mayor al 50%. Sin embargo, más allá del Costo Total por Kilómetro, el

cálculo tarifario queda determinado por la relación entre la cantidad de kilómetros recorridos y el número de pasajeros equivalentes transportados.

## 2.1 Composición del Costo y relevancia de las variables.

Entre las distintas variables que componen el costo total por kilómetro, el ítem personal es el de mayor relevancia por la recomposición del salario de los últimos años que creció casi un 10% en términos relativos, pasó del 50,56% del Costo total por kilómetro en 2007, al 56% (47% Conducción, Personal Administrativo y de Playa y ART 9%) en 2018. En el gráfico número 1 se observa la composición del Costo en febrero del 2018.

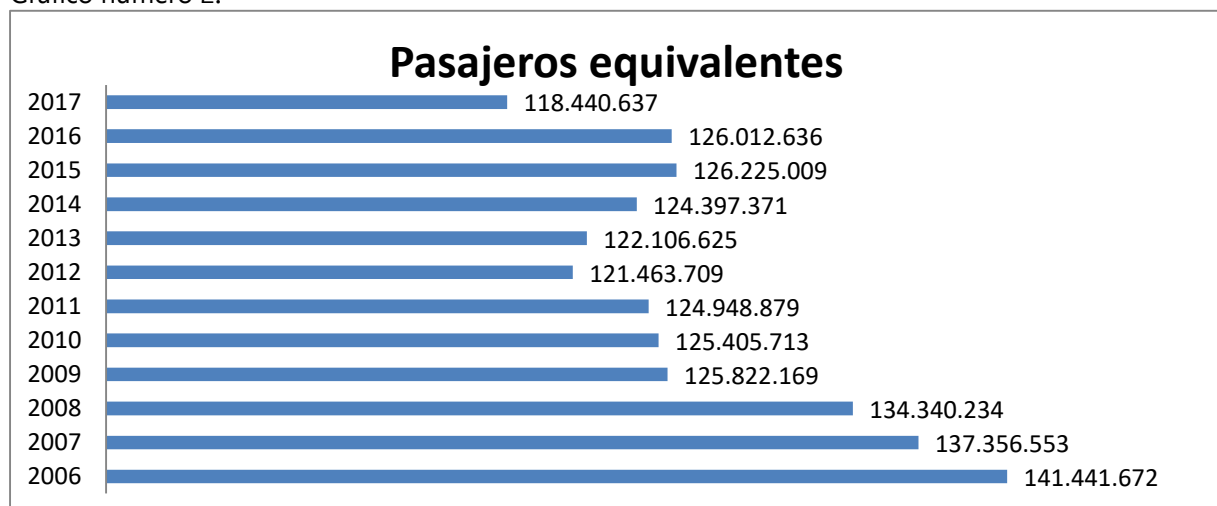
Gráfico número 1.



## 2.2 Kilómetros recorridos y pasajeros transportados.

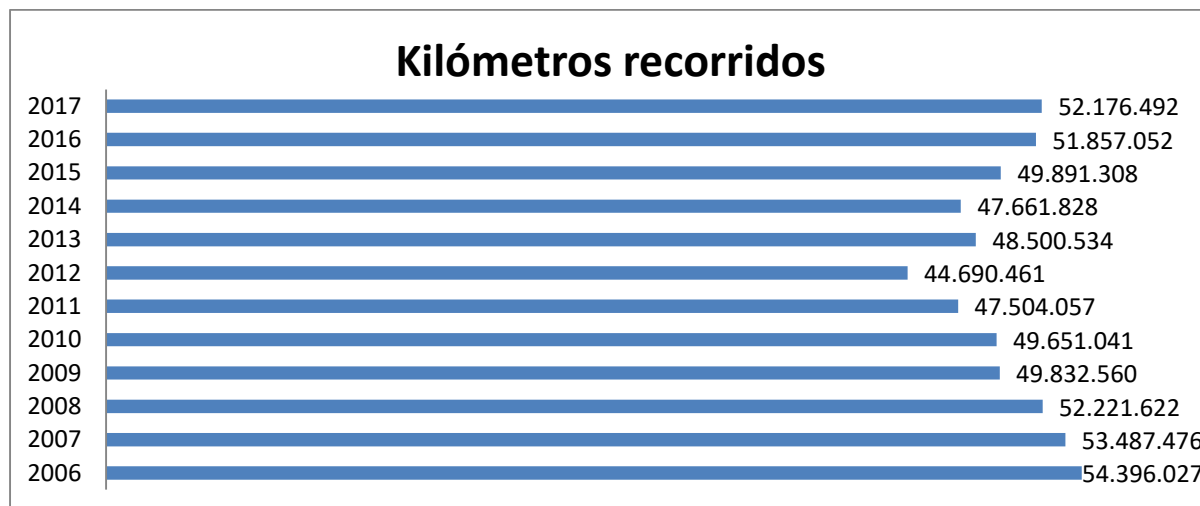
Si analizamos el desempeño del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros de Rosario entre los años 2000 y 2017, podemos observar que durante el año 2006 se llegó a un pico de demanda, a partir de ese momento la caída fue sostenida. Los pasajeros equivalentes pasaron de 141,4 millones en 2006 a 118,6 millones en 2017 (gráfico número 2).

Gráfico número 2.



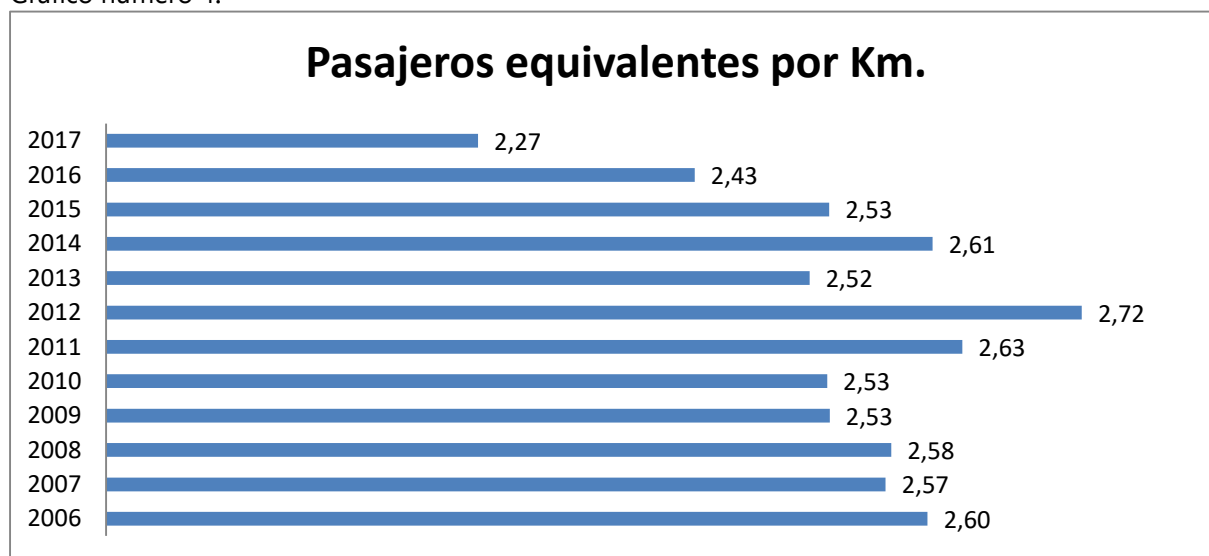
Al observar la evolución de los kilómetros recorridos en el período anteriormente citado (gráfico número 4), encontramos una sostenida caída hasta el año 2012, pasando de 54,39 millones en el año 2006 a 44,26 millones en el 2012, a partir de allí se da una recuperación de los mismos, alcanzando los 52,1 millones en el año 2017.

Gráfico número 3.



Pero, ¿qué significan estas variaciones en los kilómetros recorridos? El costo por pasajero del sistema es altamente sensible a dos variables, la cantidad de pasajeros transportados que abonan su tarifa y los kilómetros recorridos. Es ésta la justificación del por qué a pesar del descenso de pasajeros, la ecuación pasajeros equivalentes por kilómetro ha mejorado sustancialmente en el período 2006 - 2012. Mientras que los pasajeros equivalentes descendieron más de un 14%, los kilómetros recorridos hicieron lo propio en un 18,6%, mejorando la eficiencia del sistema en un 5,38%. Situación que se modifica con el incremento sostenido de los kilómetros recorridos, la tendencia se confirma y profundiza, generando hasta el año 2016 un incremento en los pasajeros computables, para luego caer durante el 2017. Ésta variación implica una desmejora en la eficiencia del sistema 9,56% (Gráfico número 5).

Gráfico número 4.



El comportamiento de las variables en el período analizado ha empeorado la ecuación económica financiera del sistema.

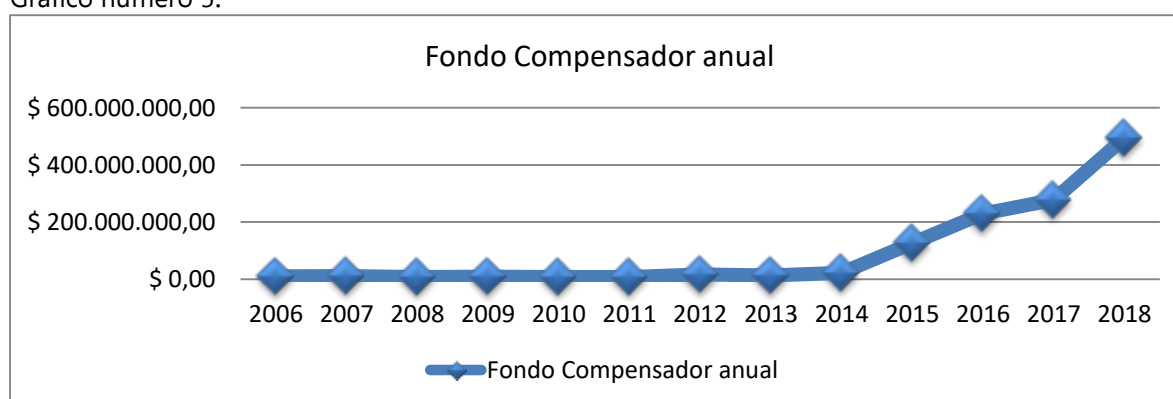
## 2. SUBSIDIOS.

### 3.1 “Locales. Fondo compensador y subsidios directos”

El municipio de la ciudad de Rosario cumple un papel fundamental en el financiamiento del Transporte Urbano de Pasajeros pero su política de asignación de recursos ha variado en los últimos años de acuerdo a las fluctuaciones de la economía nacional. En ese marco se destacan dos herramientas de características muy diferentes:

#### Fondo Compensador del Transporte:

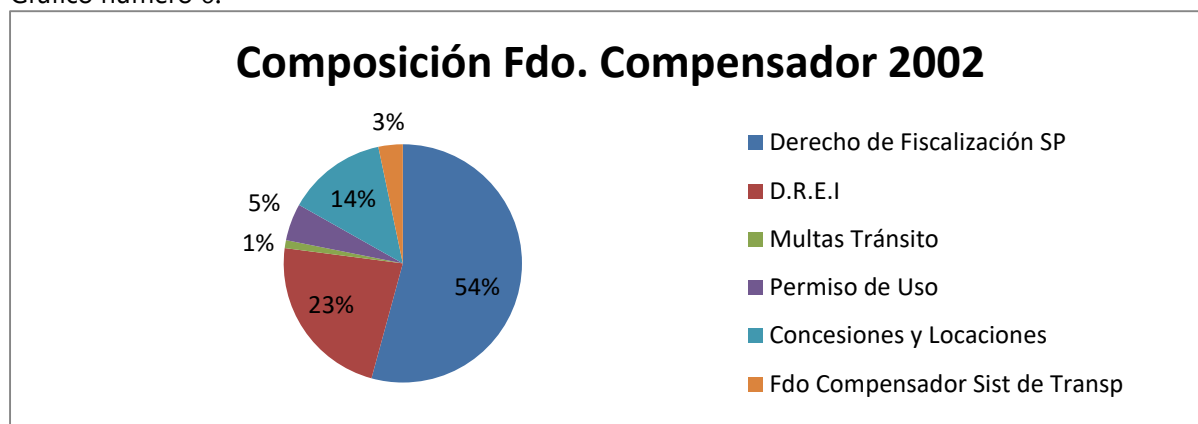
Gráfico número 5.



La Ordenanza N° 7099 del año 2000, crea el Fondo Compensador del Transporte por un periodo de transición y de recuperación del Transporte, el cual estaba compuesto por la diferencia entre la tarifa vigente y la tarifa ocasional distribuida entre las

empresas en forma proporcional según el indicador de productividad: Kilómetros Recorridos / relación pasajero – kilómetro.

Gráfico número 6.



Con posterioridad a la citada ordenanza se dictan sucesivas normativas que tienden a incrementar los recursos destinados al fondo, entre los que se destaca una porción del Derecho de Registro e Inspección y el Derecho de fiscalización del transporte.

En 2004 es sancionada la Ordenanza N° 7803 que crea el Fondo de Garantía del Transporte con el fin de garantizar las deudas de las empresas del sistema con el Banco Municipal y los préstamos futuros que tengan como destino el pago de sueldos y jornales, así como también la adquisición de nuevas unidades de colectivos. Se constituye con el aporte del 10% de los recursos mensuales del Fondo Compensador del Sistema de Transporte.

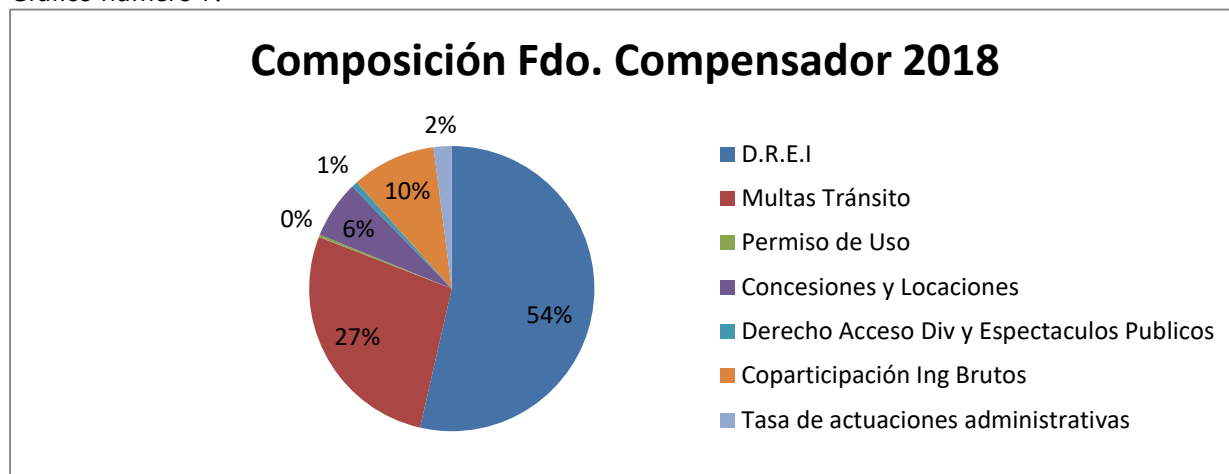
En el año 2005, el Concejo Municipal sanciona la Ordenanza N°7945, cuyo punto central es la autorización al Departamento Ejecutivo Municipal a desafectar recursos destinados al Fondo Compensador del Transporte.

En el año 2010 se produce un gran incremento de los recursos destinados al Fondo Compensador con los recursos provenientes del Derecho de Acceso a Diversiones y Espectáculos Públicos y de la concesión del estacionamiento medido a través de la Ordenanza N° 8499.

En Febrero del 2014 el Concejo Municipal modificó nuevamente la composición del Fondo Compensador, incrementando ciertas alícuotas que aumentaron sus recursos en un 177%, pasando de financiar el 3.96% del Costo Tarifario Total por Pasajero en Febrero del 2014 al 11% en Febrero del 2018. Asimismo, fue derogada la prerrogativa del Departamento Ejecutivo Municipal para desafectar fondos del mismo.



Gráfico número 7.

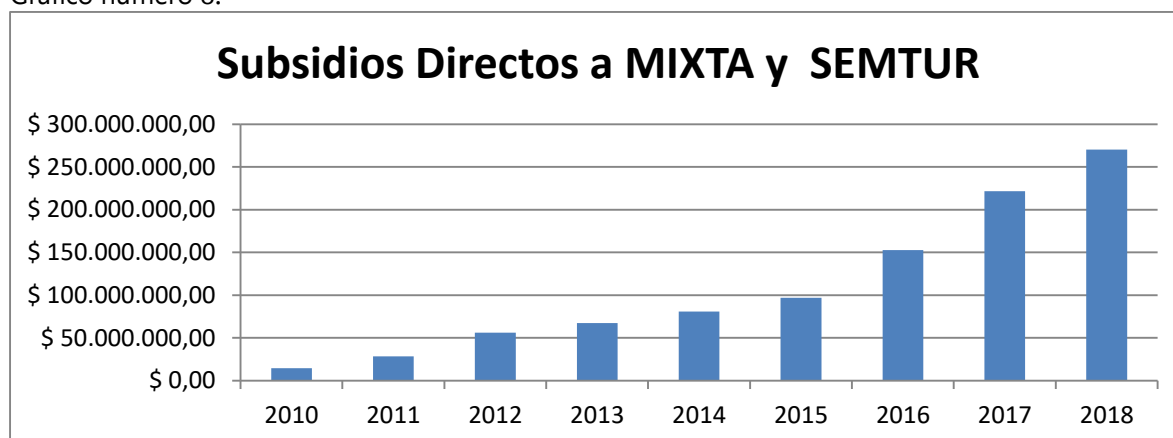


### **Subsidios Directos para el financiamiento de las empresas MIXTA y SEMTUR:**

Los subsidios directos otorgados por el municipio a las empresas SEMTUR y MIXTA, se encuentran por fuera del estudio de costos y por ende no son computados en los cálculos, sin embargo en los sucesivos presupuestos estos recursos fueron incrementados notablemente.

En el gráfico 8 podemos observar la evolución del citado subsidio.

Gráfico número 8.



El papel de éstos recursos destinados de manera exclusiva a financiar a los actores estatales del sistema provocan una distorsión evidente en la estructura de costos, lo que implica un mejor servicio para aquellos que utilizan líneas de las empresas SEMTUR y MIXTA en detrimento de los ciudadanos que se movilizan por medio de Rosario Bus S.A.

### **3.2 “Nacionales. SISTAU, CCP y Precio Diferencial del gasoil”**

#### **SISTAU y CCP:**

En el año 2002 fue creado el Sistema Integrado de Transporte Automotor (SISTAU), cuyos recursos provenían inicialmente de un porcentaje (18,5%) del precio de cada

litro de gasoil que se vendía en la Argentina. En un contexto inflacionario y de tarifas congeladas, lo recaudado en ese concepto se volvió insuficiente; es por ello que se conforma el Régimen de Compensación Complementaria (RCC) para solventar el funcionamiento del servicio de transporte del Área Metropolitana de Buenos Aires. Seis meses más tarde, este beneficio se amplió a las provincias con la creación de la Compensación Complementaria Provincial (CCP) dando, de esta manera, respuestas a los reclamos del interior del país. Ambas compensaciones son solventadas con aportes del Tesoro. En el caso de la ciudad de Rosario, la CCP significa casi el 60% del total de los subsidios nacionales percibidos.

Las empresas prestadoras del servicio de transporte interesadas en acceder a los subsidios nacionales, deben elevar a la autoridad de aplicación en materia de transporte provincial declaraciones juradas sobre los servicios prestados durante el último año. A saber, la recaudación, los kilómetros totales recorridos, el número de unidades afectadas al servicio, los pasajeros totales transportados y el pago de impuestos, entre otros.

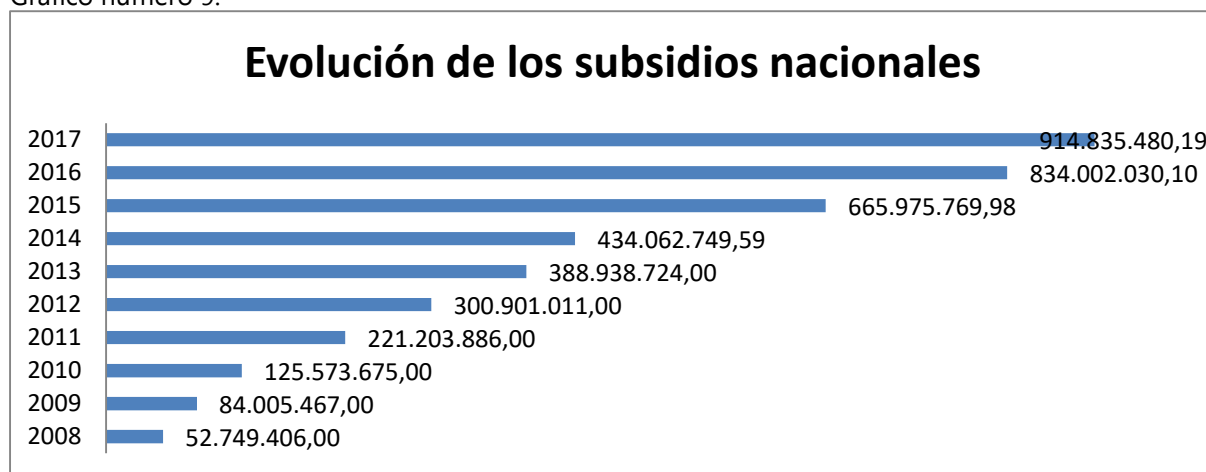
#### **Gasoil:**

El Artículo 2° de la Resolución 23/2003 de la Secretaría de Transporte establece como beneficiarios del precio diferencial del gasoil a las personas físicas o jurídicas que ejecuten servicios de transporte público de pasajeros por automotor, estableciendo ciertos requisitos relacionados con la prestación efectiva del servicio.

El precio diferencial del gasoil a mediados del 2011 se convirtió en un subsidio más, aportando el Estado nacional los fondos necesarios para solventar un precio por litro accesible. Sin embargo a fines del 2012 la modalidad volvió a modificarse para retornar al precio diferencial de gasoil.

En el gráfico número 9 se observa la evolución de los subsidios nacionales (SISTAU, CCP y Gasoil) destinados a financiar el Transporte de la ciudad de Rosario.

Gráfico número 9.



### 3.3 Proporción Subsidio/Tarifa en el financiamiento del sistema.

Podemos concluir que el financiamiento del sistema de transporte urbano de pasajeros de la ciudad de Rosario no escapa a la media nacional con respecto a la dependencia de subsidios en razón de su normal funcionamiento.

La participación de los subsidios se fue incrementando hasta alcanzar cerca del 50% del costo. En la actualidad el pasajero abona una tarifa de \$12,93 y el Estado en sus tres niveles cubre con recursos propios \$11,42 (Estudio de Costo de Febrero 2018) por pasajero computable. En el año 2006, los subsidios cubrían \$0,42 y el usuario abonaba una tarifa de \$0,90.

En el período 2006–2015, los subsidios pasaron de ser algo menos de la mitad de la tarifa vigente a prácticamente equipararse con la misma. Actualmente ésta tendencia parecería comenzar a revertirse, si bien aún no se evidencian grandes cambios, la no cobertura por parte del gobierno nacional de las últimas paritarias pareciera indicar eso.

## 4. ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO

La estructura actual de financiamiento del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros de la ciudad de Rosario muestra una alta dependencia de los subsidios estatales. Entonces, ¿cómo mejorar el funcionamiento sin afectar solamente el bolsillo del usuario?

Sabemos que es importante incrementar los ingresos del STUP, una mejora en ese sentido permitiría avanzar hacia un mayor confort de viaje, reduciendo los tiempos de espera y de traslado. El círculo virtuoso puede iniciarse de dos maneras, un aumento del número de usuarios que optimice las finanzas del sistema y permita llevar adelante las mejoras necesarias, o un aumento de los ingresos mediante un aporte estatal mayor, incorporando confort y reduciendo los tiempos de viaje. Según Anderson

(2011) la elasticidad de la demanda es mayor ante la calidad que ante el precio. El análisis realizado por el autor con respecto a las redes de metro del mundo muestra que una reducción media del 10% en las tarifas genera sólo un 3% más de usuarios. Por otro lado, un aumento del 10% de la capacidad mediante una mejor frecuencia o unidades de mayor porte aumentaría la demanda en un 5%.

#### **4.1. Corto Plazo.**

##### **Actualización de tarifas con tope salarial:**

En Agosto del año 2015 fue sancionada por el Concejo Municipal de Rosario la Ordenanza N° 9.413, que establece: "*Artículo 1°: La tarifa del Transporte Urbano de Pasajeros será actualizada por el D.E.M. de manera automática los meses marzo y septiembre de cada año, respetando lo estipulado en el Estudio de Costos elaborado por el Ente de la Movilidad de Rosario.*". El Artículo 2°, coloca un tope a ése incremento: "*La adecuación tarifaria en ningún caso podrá superar la variación que, para el semestre anterior a los meses citados en el Artículo 1°, establezca el Índice de Salarios elaborado mensualmente por el INDEC*". Asimismo, contempla la posibilidad de que variaciones extraordinarias requieran un análisis pormenorizado de las posibles alternativas, en ese sentido se expresa el Artículo 3° "*Si una vez actualizada la tarifa de acuerdo a los criterios establecidos en los Artículos 1° y 2° de la presente norma, se constata una diferencia superior al 15% entre la tarifa vigente y el Estudio de Costos, el Concejo Municipal deberá tratar el tema en un plazo no mayor a los 30 días del ingreso del mismo por parte del Ente de la Movilidad de Rosario.*"

Ésta Ordenanza permitió otorgarle previsibilidad al financiamiento del sistema en un contexto económico inflacionario crónico, generando las condiciones para la licitación del nuevo sistema de transporte urbano de pasajeros de la ciudad de Rosario.

##### **Mayor Participación Provincial en el sostenimiento del sistema:**

Si la provincia coparticipase el 10% que aún retiene del impuesto a las patentes, la ciudad de Rosario percibiría un monto cercano a los \$120 millones de pesos, lo que en términos de estudio de costo implicaría alrededor de \$1 por pasajero equivalente.

#### **4.2 Mediano y Largo Plazo.**

Existen diversas alternativas que permitirían en el mediano y largo plazo brindarle al sistema sustentabilidad, confort y previsibilidad.

##### **Tasa de transporte urbano de pasajeros:**

Como el transporte urbano de pasajeros es un servicio público esencial, el municipio podría gravar su uso con una tasa.

Considerando entonces que el sistema demanda \$1.838.549.335 anuales para mantenerse –de acuerdo al estudio de costos de Febrero de 2018–; que una familia

tipo (4 personas) gasta en promedio \$2.068,8 –a saber, dos viajes diarios por persona durante los días hábiles a \$12,93–; y que en Rosario existen 411.000 cuentas de TGI, Para financiar el sistema, cada una de ellas debería incrementarse \$372,70 por mes, cubriendo de esta manera la totalidad del costo por pasajero computable -\$15,49-.

En caso de implementarse ésta forma de financiamiento, el ahorro por grupo familiar alcanzaría los \$1.696,1.

### **Otras alternativas:**

- Contribuciones de empresas que posean un gran número de empleados.
- Peajes en horarios pico en los accesos a la ciudad de Rosario.
- Alternativas de negocios que tengan que ver con complementos a la actividad de carga y venta de TSC.
- Publicidad gráfica y sonora, nombre de empresas en paradas de alta concurrencia.

### **REFERENCIAS**

ANDERSON, R. "Metro fares and funding: Lessons learnt from around the world". Septiembre 2011.

MARSILI, Maria Beatriz. "Transporte público con gestión estatal". Noviembre 2011.

Secretaria de Transporte de la Nación Argentina. Subsidios Nacionales.

<http://www.transporte.gov.ar/content/subsidios/>

Ordenanzas Municipales de la ciudad de Rosario.

<http://www.rosario.gov.ar/normativa/visualExterna/normativas.jsp>

Secretaría de Energía. Ministerio de Planificación Federal de la República Argentina.

<http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3269>

Unión Internacional de Transporte Público. "Hacia una mejora en la regulación y el ajuste de las tarifas". Diciembre 2012.

Gráfico 1 Elaboración propia. Estudio de costo de Junio 2018.

Gráfico 2 Elaboración propia. Ente de la Movilidad de Rosario y Minuta 25.866.

Gráfico 3 Elaboración propia. Ente de la Movilidad de Rosario y Minuta 25.866.

Gráfico 4 Elaboración propia. Ente de la Movilidad de Rosario y Minuta 25.866.

Gráfico 5 Elaboración propia. Ente de la Movilidad de Rosario y Minuta 25.866.

Gráfico 6 Elaboración propia. Presupuestos Municipales 2002 – 2018.

Gráfico 7 Elaboración propia. Presupuesto Municipal 2002.

Gráfico 8 Elaboración propia. Presupuesto Municipal 2018.

Gráfico 9 Elaboración propia. Presupuestos Municipales 2010 - 2018.

Gráfico 10 Elaboración propia. Secretaria de Transporte de la Nación Argentina. Subsidios Nacionales. Secretaría de Energía.

Gráfico 11 Elaboración propia. Ente de la Movilidad de Rosario. Estudios de Costo. Noviembre 2006 – Junio 2018.

# **A APROPRIAÇÃO DO CONCEITO DE RISCO DOS CONTRATOS DE PARCERIAS PELOS CONTRATOS DE CONCESSÃO DE SERVIÇO PÚBLICO DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS**

**Cláudia Guerra Oliveira da Costa**

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
claudiacguerra@gmail.com

**Enilson Medeiros dos Santos**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, Brasil  
enilson@interjato.com.br

## **RESUMO**

O presente trabalho se propõe a trazer a reflexão acerca do modelo atual de distribuição e gerenciamento dos riscos nos contratos de concessão de serviço público, regulados pela Lei de Concessões, face à notória inadequação da prestação do serviço público de transporte de passageiros às necessidades dos usuários, em detrimento das condições legais vigentes para o serviço adequado. Apresenta como alternativa uma proposta inédita de apropriação do conceito de risco trazido pela lei das parcerias público privadas para as concessões comuns de serviços públicos no tocante à sua distribuição através de uma matriz de riscos elaborada *ex ante* a abertura de processo licitatório para contratação da concessão. A ideia apresentada traz uma proposta de distribuição dos riscos inerentes à prestação dos serviços de conformidade com a capacidade do agente de alocá-lo e gerenciá-lo de forma eficiente e menos burocratizante.

## **1. INTRODUÇÃO**

A regulamentação do instituto das concessões de serviços públicos no Brasil pela Lei nº 8.987, de 13/02/1995 (Brasil, 1995), em atendimento ao dispositivo constitucional contido no artigo 175, trouxe a lume os regramentos básicos para a contratualização da prestação desses serviços. Não obstante a existência de tal arcabouço jurídico normativo especialmente voltado aos indispensáveis contratos, assim referidos na citada Lei, denota-se na realidade outro cenário não correspondente ao atendimento de tais regramentos pré-estabelecidos no que tange à qualidade e adequação dos serviços públicos prestados.

No que diz respeito às concessões para prestação dos serviços de transportes coletivos de passageiros, serviço público essencial à luz da Constituição Federal, em seu Art. 30, inciso V, a relação contratual que se estabelece entre os atores – Poder concedente, concessionário e usuários – através das cláusulas que lhes são aplicáveis, necessita de premente revisão, para adequar-se à nova realidade das contratações pela administração pública brasileira quanto ao gerenciamento dos riscos a ela inerentes.

É que não se pode desconsiderar a relevância dos riscos da prestação dos serviços públicos objeto dos contratos aos quais se expõem a administração pública e os concessionários; aqueles no que diz respeito ao resguardo do atendimento ao interesse público, estes no que se refere à sua atividade empresarial.

Nesse contexto, há que se analisar o conteúdo da norma expressa no artigo 2º, inciso II da Lei de Concessões, que ao definir o instituto da concessão de serviço público, atribui o risco da prestação do serviço concedido – riscos ordinários - ao concessionário que tenha manifestado o seu interesse no processo licitatório. Contudo, não se pode deixar de considerar que a concessão para a prestação de um serviço público por um ente privado envolve riscos diretamente ligados à atividade econômica, que sendo previsíveis, são assim chamados de ordinários. De outro lado, envolve igualmente os riscos chamados de extraordinários, que se trata de eventos imprevisíveis e às áleas administrativas, regulamentares e gerenciais, de competência da administração pública concedente.

Segundo Jorion (2003), *apud* Fleury (2013), o risco é a volatilidade de resultados inesperados. E nesse sentido, conforme se verá adiante, as partes contratantes não podem ser vistas em relação aos mesmos de forma seccionada, quer quanto à sua consideração quer quanto à responsabilidade pelas consequências que deles decorrem. Daí é que se apresenta como alternativa a ideia de trazer para o contrato de concessão de serviços públicos a apropriação do conceito presente no artigo 5º, inciso III da Lei Federal nº. 11.079, de 30 de dezembro de 2004, Lei das Parcerias Público Privadas (Brasil, 2004) sobre a repartição de riscos entre as partes, inclusive os referentes a caso fortuito, força maior, fato do príncipe e álea econômica extraordinária, que estabelece como diretriz em seu artigo 4º, inciso VI, a repartição objetiva de riscos entre as partes contratantes.

Assim, o presente trabalho apresenta uma reflexão acerca da necessidade de adequação dos contratos de concessão de serviços públicos de transporte coletivo de passageiros ao conceito de risco dos contratos de parcerias público privadas, no que tange à sua distribuição e ao seu gerenciamento. Dispõe-se ainda a apresentar uma proposta relativamente ao momento em que se pode fazer essa apropriação dos riscos a serem enfrentados pelas partes, através da construção de uma matriz de riscos da contratação pretendida e a forma de sua gestão, como ferramenta apta a predispor e orientar as partes contratantes a gerirem preventivamente os eventos que possam impactar sobremaneira na prestação dos serviços e, dessa forma, atuarem de forma eficaz no sentido de os solucionarem de forma eficiente e não burocratizante, visando o alcance das condições definidoras de serviço adequado na forma da lei. Para atingir os objetivos propostos esse trabalho está estruturado em 5 seções. Após essa introdução, a seção 2 mostra o conceito do risco e sua aplicação aos serviços públicos, destacando aspectos inerentes à sua prestação e como esse conceito é interpretado



na doutrina nacional. A partir daí, na seção 3 expõem-se alguns aspectos a considerar na distribuição dos riscos nos contratos de concessão e os impactos da sua não distribuição na relação contratual e os reflexos na qualidade do serviço prestado. A seguir, na seção 4, apresenta-se a gestão de riscos dos contratos e os efeitos decorrentes de sua prevenção com a implementação do conceito de riscos da Lei das Parcerias Público Privadas como ferramenta de gestão dos riscos e efeitos esperados. A seção 5 traz a referência do modelo atual de gestão das concessões comuns com a apropriação do conceito de risco e, por último, as conclusões decorrentes da proposta apresentada.

## **2. RISCO EM CONTRATOS DE CONCESSÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS**

Há riscos em todas as atividades desenvolvidas pelo homem: eles podem se originar de várias fontes, no âmbito econômico ou jurídico, e constituem parte essencial de tais atividades, podendo decorrer de ações praticadas pelo próprio homem ou de fenômenos naturais. Por envolver interesse público e atividade econômica em uma mesma relação, o contrato de concessão traz em si uma complexidade inerente que o distingue dos demais contratos administrativos e o caracteriza na medida em que deve ser firmado entre as partes de modo que atenda a esses interesses de forma equilibrada. Há que se considerar que há riscos não apenas para as partes contratantes, mas também para os usuários do serviço público, que vão desde a inadequação do serviço às suas necessidades que por lei devem ser plenamente atendidas até ao aumento excessivo da tarifa ou mesmo à possibilidade de interrupção de sua prestação, fatos que podem decorrer das mais variadas razões, conforme se verá adiante.

### **2.1. Os riscos inerentes à prestação de serviços públicos**

A Lei de Concessões dispõe em seu Art. 1º que as concessões de serviços públicos e de obras públicas e as permissões de serviços públicos reger-se-ão pelos termos do art. 175 da Constituição Federal, por esta Lei, pelas normas legais pertinentes e pelas cláusulas dos indispensáveis contratos. A seguir, define – artigo 2º, inciso II – o instituto da concessão de serviço público como a delegação de sua prestação, feita pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência, à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para o seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado.

De conformidade com a definição legal acima referida, a relação que se estabelece com a concessão entre o poder público e o ente privado atribui a este a responsabilidade com os riscos decorrentes de sua atividade, afeitos à sua capacidade de gerenciamento, observando aspectos relativos à eficiência e à competência administrativa do empresário. De certo é que lhe é assegurado o direito ao equilíbrio

econômico-financeiro do contrato como decorrência lógica do pacto celebrado com o poder público, entendimento esse pacificado na doutrina e na jurisprudência pátrias. A propósito da manutenção da equação econômico financeira nas concessões, Guimarães (2014) ressalta que a doutrina especializada brasileira sempre se posicionou no sentido da sua proteção de forma irrestrita, quer no tocante a eventos previsíveis (álea ordinária) ou relativamente a eventos imprevisíveis ou previsíveis, mas de consequências incalculáveis (álea extraordinária).

No mesmo sentido, Di Pietro (2005) afirma que tal proteção se dá, em razão do atendimento a princípios basilares dos contratos administrativos, tais como a equidade, a razoabilidade, a continuidade e a indisponibilidade do interesse público. Entretanto, ressalta que o problema reside em saber como se concilia a ideia de equilíbrio econômico-financeiro com a de que a execução do serviço, na concessão, se faz por conta e risco do concessionário, tal como disposto no inciso II do artigo 2º da Lei de Concessões. E prossegue esclarecendo a respeito que (p. 115):

Na realidade, tem-se que conciliar duas ideias: de um lado, a de que, para o concessionário, a concessão constitui um empreendimento que visa o lucro, mas que envolve determinados riscos; de outro, a de que, para a Administração, o objeto do contrato é um serviço público e, portanto, uma atividade que atende a necessidades da coletividade e, por isso mesmo, não pode parar.

O que nos parece mais adequado, no escopo da ideia que se apresenta nesse trabalho, é que, como assevera Guimarães (2014, p. 328), nem a Constituição Federal nem a Lei Geral de Licitações inibiram a possibilidade do contrato administrativo (inclusive, o de concessão) dispor sobre riscos extraordinários. E esclarece no sentido de que:

Não se extrai da Constituição o alcance mais abrangente do princípio da intangibilidade da equação econômico-financeira, a ponto de eliminar o espaço de auto regulação das partes quanto a uma distribuição de riscos (ordinários e extraordinários). Do enunciado no inciso XXI do art. 37 da Constituição tira-se apenas uma regra que impõe, nas contratações administrativas em geral, a manutenção das "condições efetivas da proposta". Tal não restringe, nesse particular, o espaço pré-contratual, no sentido de inibir juridicamente a possibilidade de as partes pactuarem uma distribuição de riscos, dispondo sobre uma divisão de responsabilidades acerca de contingências relacionadas à execução do contrato. A regra constitucional apenas assegura a intangibilidade das condições fixadas na proposta, protegendo o pacto de intervenções administrativas autoritárias na esfera das cláusulas econômicas do contrato. Não impõe, porém, qualquer restrição à livre disposição pelas partes quanto à partilha de responsabilidades sobre riscos (que importe na alocação de riscos ordinários e extraordinários entre as partes).

E prossegue o citado professor,

Poder-se-ia sustentar que a redução ou eliminação da responsabilidade do concessionário pelos riscos extraordinários (transferidos então, à responsabilidade administrativa pela proteção do equilíbrio contratual) acarretaria a redução dos custos de transação, alcançando-se com isso, uma tarifa mais econômica aos usuários dos serviços públicos. O raciocínio deriva da presunção de que a configuração econômico-jurídica que absorve na tutela administrativa a responsabilidade quantos aos eventos extraordinários verificáveis na sede da execução de contratos administrativos pode revelar certas vantagens aferíveis *ex ante* aponta-se que a desconsideração dos riscos de eventos imprevisíveis aptos à ampliação dos custos de operação do contrato pelos ofertantes ao tempo do processo de seleção do contratante (licitação) evita a precificação dessa insegurança, favorecendo preços mais econômicos (e vantajosos) à Administração.

A propósito, pontua Di Pietro (2005) que a álea ordinária ou empresarial, que está presente em qualquer tipo de negócio, é um risco que todo empresário corre, como resultado da própria flutuação do mercado, sendo previsível, por ela responder o concessionário. Para ilustrar, valemo-nos do exemplo citado por Guimarães (2014), segundo o qual, as concessões, por envolverem prazos mais alongados e riscos ordinários mais ampliados que os contratos regidos pela Lei nº 8.666/93, recebem um tratamento jurídico peculiar ao equilíbrio econômico-financeiro. Pode-se dizer que as concessões funcionam sob uma perspectiva empresarial, diferentemente dos demais contratos administrativos, que se prestam à simples terceirização de serviços e atividades. Nesse sentido, é que não se pode afastar na relação contratual estabelecida na concessão de serviço público, o forte interesse econômico prevalecente sob o ponto de vista do concessionário, ao lado, evidentemente do interesse público, este, prevalecente sob o ponto de vista do poder público concedente os quais, se não equilibrados, não produzirão efeitos positivos em suas finalidades de atendimento pleno aos usuários, conforme dita a Lei de Concessões, no que concerne à prestação de um serviço público adequado.

Dessa forma é que se questiona a eficácia do disposto no artigo 2º., inciso II do antes referido diploma legal ao estabelecer na definição de concessão de serviço público que a delegação do serviço público será feita ao particular que demonstre capacidade para o seu desempenho, por sua conta e risco. Em algum ponto haverá de deixar a desejar as nocivas consequências para a prestação do serviço público, uma vez que segundo Guimarães (2014), a alocação de riscos é um dos expedientes mais relevantes para a calibragem da eficiência na contratação administrativa – especialmente para contratos de longo prazo, como são as concessões. Tal entendimento ressalta a sua importância na medida em que o que se vê na prática relativamente à prestação de serviço público de transporte de passageiros reflete a falta de um planejamento eficiente de alocação de riscos inerentes a tal serviço, não previstos e alocados de forma coerente quando da contratação, e que repercute na ineficiência e inadequação da prestação do serviço concedido.

Essa formatação da contratação não atende nem ao interesse público por lhe faltar eficiência na prestação, nem ao interesse privado, pela necessidade do gerenciamento e administração dos acontecimentos decorrentes dos riscos mal distribuídos, fulminando o contrato de desequilíbrio econômico pela falta de cobertura dos custos da prestação pela tarifa paga pelo usuário. A consequência disso é a realidade de um serviço público de transporte coletivo caro e inadequado, pelo que se propõe um modelo em que seja revista essa repartição dos riscos inerentes ao serviço já na concepção da contratação pretendida e no planejamento do certame licitatório e assim se possa dotar a contratação de um serviço regular, contínuo, eficiente, seguro e com preço justo, condições estas impostas pela Lei de Concessões.

### **3. DISTRIBUIÇÃO DOS RISCOS NAS CONCESSÕES DE SERVIÇOS PÚBLICOS**

Justen Filho (2003. p. 1999), ao comentar sobre a licitação para outorga da concessão destaca para o que chama da “relação entre autonomia e risco”, colocando-a como “uma questão essencial” e “uma relação indissociável”, sob o seguinte argumento:

[...] a concessão somente se caracterizará como empreendimento por conta e risco do particular na medida em que lhe seja reconhecida autonomia para as opções empresariais a adotar. Sempre que o Estado assumir o planejamento e impuser as soluções científicas, técnicas, econômicas – reduzir-se-á a responsabilidade do particular. Ele assume os riscos atinentes às escolhas realizadas ou à álea ordinária derivada da concepção consagrada pelo Estado. Assim, a ampliação da autonomia do particular – o que não significa ausência de fiscalização estatal sobre as decisões do concessionário – é pressuposto inafastável da ampliação correspondente aos riscos não assumidos pelo Estado. Isso tem de traduzir-se numa configuração finalística da concessão, com parâmetros mínimos de desempenho. É indispensável remeter ao particular as escolhas sobre as soluções empresariais, que serão indiferentes ao Estado se preenchidas as exigências mínimas atinentes à qualidade do serviço.

Os riscos inerentes e decorrentes de uma relação contratual que envolva a prestação de um serviço público por um particular, merecem especial atenção, haja vista as consequências advindas de sua distribuição entre as partes. Como visto anteriormente, a forma de sua distribuição no contrato de concessão comum, na forma preconizada pelo inciso II do artigo 2º da Lei de Concessões, como inerente apenas ao concessionário, encontra na Lei nº 11.079, de 30.12.2004 – Lei das Parcerias Público Privadas – PPPs, outra abordagem, a de repartição entre as partes contratantes, que, se apropriada pela concessão comum, torna a relação contratual mais equilibrada sob o ponto de vista econômico financeiro com repercussão em outros aspectos conforme se verá adiante.

É o que se pode extrair da análise do disposto no artigo 5º, inciso III da Lei das Parcerias Público Privadas, segundo o qual às cláusulas essenciais dos contratos de concessão, previstas no artigo 23 da Lei de Concessões, nos contratos de Parcerias Público Privadas devem ser acrescentadas, entre outras, a repartição dos riscos entre as partes, inclusive os referentes a caso fortuito, força maior, fato do príncipe e álea econômica extraordinária.

Convém destacar um aspecto que se apresenta extremamente relevante na distribuição dos riscos nos contratos de concessão de serviços públicos a partir da apropriação do conceito da Lei das PPPs, que é o momento onde será definida essa distribuição, na medida em que repercutirá de forma determinante na qualidade da contratação da concessão do serviço público a ser prestado.

A identificação dos riscos inerentes à prestação do serviço público a ser delegado ao particular mediante concessão deve preceder à contratação e subsidiar a modelagem do procedimento licitatório para a escolha do concessionário, que se processa na fase interna da licitação. A esse respeito, Justen Filho (2003), espousa o entendimento segundo o qual,

a etapa interna da licitação sempre apresenta relevância jurídica significativa. No caso da concessão, essa importância é ainda maior. A concepção da outorga e a fixação das regras pertinentes ao certame dependerão do desenvolvimento satisfatório dessa fase interna. Ao longo dela, deverão ser observadas as cautelas acima apontadas, relacionadas com o levantamento das informações técnico-científicas e empíricas atinentes à atividade objeto da concessão, com as necessidades públicas a serem atendidas, as conveniências sociais a serem reservadas e assim por diante.

E prossegue argumentando que isso significa o dever de a Administração buscar todas as informações disponíveis e formular todas as previsões sobre as eventualidades intercorrentes (Justen Filho, 2003, p.203). Há que se destacar nesse contexto, pela pertinência e suporte que dará à proposta deste trabalho, a natureza associativa da concessão. Nesse sentido, diz o citado autor:

Não se pode configurar a outorga a partir da concepção de que o sucesso ou insucesso do empresário privado é questão impertinente ao interesse coletivo. Assim não o é, eis que o insucesso do concessionário acarretará problemas infundáveis para o Estado. Em termos coerentes, o sucesso de uma concessão é altamente vantajoso, não apenas para o concessionário mas para todos os demais polos de interesse. Existirão benefícios diretos relacionados com a boa prestação dos serviços e com a possibilidade de redução de tarifas. O êxito do concessionário traduzir-se-á na ampliação do número de empregos, pagamento de tributos, aperfeiçoamento tecnológico e ampliação da atividade econômica em seu todo.

Traduzindo esse entendimento face ao cenário atual das concessões de serviços públicos de transporte de passageiros denota-se uma disparidade flagrante entre o que se pode depreender do modelo de concessão adotado e a natureza associativa

do instituto da concessão. Ao atribuir o risco do contrato integralmente ao concessionário conforme dispõe a Lei de Concessões, resta atingida a essência da atividade empresarial, na medida em que a concessão nada mais é do que o empreendimento econômico de longo prazo, cuja outorga deve por prudência e precaução incorporar já no planejamento e quando da concepção do procedimento da licitação, a ideia da mutabilidade e adequação, inclusive e principalmente em decorrência de fatores decorrentes de álea extraordinária à contratação, imprevisíveis ou previsíveis mas de consequências incalculáveis.

#### **4.GESTÃO DE RISCOS COM USO DA MATRIZ DE RISCOS DA LEI DAS PPPs**

Considerando a visão tradicional do risco nos contratos de concessão de serviços públicos e a visão do risco nos contratos de parcerias público privadas denota-se, passados quase dez anos entre as edições da respectivas leis, maior preocupação do legislador com a necessidade de tornar o contrato de concessão de serviço público mais sensível à dinâmica do mercado e à adequação da prestação dos serviços, mediante a criação de uma cultura gerencial mais eficiente e que produza resultados mais eficazes. Guimarães (2014), ao tratar da distribuição dos riscos na concessão, diz que:

a alocação de riscos é um dos expedientes mais relevantes para a calibragem da eficiência na contratação administrativa – especialmente para contratos de longo prazo, como são as concessões. A finalidade fundamental da alocação dos riscos é tornar o contrato de concessão mais econômico, definindo e alocando cada um dos riscos identificados à responsabilidade daquela parte que tem melhores condições para o seu gerenciamento.

A prevenção dos riscos no planejamento da contratação protege as partes das adversidades decorrentes da própria dinâmica da prestação do serviço contratado ou de eventos inerentes à atividade, não provocam efeitos que impactem negativamente sobre a contratação ou que venham a inviabilizá-la.

Há muitos anos que o transporte público de passageiros enfrenta crise de ineficiência e inadequação embora continue sendo um serviço essencial, à luz da Constituição Federal. Se for possível chamar-se tal fenômeno de crise, há que se considerar talvez uma forma crônica desse acontecimento. Não é de hoje que superlotam os arquivos das ouvidorias dos órgãos gestores dos transportes e que repercute na mídia toda sorte de reclamações por parte dos usuários, que pouco ou nada têm reflexo na prática. E o que mais se ressalta é que os problemas que causam a ineficiência dos sistemas de transporte e a inadequação dos serviços são por demais conhecidos, têm a mesma origem, atravessam governos e mais governos, integram plataformas de

candidatos eleições a fio, sem, contudo, se ver qualquer mudança significativa sobre os mesmos.

Da precariedade do instrumento jurídico de permissão para a sua contratualização precedida de licitação muito pouco mudou relativamente à qualidade e adequação da sua prestação. A prestação desse serviço público deixa a desejar, longe estando de representar uma forma de opção para a população como ocorre nas grandes cidades e países pelo mundo afora. Entretanto, não adianta apenas identificar os problemas existentes, sem alterar o modelo vigente, aprendendo com as crises constantes e incorporando novos conceitos e novos mecanismos de contratação, para poder efetuar uma mudança real na prestação do serviço público de transporte de passageiros. Assim é que a seguir se apresenta uma proposta de repartição de riscos através de uma matriz de risco para os contratos de concessão de serviços públicos de passageiros, apropriando o conceito e o tratamento jurídico que lhes são atribuídos a Lei no. 11.079, das Parcerias Público Privadas.

## **5. GESTÃO DE CONCESSÕES APROPRIANDO O CONCEITO DE RISCO DA LEI DAS PPPs**

Inicialmente, saliente-se que é da tradição brasileira confeccionar contratos excessivamente vagos em matéria de distribuição de riscos (Guimarães, 2014, p.193). Propõe-se que o momento adequado da distribuição dos riscos inerentes à atividade é o da elaboração do processo de contratação, isto é, *ex ante*, possibilitando dar uma maior eficiência ao contrato. Os riscos da contratualização do transporte de passageiros podem ser projetados sob os aspectos econômicos, sociais e operacionais.

Os riscos de natureza econômica envolvem variáveis relacionadas ao preço do empreendimento, quer de natureza fiscal, quer relativamente aos custos decorrentes da atividade, tais como investimentos, financiamentos, manutenção, custos administrativos com pessoal e estrutura administrativa voltada ao gerenciamento do serviço e podem ser previstos anteriormente à contratação e, portanto, integrar a matriz de riscos. Os riscos de natureza social relacionam-se diretamente ao atendimento às demandas dos usuários relativas à qualidade do serviço, tais como conforto, segurança, higiene, regularidade na prestação do serviço, ensejando a necessidade de um melhor dimensionamento do serviço prestado, previamente considerados e distribuídos. E por fim, os riscos de ordem operacional que envolvem a necessidade de estudos de demanda, no que se refere à sua evolução e redução ao longo do tempo dentro de um contexto de concorrência com os veículos particulares e saturação das vias, que acaba por afastar o usuário do transporte público.

O desafio à elaboração da matriz de riscos, composta por variáveis de natureza operacional, social e econômica, está em atribuir o risco à parte com melhores

condições para gerenciar a sua prevenção, na forma da definição legal correspondente.

A título de exemplificação, uma variável a ser considerada na matriz de riscos, seria a distribuição dos riscos decorrentes da demanda. Nos estudos técnicos prévios ao planejamento do sistema de transporte de passageiros, os dados relativos à demanda são fundamentais para um correto dimensionamento operacional da prestação desse serviço público. Quando a demanda é subestimada ou superestimada, evidentemente causará distorções no custo da operação e, conseqüentemente, desequilíbrio contratual.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A ideia apresentada não se inviabiliza, por exemplo, pelo fato como visto acima de a legislação determinar os riscos que cabem tão somente ao concessionário e que, por isso, não são passíveis de serem partilhados.

Tampouco se pretende com ela transformar um contrato de concessão comum de serviço público em um contrato de parceria público privada, eis que tais institutos possuem características e objetivos próprios. Visa sim, propor uma nova maneira de planejar a contratação da concessão da prestação de um serviço público, uma vez que há décadas se denota que o modelo tradicional não vem surtindo os efeitos desejados no tocante a uma prestação de serviços em condições adequadas e atendendo plenamente às necessidades dos usuários.

O modelo proposto apenas se apropria de um conceito trazido uma década após a edição da lei de concessões pela lei das parcerias público privadas, no que diz respeito à alocação dos riscos do contrato para uma realidade mais consciente e condições de uma prestação de serviço adequado e uma gestão consciente e eficaz por parte de seus atores.

## **6. REFERÊNCIAS**

Brasil (2016). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Código 4 em 1 Saraiva. 12ª Edição. São Paulo: Saraiva.

Brasil (1995) *DOU Lei n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995*. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 2 de junho de 2017.

Brasil (2004). *DOU Lei n. 11.079, de 30 de dezembro de 2004*. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 2 de junho de 2017.

Costa, C. G. O. da (2012) *Licitações nos transportes públicos de passageiros: uma abordagem baseada na mediação entre atores*. Editora Fórum, Belo Horizonte, MG.



Di Pietro, M. S. Z. (2005) *Parcerias na Administração Pública*. 5ª. Edição. Editora Atlas, São Paulo, SP.

Fleury, A. R. C. A. L. (2013) *O risco nos contratos de concessão de serviços públicos*. Artigo. Disponível em <<http://www.jurisway.org.br>>.

Guimarães, F. V. (2014) *Concessão de serviço público*. 2ª. Edição. Saraiva, São Paulo, SP.

Justen Filho, M. (2003) *Teoria Geral das Concessões de Serviço Público*. Dialética. São Paulo.

# PROPOSIÇÃO DE CRIAÇÃO DE UM CONSÓRCIO PÚBLICO INTERFEDERATIVO DE MOBILIDADE URBANA NA RIDE PETROLINA (PE) E JUAZEIRO (BA).

**Júlio Cezar Costa Ramos**

Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, Recife, Pernambuco, Brasil.  
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Petrolina, Pernambuco, Brasil.  
juliooccr@gmail.com

**Francisco Ricardo Duarte**

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Petrolina, Pernambuco, Brasil.  
francisco.duarte@univasf.edu.br

## RESUMO

O objetivo principal desse artigo é a propor a criação do Consórcio Público Interfederativo de Mobilidade Urbana - CIMUVASF, na Região Integrada de Desenvolvimento - RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), com competência para celebrar convênios e absorver, por delegação de competências, as atribuições de gestão e fiscalização do transporte público de passageiros em âmbito municipal, intermunicipal e interestadual, inclusive buscando a integração entre os mesmos e gerindo todo o sistema de transportes terrestres nos municípios envolvidos. São ainda objetivos complementares deste artigo: a) apresentar um estudo sobre a importância da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) no desenvolvimento local; b) traçar o panorama atual do transporte público de passageiros na RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA); c) conceituar e caracterizar os Consórcios Públicos; d) apontar os benefícios da criação de um Consórcio Público de Mobilidade Urbana na RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA); e) elencar as ações necessárias para a implementação deste Consórcio Público. Este consórcio público proporcionará a gestão associada do sistema público de transporte de passageiros na região e possibilitará o desenvolvimento do mesmo, de acordo com as necessidades da população dos entes federativos.

## 1. INTRODUÇÃO

O Federalismo brasileiro é organizado de forma *trina*, onde União (1), Estados, Distrito Federal (2) e os Municípios (3), todos autônomos, receberam competências constitucionais para organizar-se administrativa, política e financeiramente em busca dos interesses de sua população. Tal divisão se tornou realidade com o advento da Constituição Federal de 1988, que concedeu aos municípios competência tributária própria, capacidade política e de auto-organização do Estado.

A inserção dos municípios no rol dos entes federativos propiciou a descentralização de tarefas e recursos da União e dos Estados, aumentando a necessidade de capacitação dos gestores e servidores municipais para lidar as novas competências. Vale destacar que a grande maioria dos municípios não estava preparada para assumir tamanha responsabilidade. Outros problemas ocasionados pela "nova" divisão de

competências foram nos casos em se exigia a integração ou gestão associada na execução de tarefas comuns a mais de um ente federativo.

Se a descentralização administrativa representou um avanço no trato dos interesses locais, não podemos deixar de destacar a necessidade de alinhamento entre os entes federativos em busca de interesses comuns. Diversos mecanismos foram introduzidos no ordenamento jurídico brasileiro no pós-Constituição Federal de 1988 a fim de formar redes de cooperação entre os entes federativos e promover a cooperação entre eles. Entre eles, podemos destacar as Regiões Integradas de Desenvolvimento – RIDE's (BRASIL, 2015). Atualmente no Brasil, além da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), temos instituídas por Lei a RIDE do Distrito Federal e Entornos – RIDE-DF e a RIDE Grande Teresina (PI).

O Consócio Público Interfederativo de Mobilidade Urbana da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), proposto a partir desse artigo, também considerado uma rede de cooperação entre entes federativos, seria a entidade capaz de proporcionar a harmonização e integração do sistema público de transporte de passageiros na RIDE, gerindo esse sistema de forma cooperativa e coordenada, em atendimento às antigas demandas dos entes federativos, transportadores e usuários.

A partir da criação do CIMUVASF, a União e os estado de Pernambuco e da Bahia poderão delegar competências para a gestão e a fiscalização do transporte público de passageiros, bem como para a integração com das linhas de transporte intermunicipais e interestaduais às linhas locais.

O artigo está dividido em seis partes, além de *Introdução* e *Considerações Finais*. Na próxima seção *indicaremos as principais características da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA)*. Na terceira seção apresentaremos *o transporte público de passageiros na RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA)*, apontando os seus principais aspectos como: os entes federativos envolvidos, suas competências, os principais problemas enfrentados pelo sistema de transporte e sua caracterização; Na quarta seção traremos uma *revisão de literatura sobre a figura do Consócio Público* focada nos benefícios para os entes federativos envolvidos e na necessidade de alinhamento de ações e cooperação entre eles para a resolução de problemas comuns; A quinta seção trará a *proposição da criação do Consócio Público de Mobilidade Urbana da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) - CIMUVASF*. É a parte principal do estudo, no qual, todo o referencial teórico é contextualizado na estrutura atual do transporte público de passageiros e é apresentada a figura do Consócio Público a solução dos problemas do transporte público de passageiros na região. Na sexta seção indicaremos os passos a serem seguidos para a criação do CIMUVASF.

## **2. A RIDE PETROLINA (PE) E JUAZEIRO (BA)**

A RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) foi instituída pela lei complementar nº 113, de 19 de setembro de 2001, e regulamentada pelo decreto nº 4.366, de 9 de setembro de 2002. Seu objetivo foi articular e harmonizar as ações administrativas da União, dos Estados e dos municípios, para a promoção de projetos que visem à dinamização econômica e provisão de infraestruturas necessárias ao desenvolvimento, em escala regional (BRASIL, 2015).

Com localização estratégica, além de estar presente nos estados da Bahia e Pernambuco, a RIDE serve de interseção entre diversas regiões do país. Ela é composta pelas cidades de Lagoa Grande (PE), Orocó (PE), Petrolina (PE), Santa Maria da Boa Vista (PE), Casa Nova (BA), Curaçá (BA), Juazeiro (BA) e Sobradinho (BA) e sua área total é de 35.436,857 km<sup>2</sup>.

**Figura 1: Localização e mapa da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA).**



Fonte: BRASIL (2015)

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a população da RIDE, no ano de 2010, era de 686.410 habitantes, espalhada pelos seus oito municípios (BRASIL, 2010). População esta, que tem aumentado com o passar dos anos, sendo estimada em 779.351 habitantes pelo próprio IBGE, no ano de 2017.

Algumas características tornam a RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) extremamente importante para o desenvolvimento regional e até nacional, entre elas podemos destacar:

- a) A Região constitui-se hoje em um polo de desenvolvimento tecnológico da fruticultura irrigada, tornando-se a maior exportadora de frutas do país (BRASIL, 2015);

- b) Recentemente tornou-se o segundo polo vitivinicultor do Brasil, com produção anual de 7 milhões de litros de vinho – 15% da produção nacional, sendo que, desse percentual, 30% são vinhos finos, premiados nacional e internacionalmente, produzidos nas oito vinícolas instaladas nos municípios pernambucanos de Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista e em Casa Nova, na Bahia (BRASIL, 2015);
- c) Dispõe da infraestrutura do Aeroporto Internacional de Petrolina, da Hidrovia do Rio São Francisco, com o Lago de Sobradinho, o maior lago artificial do mundo, e possui ligação rodoviária com as principais capitais do Nordeste (BRASIL, 2015);
- d) Durante todo o ano, são realizadas manifestações culturais importantes em todas as cidades da RIDE, que vão desde manifestações religiosas até a festa de Carnaval, com destaque para a festa de Carnaval, em Juazeiro (BA); a festa de São João, em Petrolina (PE); a Festa da Uva, em Lagoa Grande (PE); e a Festa do Vaqueiro, em Curaçá (BA);
- e) A região é destaque ainda na quantidade de vagas ofertadas nas diversas instituições públicas e privadas de ensino superior, com destaque para a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF e os campi da Universidade de Pernambuco – UPE e Universidade do Estado da Bahia – UNEB, sediados em Petrolina e Juazeiro, respectivamente.

Tais características poderiam muito bem incluir a RIDE, considerando-a como uma região metropolitana, tendo como núcleo as cidades de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), no rol da *Rede de Cidades Criativas - RCC* da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura – UNESCO. Mirshawaka (2017) destaca que:

A RCC tem como objetivo promover a cooperação internacional entre as cidades realmente comprometidas em investir na criatividade como forma de propiciar o desenvolvimento urbano e sustentável, a inclusão social e o aumento da influência da cultura em todo o mundo (MIRSHAWAKA, 2017, p. 94).

Esses são apenas alguns dos atrativos das cidades que compõem a RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). O turismo, o comércio, a vida noturna, a tranquilidade das cidades e a hospitalidade do seu povo, também costumam atrair bastante visitantes e novos moradores para a região.

### **3. O TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS NA RIDE PETROLINA (PE) E JUAZEIRO (BA)**

Tendo como principais referências as cidades de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), toda a região da RIDE tem grande dependência dessas duas cidades, o que ocasiona um grande número de deslocamentos diários da população em busca de hospitais, escolas, faculdades, comércio, trabalho, etc. Deslocamentos estes que não se limitam às cidades da RIDE, sendo rotineiros também entre os moradores de cidades situadas em um raio de 300 quilômetros de distância desses centros populacionais. Há também um elevado número de deslocamentos diários entre as duas cidades, pois, separadas (ou unidas) apenas por uma ponte, são mais do que cidades "irmãs", muitas vezes se confundido.

Para atender às demanda de transporte citadas, encontram-se entre os principais meios de transporte público de passageiros da RIDE: 1) o transporte em *moto taxi* (transporte individual de passageiro), com regulação municipal; 2) o transporte em *linhas urbanas*, nas cidades de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) (realizado por ônibus com características urbanas), com regulação municipal; 3) os *transportes complementares* (realizados por vans, micro-ônibus e ônibus), regulamentados pelos municípios, com grande número de deslocamentos para as zonas rurais; 4) *os taxis* (veículos de passeio que realizam transporte público), regulamentados pelos municípios; 5) o *transporte intermunicipal de passageiros* (realizado por ônibus de linha, com característica rodoviária), regulado pelos estados da Bahia e de Pernambuco; 6) o *transporte interestadual de passageiros* (realizado em veículos de característica rodoviária), regulado pela União; 7) o *transporte semiurbano de passageiros* (realizado em ônibus com característica urbana), entre as cidades de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA); 8) o *transporte de trabalhadores da zona rural*, especialmente para as grandes propriedades produtoras de frutas e o *transporte de estudantes* (realizado por vans, ônibus e micro-ônibus), com regulamentação exigida de acordo com a área de abrangência do serviço, podendo ser municipal, intermunicipal ou interestadual; e, 9) o *transporte por aplicativo* (realizado por veículos particulares, através de aplicativos de *Smartphones*), com regulação municipal. Além de todos os tipos de transporte regulamentados, a Região conta com uma grande incidência de transporte clandestino.

Tem-se a percepção de que legislação atual dos transportes públicos de passageiros não acompanhou o desenvolvimento da região e não atende às necessidades de transportadores e usuários. Entre outros fatores, a falta de integração e cooperação entre os entes federativos, nos três níveis de governo (municipal, estadual e federal), faz com que essa legislação seja extensa e não atenda às demandas do sistema de transporte local. Além de prejudicar a logística dos transportes, a legislação atual implica em conflito de competências entre os órgãos reguladores e fiscalizadores nesses três níveis de governo, afetando diretamente a qualidade dos serviços prestados. Com um mundo cada vez mais urbanizado, diversos problemas surgem devido ao excesso de pessoas nas cidades, entre eles, o da mobilidade urbana.

#### 4. OS CONSÓRCIOS PÚBLICOS

Os Consórcios Públicos foram introduzidos no ordenamento jurídico brasileiro através da Emenda Constitucional 19/1998, que alterou o artigo 241 da Constituição Federal de 1988, deixando-o com a seguinte redação:

A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre entes federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos (BRASIL, 1988).

Posteriormente, a Lei nº 11.107/2005 regulamentou o Consórcio Público e o conceituou como "Associação Pública com personalidade de direito público ou privado, com o objetivo de buscar mais articulação e integração entre os entes federativos" (MALMEGRIM, 2010, p. 69). Ainda para regulamentar a Lei nº 11.107/2005, foi editado o Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007, dando significado aos termos utilizados naquela, complementando-a e tratando dos pontos divergentes.

De acordo com o art. 6º, incisos I e II, da Lei 11.107/2005, os consórcios públicos podem adquirir personalidade jurídica de *direito público* ou de *direito privado*. O primeiro caso se aplica quando o consórcio público constituir *associação pública* mediante a vigência das leis de ratificação do protocolo de intenções, passando a integrar a Administração Indireta de todos os entes federativos que participarem do consórcio. Já o segundo caso, ocorre quando são apenas atendidos os requisitos da legislação civil, assumindo o consórcio, o formato de *associação ou fundação civil sem fins econômicos* (CNM, 2017).

O Consórcio Público Interfederativo de Mobilidade Urbana proposto a partir desse artigo se enquadra na personalidade jurídica de direito público. Devendo ser constituído na forma de associação pública e integrar a Administração Indireta de todos os entes federativos envolvidos, na forma de *Autarquia Interfederativa*.

Entre os principais benefícios da criação dos consórcios públicos, podemos citar: a) instrumentalizar os entes federados a operar as múltiplas escalas do projeto nacional de desenvolvimento; b) permitir a descentralização de recursos técnicos e financeiros e promover a regionalização e territorialização de políticas públicas; c) promover o fortalecimento gerencial e administrativo dos Municípios, dos Estados/Distrito Federal e do Governo Federal; d) agilizar a execução de projetos, baratear custos; dar maior transparência à aplicação de recursos públicos; e, e) ampliar a capacidade contratual

dos Consórcios Públicos, inclusive na captação de recursos (LOZZADA, 2008 apud BATISTA, 2011, p. 58).

## **5. A PROPOSIÇÃO DO CIMUVASF**

De acordo com Mirshawaka (2017, p. 53), “estamos passando pelo maior processo de urbanização da história da humanidade. Estima-se que, semanalmente, 1 milhão de pessoas mudam para as cidades em todo o mundo”. Na RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) a situação não é diferente, pessoas saem do campo para as cidades em busca de trabalho, estudos, diversão, conforto e outros atrativos que as cidades passaram a oferecer. Isso gera um “inchaço” nas cidades e exige adequações por parte da Gestão Pública. Tal “inchaço” obriga os entes federativos a promover ações governamentais a fim de promover, entre outras coisas, a melhoria da mobilidade urbana, sem deixar de lado, a análise das peculiaridades de cada região. Aos gestores públicos cabe a otimização dos recursos públicos no intuito de suprir as necessidades da sociedade, sempre buscando maior eficácia, eficiência e efetividade na utilização desses recursos.

O CIMUVASF (nome proposto a partir das iniciais de *Consórcio Interfederativo de Mobilidade Urbana*, somado à abreviatura de *Vale do São Francisco*, como a região também é conhecida, esta considerada na nomenclatura de diversas entidades estatais da Região, a exemplo da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF e Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e Vale do Paraíba – CODEVASF) já nasceria como “fruto” da cooperação dos entes federativos que compõem a RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), com o objetivo de operacionalizar o sistema de transporte público da região e desenvolver políticas públicas capazes de, em parceria com os entes federativos, propiciar o desenvolvimento regional e corrigir distorções causadas pelo excesso de regulação e ausência de fiscalização.

Como podemos verificar na terceira seção desse artigo, o sistema de transportes da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) é bastante complexo, composto por diversos atores, cuja regulação é dividida entre os entes da federação nas três esferas, dificultando o trato dos problemas locais de acordo com suas peculiaridades e impossibilitando uma fiscalização eficiente. A partir do momento em que houver um órgão público capaz de alinhar as necessidades da sociedade às ofertas de transportes, todas as áreas da sociedade serão beneficiadas.

## **6. O PASSO A PASSO PARA A CRIAÇÃO DO CIMUVASF**

A construção dessa seção foi possível a partir da leitura da letra fria da lei nº 11.107/2005, do Decreto nº 6.017/2007 e de literatura concernente à aplicabilidade



dos ordenamentos jurídicos citados, presente em livros artigos e manuais elencados nas referências desse artigo.

O primeiro passo para a criação do CIMUVASF é a identificação de objetivos e interesses comuns dos entes consorciáveis e a conscientização dos gestores dos entes federativos pertencentes à RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) de que “a união faz a força” quando falamos de interesse comuns a estes entes. Nesse sentido, a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF terá um papel fundamental na disseminação da ideia da constituição dessa rede de cooperação entre entes federativos, em forma de consórcio público, a partir da publicação deste artigo, podendo atuar na divulgação da ideia e elaboração de estudos técnicos sobre a viabilidade do projeto, em parceria com os entes envolvidos.

O segundo passo é a elaboração do *protocolo de intenções*, documento instituído através do art. 3º da Lei nº 11.107/2005: “O consórcio público será constituído por um contrato cuja celebração dependerá de prévia subscrição de protocolo de intenções”. Tal documento, de acordo com o art. 4º da mesma lei, tem a obrigação de conter, entre outras, as seguintes informações: a denominação, a finalidade, o prazo de duração e a sede do consórcio público; a forma de constituição e extinção do mesmo; e, as informações referentes à organização e gestão desse consórcio.

Elaborado e assinado o protocolo de intenções pelos gestores dos entes federativos, é a vez de ratificá-lo, através de leis municipais a serem aprovadas nas câmaras municipais (terceiro passo). Vale destacar o ensinamento de Alves (2006, p. 85) de que “o protocolo de intenções é ato administrativo complexo que só se torna eficaz depois da ratificação e subsequente publicação nos órgãos de imprensa oficial dos respectivos signatários”.

O quarto passo é a elaboração e assinatura do contrato de consórcio público, instituindo personalidade jurídica ao consórcio público. No caso do CIMUVASF, sua instituição será em forma de associação pública de natureza autárquica, Autarquia Interfederativa, vinculada à Administração Indireta de cada ente consorciado.

Instituído formalmente o consórcio público, o mesmo deve ser incluído no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ e devem ser adotadas todas as medidas necessárias para o início das atividades do consórcio público, tais como, a previsão de receitas e despesas, levantamento de necessidade de capital humano e financeiro para manter e desenvolver o consórcio público, etc.

Cumpridas todas essas etapas, é hora da elaboração e assinatura do contrato de rateio (quinto passo), caracterizado por Rigolin como:

Um contrato que não tem instrumento paralelo ou equivalente no direito público, é de escopo puramente financeiro, e deve disciplinar o modo como os entes consorciados aportarão e distribuirão recursos financeiros à pessoa representante do consórcio, e nada além disso (RIGOLIN, 2008, p. 100).

Vencidas as etapas anteriores, o último passo para que se possa colocar o CIMUVASF em pleno funcionamento é a elaboração e assinatura do contrato de programa, que, de acordo com Carvalho Filho, é:

O ajuste mediante o qual são constituídas e reguladas as obrigações dos contratantes decorrentes do processo de gestão associada, quando dirigida à prestação de serviços públicos ou à transferência de encargos, serviços e pessoal, ou de bens necessários ao prosseguimento regular dos serviços transferidos (CARVALHO FILHO, 2013, p. 138).

Resumindo, para que o CIMUVASF seja criado e colocado em funcionamento, em matéria documental, serão exigidas três peças jurídicas: 1) o protocolo de intenções, que se transforma em *contrato do consórcio público* após ratificação das casas legislativas, e representa o núcleo central da Lei nº 11.107/2005; 2) o *contrato de rateio*, que disciplina as obrigações financeiras assumidas pelos entes federativos para com o consórcio público; e, 3) o *contrato de programa*, que representa a forma de composição e atuação do consórcio público.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão associada do sistema público de transporte da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), proporcionada pelo CIMUVASF, representará um grande avanço na gestão desse sistema, entre outros benefícios, podemos citar os seguintes:

- a) A possibilidade de integração entre as linhas municipais, intermunicipais e interestaduais semiurbanas de passageiros, acabando com a sobreposição de linhas, otimizando os gastos e promovendo o desenvolvimento sustentável, pois, com a reorganização das linhas, diversos horários em que os veículos trafegam com um número reduzido de passageiros serão realinhados para que os veículos trafeguem com as quantidades ideais, e melhorando a relação custo/benefício do serviço;
- b) A gestão *una* de todo o sistema de transporte da região facilitará o processo de *Accountability* em governança local. A centralização de denúncias de irregularidades e a atuação dos órgãos internos de controle trarão mais eficiência ao sistema, bem como, facilitarão o controle externo;
- c) Trará maior segurança jurídica ao Acordo de Cooperação Federativa instituído através da criação da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA);

- d) Não podemos deixar de mencionar os benefícios advindos da Lei 11.107/2005 e do Decreto 6.017/2007, em prol de uma governança menos “engessada”, tais como: firmar convênios, contratos, acordos de qualquer natureza, receber auxílios, contribuições e subvenções sociais ou econômicas; ser contratado pela administração direta ou indireta dos Entes da Federação consorciados, dispensada a licitação; e caso constituído sob a forma de associação pública, ou mediante previsão em contrato de programa, promover desapropriações ou instituir servidões nos termos de declaração de utilidade ou necessidade pública, ou de interesse social;
- e) Estimulará a criatividade dos gestores dos entes federativos para resolver os problemas locais de forma cooperativa.

Em nível nacional, o primeiro consórcio público dessa modalidade, incluindo municípios de estados diferentes a receber delegação administrativa da União para a gestão do sistema de transporte, foi o Consórcio Intermunicipal de Mobilidade Urbana – CIMU, idealizado no ano de 2015, quando as prefeituras de Teresina (PI) e Timon (MA), pertencentes à RIDE Grande Teresina (PI) assinaram o protocolo de intenções para a sua criação e começaram a projetar essa Autarquia Interfederativa, que teve sua inauguração no dia 09 de maio de 2016. Alves et al. (2016, p.10) ressalta que:

Este tipo de Consórcio, à Luz da Lei de Mobilidade Urbana, tem a possibilidade de atuar, além do próprio transporte de passageiros, também em ações voltadas ao desenvolvimento urbano das cidades envolvidas, aproveitando-se de seu arranjo para busca soluções conjuntas entre poder e sociedade, nas áreas de trânsito, de planejamento urbano e meio ambiente, sem deixar de observar aspectos regionais, culturais, políticos e institucionais próprios daquela região, bem como as suas limitações (ALVES et al., 2016, p.10).

Vale destacar, que não é a intenção, ao propor a criação do CIMUVASF, simular uma tarefa fácil a ser cumprida. A gestão dessa Autarquia Interfederativa é de grande complexidade e exige profissionais qualificados para lidar com a dinâmica do desenvolvimento regional, bem como a cooperação dos entes federados, empresas prestadoras de serviços, entidades da sociedade civil e usuários do sistema de público de transporte.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ALVES, Vladimir. *Comentários à Lei dos Consórcios Públicos*. São Paulo: Liv. E Ed. Universitária de Direito, 2006.

ALVES, E. V.; GUERRA, H. O.; RIBEIRO, H. A. S.; COSTA, P. H. S. *A delegação administrativa dos serviços interestaduais semiurbanos de transporte rodoviário de passageiros*. seu ineditismo e sua aplicação à luz da Lei de Mobilidade Urbana Brasileira. CLATPU - Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano, 2016. Montevideu (URU): XIX CLATPU, 2016.

BATISTA, Sinoel. *O papel dos prefeitos e das prefeitas na criação e gestão dos consórcios públicos*. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2011.

BRASIL a. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. promulgada em 5 de outubro de 1988. 49. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

\_\_\_\_ b. (2001). *Lei Complementar nº 113, de 19 de setembro de 2001*. Autoriza o Poder Executivo a criar a Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento do Polo Petrolina/PE e Juazeiro/BA e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento do Polo Petrolina/PE e Juazeiro/BA.

\_\_\_\_ c. (2002). *Decreto nº 4.366, de 9 de setembro de 2002*. Regulamenta a Lei Complementar no 113, de 19 de setembro de 2001, que autoriza o Poder Executivo a criar a Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento do Polo Petrolina/PE e Juazeiro/BA e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento do Polo Petrolina/PE e Juazeiro/BA, e dá outras providências.

\_\_\_\_ d. (2005). *Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005*. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.

\_\_\_\_ e. (2007). *Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007*. Regulamenta a Lei n 11.107, de 06 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos.

\_\_\_\_ f. (2010). IBGE. *Tabela 202*, População residente, por sexo e situação do domicílio, 2010. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202>>. Acessado em: 27 nov. 2017.

\_\_\_\_ g. (2015). Ministério da Integração Nacional – MI. *Regiões Integradas de Desenvolvimento – RIDE's*. Brasília. 2015. Disponível em: <[http://www.mi.gov.br/web/guest/regioes\\_integradas\\_rides](http://www.mi.gov.br/web/guest/regioes_integradas_rides)> Acessado em: 27 nov. 2017.

\_\_\_\_ h. (2015). Ministério da Integração Nacional – MI. *Regiões Integradas de Desenvolvimento – RIDE Petrolina Juazeiro*, 2015. Brasília. 2015. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/web/guest/regiao-integrada-de-desenvolvimento-do-polo-petrolina-e-juazeiro>>. Acessado em: 27 nov. 2017

CARVALHO FILHO, José dos Santos. *Consórcio públicos*. Lei 11.107 de 06.04.2005, e Decreto nº 6.017, de 17.01.2007. 2º edição. São Paulo: Atlas, 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS – CNM. *Prestação de Contas ou transparência nos consórcios públicos*. Brasília: CNM, 2017.

MALMEGRIN, Maria Leonídia. *Redes Públicas de Cooperação em Ambientes Federativos*. Florianópolis: Ciências da Administração/UFSC, 2010.

MIRSHAWAKA, Victor. *Cidades criativas: talentos, tecnologia, tesouros, tolerância*. Volume 1. São Paulo: DVS Editora, 2017.

ROLIN, Ivan Barbosa. *Comentários às leis das PPPs, dos consórcios públicos e das organizações sociais*. Leis n. 11.079/2004, 11.107/2005 e 9.637/98. São Paulo: Saraiva, 2008.

# **ECONOMÍAS COLABORATIVAS EN EL SECTOR TRANSPORTE. ¿REGULACIÓN E INTERVENCIÓN O MERCADO ABIERTO?**

**Carlos Eduardo Montañez Peralta**  
Abogado Asesor Bogotá D.C. Colombia  
carloleduardomper@gmail.com

## **RESUMEN**

El Transporte, en Colombia es un servicio público esencial cuya regulación y dirección corresponde al Estado, quien dentro de sus fines propone, diseña, fomenta y facilita las maneras técnicas, jurídicas y económicas para que se oferte en condiciones de calidad, eficiencia y sobre todo satisfagan las necesidades de movilidad de las personas propendiendo por el desarrollo económico y social de la comunidad. Con el desarrollo de tecnologías en el servicio público de transporte, se han creado aplicaciones a través de red datos de internet, plataformas como "Uber", "Cabify" "Lyft" "blablacar", normalmente de transporte individual de pasajeros, que conectan a una persona que necesita transportarse con alguien que está en la disposición de hacerlo. Sin embargo, la informalidad de estos prestadores ha puesto en apuros a distintos Gobiernos del mundo, que ven enfrentados varios derechos, disposiciones normativas y económicas entre aquellos que prestan el servicio cumpliendo la normatividad y los que transportan sin cumplir las disposiciones tributarias y de seguridad que demanda la actividad. En un análisis económico del derecho de transporte, la reducción de costos de transacción y las asimetrías de la información, de las economías colaborativas ante un usuario que necesita transportarse, en grandes urbes, hace del fenómeno un reto complejo para intervenir en el mercado.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

El presente escrito, presenta parte de la investigación que he venido llevando a cabo como trabajo de grado en la Maestría en Derecho del Transporte, Logística e Infraestructura de la Universidad Externado de Colombia la cual cursé entre 2016 y 2017. Igualmente, los elementos generales de las economías colaborativas sirvieron para el proyecto de trabajo de grado de la Maestría en Derecho Privado Económico de la Universidad Nacional de Colombia de la cual también tengo opción de grado y se basa en dicho fenómeno aplicado al sector del turismo.

Al ser una muestra de esas investigaciones, se enfoca en dilucidar y describir los elementos generales de las economías colaborativas, su funcionamiento y aplicación en el sector transporte, al igual que mostrar la problemática que ellas generan. Así mismo, muestra que el mercado donde se desarrolla la actividad transportadora, al ser un servicio público, el Estado tiene una incidencia fundamental, como regulador y supervisor de este, siendo un jugador importante en ese mercado.

Pero la posible existencia de oligopolios en el transporte formal, la deficiencia de cobertura, el costo elevado en algunos casos y la baja calidad en la prestación del servicio, como la inseguridad, aunado a los vacíos normativos, la masificación de la internet y las aplicaciones móviles, hacen que las ideas para resolver las necesidades que enfrentan las personas a diario, encuentren un ambiente de producción ameno, en tanto que las economías colaborativas brindan soluciones inmediatas al problema de movilización y satisfacen las necesidades de transporte, intermediando de manera directa entre el prestador y el usuario.

Sin embargo, compiten en condiciones de ventaja con los transportadores formales, no cuentan con los parámetros de seguridad y manifiestan no ser una empresa de transporte, lo que involucra la exención de impuestos, el pago de contratos de vinculación, puesto que para el funcionamiento utilizan equipos de uso particular de las personas que son conductores y los costos que las demás relaciones contractuales del transporte formal incurre para prestar el servicio en las condiciones que el Estado establece.

No es fácil establecer las condiciones sobre las cuales debe darse la intervención, cuando se aborda el problema desde la perspectiva errada; en Colombia al menos, los problemas se pretenden solucionar con normas y sanciones, evadiendo el eje central de la problemática, que en mi forma de ver es un problema económico, es un problema de costos, utilización de bienes exclusivos y rivales, además de la reducción de las asimetrías de la información que son el fuerte del negocio de las economías colaborativas.

## **2. ESTADO, TRANSPORTE Y ECONOMÍA.**

La intervención del Estado en la economía debería ser lo más restringida posible, pero el transporte al ser un servicio público cambia el contexto del mercado y el comportamiento de sus agentes. El transporte, nació como actividad mercantil libre, y como expresa López Gómez A. F. (2016) tan sólo vino a ser un servicio público hasta 1954, con la expedición del entonces código de comercio terrestre, ahora se vuelve mercantil puramente con las nuevas formas de satisfacción de las necesidades de desplazamiento de las personas, es decir vuelve a su génesis.

Ahora bien, según Montañez Peralta, C.E. (2018) la tecnología no sólo ha cambiado la manera de acceder a la información, la manera de relacionarnos y de identificar los fenómenos sociales a nivel local. La manera de satisfacer necesidades y de enfocar lo que sucede globalmente en materia de mercado, no puede ser ajeno a la manera en que se Legisla y abordan las transformaciones constantes de índole económico y por

ende, los retos jurídicos que ello enmarca. Según Rodríguez J.E. (1.998) citado por Montañez C.E. (2.018) “es difícil, ahora, guardar cierta indiferencia frente a los cambios y a las luchas sociales que ocurren en lugares distintos de nuestro patio” (p. 7).

La envergadura de la problemática abarca cifras considerables, que demanda soluciones acertadas por parte de los Estados, como se indica por algunos que hemos empezado a tratar el tema, así:

Según la página web [www.internetworldstats.com](http://www.internetworldstats.com)”, en el mundo somos casi 8 mil millones de habitantes, de los cuales poco más de 4.160 millones de personas son usuarios de internet. De ellos se evidencian datos muy oportunos para introducirnos en esta problemática; por ejemplo, de los casi 828 millones de habitantes en Europa, el 85.2% tiene acceso y usa la Internet; en Asia cuya población es de un poco más 4.200 millones de habitantes el 48.1% es usuario de Internet. En América del Sur con algo más de 428 millones de habitantes el 71.5% es usuario de Internet; y ya en Colombia con más de 49 millones de habitantes, según esa página, indica que al menos 31 millones de personas son usuarios de Internet con el 63.2% de la población usuaria y 29 millones de cuentas en Facebook. (Montañez Peralta 2.018).

El uso de plataformas colaborativas es una masificación que desborda un fenómeno transitorio y en realidad las cifras demuestran que al menos en transporte estarán presentes en futuro inmediato y mediano, haciendo necesaria una intervención del Estado en el mercado de ese servicio, pero que demanda acierto y técnica en ella, pues la prohibición total o la restricción puede incentivar el uso ilegal y problemas sociales más graves.

### **2.1. El servicio público de transporte.**

Como principio general el Estado en Colombia interviene en servicios públicos, por ser un fin de él busca propender por la provisión de derechos ajustados al interés general y el bien común. Esos fines, positivizados en la Constitución tal y como lo plantea Montaña Plata, A. (2005) terminan por ser aspiraciones sociales altamente deseadas y confiadas al devenir constitucional, puesto que el contexto del estado social de derecho, el interés general y el bien común son el faro de cualquier actuación, legislación o intervención.

Los artículos 4 y 5 de la Ley 336 de 1.996, estatuto nacional de transporte, indican que el transporte es un servicio público, que por desarrollo jurisprudencial ha sido catalogado como esencial, de tal forma que se encuentra bajo la dirección, regulación y control del Estado, sin perjuicio de que su prestación pueda serle

encomendada a los particulares.>. Es él quien define la forma en que se organiza la prestación del servicio, mediante connotaciones técnicas y normativas que permitan garantizar el derecho fundamental a la movilidad de las personas, consagrado en Constitución de Colombia.

Para evitar ampliaciones temáticas en este artículo, preferimos puntualizar a que el mercado del transporte no es un mercado abierto, si no, puramente concesionado restringido, que pone condiciones exigentes a quienes lo prestan en la formalidad, lo que necesariamente hace que se eleven los costos de transacción de la operación.

## **2.2. La tecnología costos y asimetría de la información el plus de las economías colaborativas.**

Principalmente las economías colaborativas, abordan las necesidades del sector donde funcionan y mejoran el funcionamiento del mercado con la disminución de costos y la reducción de la asimetría de la información que como indica Boix Palop. A, Et al, (2017) que han abordado estos dos problemas básicos que aparecen en muchos mercados y han disminuido los costos de transacción y la asimetría de la información.

En lo que respecta a la asimetría de la información, ella se reduce porque el usuario de una aplicación como *Uber*, que necesita transportarse, puede encontrar a través de ella conductores cercanos que están dispuestos a transportarlos, con una tarifa establecida y que varía con la demanda del servicio y el tráfico. Igualmente, la aplicación permite a las partes del contrato tener más información de su contraparte y saber precisamente las condiciones en la que ejecutará el servicio. Sujetos a esa realidad, Viveros Suazo (2015) indica que la asimetría de la información se presenta cuando hay dos partes y, una no tiene la misma información de la otra, lo que permite tomar decisiones que favorezcan sus beneficios y reduzcan los costos, en suma impide que el regulador pueda fiscalizar tal servicio y tomar las acciones correctivas necesarias en favor de la población. Este conflicto de intereses es conocido como riesgo moral.

Ante esa disposición indica Sarmiento Lotero, R. (2005) refiriéndose a la asimetría de la información, que, en la regulación y la asistencia de contratos, el individuo que menos dispone de información normalmente es el principal, que en nuestro caso es el regulador, o sea el Estado que desconoce de manera drástica el contexto de la operación efectivamente al usuario, quien motivado por su máximo beneficio acude a las economías colaborativas en pro de su bienestar. Precisamente, este tipo de negocios *peer to peer* (persona a persona) propios de las plataformas colaborativas, disminuyen esa asimetría de información, lo que hace atractiva la propuesta al consumidor.



De otro lado, están los costos, los cuales son significativamente menores a los que se generan en una operación de transporte regular. No se puede hablar de costos sin referirnos al problema del costo social de Coase (1.960) en donde los costos de transacción deberían ser positivos, en un mercado ideal; tal como cita Boix Palop. A, Et al, (2017) refiriéndose a Coase (1.960) estas nuevas formas de intercambio, esto que muchos llaman economía colaborativa, pero que no es más que una forma en la que los mercados funcionan con mínimos o casi nulos costes de transacción gracias a la tecnología.

Y es que la plataforma *Uber* no utiliza un solo equipo propio en la prestación del servicio, únicamente pone en contacto a dos personas que contratan y la plataforma pone una serie de condiciones para usuarios y transportistas de tanto que es el recaudador del pago para ambos. Ello reduce los costos de transacción drásticamente, al menos frente al costo normal de la operación de un transporte regulado o formal conforme a las normas del Estado.

Así dentro del objeto de este escrito, se vale plantear un cuestionamiento en el sentido de saber si la economía colaborativa es positiva en el sentido que mejora en términos económicos el contexto del mercado reduciendo los costos de transacción o si la intervención y regulación del Estado es negativa ya que incrementa el costo de la operación y pone en desventaja a quienes transportan conforme a las reglas que el Estado expone.

### **2.3. ¿Una empresa de Transporte?**

En Colombia el artículo 983 del Código de Comercio indicó que las empresas de transporte son de servicio público y que estas se sujetarán a las reglas que el Estado fije. Bajo esta premisa, se debe diferenciar claramente que el concepto de contrato de transporte por el que una personase obliga a llevar cosas o personas de un lugar a otro, es uno y que la empresa de transporte es otro. El contrato de Transporte, definido por Arrubla Paucar, J. (2.008) indica que el contrato en sí es un convenio por el cual un transportista se obliga a conducir de un lugar a otro personas o cosas a cambio de un precio.

Esa consideración se hace por cuanto, por regla general las economías colaborativas se centran en el contrato y dejan de lado ser una persona calificada para transportar. Allí se centra la discusión del gremio, el Estado y estas empresas. Las economías colaborativas desconocen ser una empresa de transporte, por cuanto designan su tarea como simples intermediarios entre los transportistas y los usuarios.

En Colombia al menos, se debe tener presente que transportador no es sólo el dueño del equipo o vehículo o el conductor, transportador es quien se compromete a

trasladar la persona o cosa de un lugar a otro, que de conformidad con lo expuesto en el artículo 984 del Código de Comercio son <<transportadores autorizados, quienes podrán encargar la conducción, en todo o en parte a terceros, pero bajo su responsabilidad, y sin que por ello se entiendan modificadas las condiciones del contrato>>.

Si nos adentramos en la Ley 336 de 1.996 indica en su artículo 9 que el servicio de transporte se prestará por personas naturales o jurídicas legalmente establecidas y previamente autorizadas para tal fin. En ese mismo sentido jurídico se han pronunciado distintos tribunales europeos, según cita Górriz López, C. (2.017) que refiere los distintos conflictos que ha tenido la plataforma Uber en Bélgica, Londres, Alemania y España por citar algunos, en donde las agremiaciones de taxistas demandan a la plataforma por competir de manera desleal al operar sin autorización del Estado, o por la vinculación laboral de los conductores, produciendo fallos cuyas consecuencias van desde la suspensión de la plataforma hasta su cancelación definitiva.

Luego el problema en Colombia no es ajeno a como se ha vivenciado en otras latitudes, las plataformas colaborativas son un problema real que apunta a la intervención del Estado en dicho mercado y una ponderación de derechos en tensión. Sin embargo, es dable destacar que el mercado regulado se ha convertido en un fomento al oligopolio y la manipulación del mercado por pocos. En Bogotá, Colombia los contratos de vinculación <llamados cupos> en transporte individual de pasajeros hacen de ese mercado un efecto insostenible con una competencia como la de *Uber*. Un solo contrato de vinculación con una empresa de transportes puede costar los 45 mil dólares americanos, sin contar con el vehículo, las pólizas de responsabilidad civil contractual y extracontractual, más los impuestos y los pagos parafiscales que debe erogar el conductor del vehículo; sin lugar a dudas ese mercado, aunque legítimo, debe ser sometido a revisión para equilibrar las condiciones en las que compete.

Como se puede observar, *Uber* como economía colaborativa del sector transporte, reúne las características propias de un transportador, pero sin licencia para operar como tal; si se regula, el Estado hará que cumpla las condiciones del transporte de pasajeros como cualquier otra empresa habilitada y entonces ya no podrá hacer uso de sus costos de transacción de manera libre porque deberá erogar todos los costos que incurre el transporte regular, desdibujando la naturaleza económica de este tipo de negocios.

### **3. COMPETENCIA DESLEAL O LIBERTAD DE INICIATIVA PRIVADA.**

Jurídicamente, una de las discusiones más complejas con la presencia de las economías colaborativas es que incurren en competencia desleal. El artículo 38 (Const., 1.991) indica el modelo regulador, como un principio libertario en una economía de

mercado, y un principio relacional en donde es el Estado a cargo de la productividad; una conjunción entre libertad de empresa y una economía en equilibrio (Correa Henao, M. 2009). Ello igualmente, relaciona la autora es un principio remisivo al artículo 333 de la misma obra, que indica de manera pormenorizada como se ejerce dicha libertad y las limitaciones a las que está sujeta; una disyuntiva de heterocomposición entre producción y lucro frente planificación intervención y bien común, la función social de la empresa.

Para contener el éxito de las economías colaborativas y la competencia que ella genera con el transporte formal se han presentado proyectos de Ley para reglamentar servicios de transporte fruto del uso de plataformas, como "servicio de transporte privado". Al respecto, el proyecto de Ley 126 de 2015 por medio de la cual se crea el Servicio Privado de Transporte Mediante Plataformas Tecnológicas, el cual no tuvo acogida en el parlamento colombiano, buscaba generar alternativas para mejorar la movilidad y la calidad de vida en las ciudades, la utilización eficiente de los recursos, la reducción del tiempo de desplazamiento y la utilización de tecnologías que contribuyan a la gestión del tráfico.

Sobre dicho proyecto, López Gómez, (2016) manifestó que, respecto del servicio de transporte privado de pasajeros, el mismo tenía cabida ya desde el mismo contexto legal existente, lo cual hacía inocuo la presentación de dicho proyecto. Indica el autor que:

[C]on la denominación de transporte privado que se introduce en la iniciativa legislativa entonces, se busca, contraevidentemente, hacer creer a la opinión pública que el asunto sobre el que versa el Proyecto de Ley 126 de 2015, es algo completamente distinto al transporte público mismo, en el que solo median intereses privados. Pero ¿Qué tan distinto puede ser, si se trata de la misma actividad (transporte) para la satisfacción de los mismos intereses y necesidades (desplazamiento), se contrata con persona autorizada (sujeto habilitado), para el desplazamiento de un lugar a otro bajo remuneración (contrato de transporte) y con regulación, autorización y supervisión de la autoridad de transporte público (Ministerio de Transporte y Superintendencia de Puertos y Transporte)" López Gómez (2.016) p. 8

En cuanto a la competencia desleal y la forma en la que operan este tipo de economías la Superintendencia De Industria y Comercio de Colombia, presentó un concepto frente al Decreto único reglamentario de transporte con destino a la secretaria jurídica de la presidencia, en donde se evalúa por parte del órgano supervisor el marco regulatorio del transporte individual de pasajeros vehículos taxis, un análisis en donde se identifican las fallas del mercado de taxis, haciendo especial énfasis en asimetrías de la información, riesgo moral en un contexto de agentes del mercado propio del sector de transporte individual de pasajeros, los problemas de la coordinación, las

distorsiones la información dentro del contexto de la regulación y las innovaciones “disruptivas” en el transporte individual de pasajeros. Igualmente finaliza con comentarios de la aparición de este tipo de economías en el marco de la libre competencia, con un apunte en las restricciones en la oferta y la demanda y las condiciones técnicas de los equipos destinados a la utilización de este tipo plataformas tecnológicas, concluyendo que dichas tecnologías pueden ser una solución novedosa a los consumidores mediante esquemas incluso más eficientes que la intervención del estado en la Economía. Superintendencia De Industria y Comercio (2.015)

En Colombia, la Ley 256 de 1.996 indica ciertas conductas típicas sobre competencia desleal, pero que en general propenden por una iniciativa libre pero restringida por el bien común. Se podrían presentar dos situaciones en afrenta, la primera es la premisa desde un análisis económico del derecho, en donde este tipo de economías no constituyen competencia desleal, pues como indica Montañez Peralta (2.018) promueven el desarrollo del sector, asigna recursos y servicios escasos de manera eficiente, democratizando la participación de agentes en el mercado, pues las economías colaborativas rompen con los oligopolios y generan mayor consumo al desarrollarse como una posibilidad de negocio, convirtiendo en productivos bienes que no lo eran, en el que los consumidores resultan beneficiados teniendo en cuenta que dicha prerrogativa de la (Const.,1.991 artículo 333) no debe verse únicamente desde la mirada del comerciante, si no, como lo afirma el Equipo de Investigación UNIJUS (1.998) (p.- p 213-241) desde una perspectiva de derecho colectivo, en la que el consumidor se vuelven un sujeto activo del derecho de la competencia y la libertad de empresa.

La segunda de ellas, desde un punto de vista regulatorio, las economías colaborativas aprovechan las zonas grises y compiten de manera desleal al aprovecharse la disminución de costos que genera no ser una empresa de transporte, utilizando bienes de terceros subutilizados y asignándoles a ellos la responsabilidad, aduciendo su calidad de intermediación de plataforma, bajo el escudo del principio de la neutralidad en la red, que se encuentra consagrada en Colombia bajo la Resolución 3502 de 16 de diciembre de 2.011 expedida por la Comisión de Regulaciones de Comunicaciones.

Esas dos posturas han enfrentado en el País a dos Ministerios, el de Transporte y el de Comunicaciones cada uno sustentando ante un Tribunal sus posiciones. No es de poca monta las disyuntivas entre el sector de las comunicaciones con el del transporte, cada uno desde su filosofía argumentando cada posición, frente a un Legislador inane que no resuelve la problemática.

#### **4. CONCLUSIONES**

Como se manifestó al inicio de este escrito, se busca describir la problemática de las economías colaborativas en el sector del transporte, desde un punto de vista

económico -jurídico de la situación. En la presentación de su escrito Pinzón Camargo, (2010), indica que el análisis económico del derecho plantea preguntas como: ¿inducen las leyes a la eficiencia en la distribución de los bienes? ¿pueden corregir las fallas de mercado?; es claro que el mercado del transporte está delimitado por normas que no necesariamente promueven la utilización y distribución de los bienes de una manera participativa, por la razón de los intereses del Estado y los particulares que ostentan su prestación por permiso de aquél, de tanto que irrumpir en ese nicho de una manera no regular, como los negocios *peer to peer* distorsionan los principios normativos del transporte.

Es claro también, que la intervención del Estado es necesaria en este tipo de economías colaborativas del transporte a fin de establecer un equilibrio económico jurídico que promueva la participación de oferentes distintos, dentro de un marco más igualitario. Sin embargo, se ha demostrado que ese tipo de iniciativas basadas en tecnologías, al menos teóricamente, cumplen de mejor manera los principios de reducción de costos de transacción y asimetrías de la información, que son supuestos fundamentales al momento de analizar un mercado y hacerlo más productivo, de suerte que la intervención del Estado no puede condenar ni dejar atrás estas innovaciones porque mejoran la industria y promueven el sector del transporte.

Se vislumbró que las economías colaborativas están actualmente participando del mercado del transporte con mayor ventaja que los transportadores reglados, pues su reducción de costos de transacción se debe a no cumplir con los estándares que exige la Ley para operar como empresa transportadora. Ello se evidencia que a la luz de la norma colombiana las plataformas colaborativas son empresas de transporte y como tal deben cumplir con la norma para prestar el servicio en condiciones de eficiencia, seguridad y solidaridad que requiere esta actividad económica.

Así mismo, se pudo inferir que la intervención del Estado en este sector económico debe estar apalancado en el contexto de la competencia leal, la buena fe y la promoción de las iniciativas privadas, pero que la misma no está precisamente abierta, porque este mercado es de un servicio público de carácter esencial y la movilidad y organización del transporte impacta directamente en el quehacer diario de las familias, por lo que las condiciones de operación de estas plataformas debe moverse a un aspecto de regulación, donde se ofrezcan garantías de cobertura, planeación y seguridad para los usuarios de este servicio.

## **REFERENCIAS.**

Arrubla Paucar, J. (2008). *contratos mercantiles* (vol. tomo ii). Medellín, Colombia: Biblioteca Jurídica Dike.

- Boix Palop, A., De la Encarnación, A. M., & Domenech, G. (2017). *La regulación del transporte colaborativo*. Navarra, España: Aranzadi.
- Coase, R. (1960) *The problem of social cost*. The Journal of Law and Economics (pp. 1-44).
- Constitución Política de Colombia (Const.). (1.991).
- Correa Henao, M. (2009). *Libertad de empresa en el estado social de derecho*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Externado.
- Gorrioz López, C (2017) *Competencia desleal de Uber en España. La regulación del transporte colaborativo*. (pp 153-181) Navarra, España: Aranzadi.
- Ley 256 de 1.996 *Normas sobre Competencia desleal*. (enero 18 de 1.996) Colombia. D.O 42.692
- Ley 336 de 1.996 [estatuto nacional de transporte] (20 de diciembre de 1.996) Colombia D.O. 42948
- López Gómez, A. F. (2016) *UBER ¿servicio privado?* - Centro de Estudios del Transporte, Universidad Externado de Colombia, Boletín No 6, [6-9]
- Montaña Plata, A. (2005). *El concepto de servicio público en el derecho administrativo*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado De Colombia.
- Montañez Peralta C.E., (2018) *Economías colaborativas y la libertad de competencia en Colombia: el caso AIRBNB*. (Proyecto de Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Pinzón Camargo, M. A. (2010). *Aproximaciones al análisis económico del derecho*. Bogotá: Universidad Externado.
- Rodríguez Martínez, J.E. (1.998). *Globalización, Territorio y Derecho*. Pensamiento Jurídico: Revista de Teoría del Derecho y Análisis Jurídico, 10 (p.- p 7-43) Bogotá: Universidad Nacional.
- Sarmiento Lotero, R. (2005). *Teoría de los contratos: un enfoque económico*. (U. d. Bosque, Ed.) Cuadernos Latinoamericanos de Administración, vol. 1, núm. I, 2005, (pp. 11-24), 1(I),
- Superintendencia De Industria Y Comercio, (2015) *Concepto Abogacía de la Competencia, RAD -15-280358* (26 de 11 de 2015).

# **ETIQUETADO VEHICULAR. OPORTUNIDAD PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REDUCCIÓN DE EMISIONES EN COLOMBIA**

**Edder Alexander Velandia Durán**

Universidad de La Salle, Bogotá D.C., Colombia,  
ingeavd@gmail.com

**María Alejandra Sierra**

Universidad de La Salle, Bogotá D.C., Colombia,  
alesierrasc@gmail.com

## **RESUMEN**

En Colombia, el sector transporte es el mayor consumidor de energía en el país. Por ello, el etiquetado vehicular a favor de la eficiencia energética y reducción de emisiones es una necesidad. Dado que es importante realizar estudios que permitan aportar a una potencial norma nacional de eficiencia energética y emisiones, el presente estudio realizó una revisión bibliográfica de la experiencia internacional en el etiquetado vehicular de la Comunidad Europea a nivel específico en España, Alemania y Reino Unido; Norte América representada por Estados Unidos y Latinoamérica por Chile, Uruguay, Brasil y México, así como una revisión del contexto colombiano en lo que respecta a normatividad de emisiones y calidad de combustibles. Para los años 2015 y 2016, los investigadores participaron activamente en todos los talleres desarrollados por la CEPAL y WRI. Como resultado del estudio se presenta una etiqueta vehicular de eficiencia energética y reducción de emisiones para vehículos ligeros para Colombia. La propuesta, además de proveer el contenido mínimo de la etiqueta, proporciona recomendaciones a seguir a nivel organizacional y técnico para la inclusión de la misma en el territorio colombiano amparada por la normatividad legal vigente.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En Colombia, el sector transporte es el mayor consumidor de energía. Según cifras UPME (2017), el sector consume cerca del 40% del total de la energía primaria y aproximadamente el 92% de la demanda es cubierta por combustibles fósiles líquidos. Bajo este escenario, se estima que el sector es responsable del 15% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub>.

Según cifras del Ministerio de Transporte (2017), el parque vehicular colombiano supera los 5 millones de vehículos (sin incluir motocicletas) y en algunos sectores, como la carga y transporte público, se encuentra una edad promedio de la flota superior a los 15 años. Este hecho representa un desafío en términos de consumo de combustibles y emisiones que afectan la calidad del aire en las principales ciudades, especialmente en Bogotá y Medellín.

Dentro de este escenario, el país no cuenta con una etiqueta vehicular que entregue información a un potencial comprador acerca de los rendimientos energéticos,

emisiones asociadas e incentivos tributarios aplicados a un vehículo, información que sea certificada y útil para cualquier persona al tomar la decisión de compra. Asimismo, hoy son pocas las restricciones en términos de eficiencia energética y emisiones aplicables a las diferentes tecnologías y tipologías de vehículos que se comercializan en el país. Desde el año 2014, para transporte público se exigen tecnologías EURO IV o superior, para motocicletas se exigen tecnologías cuatro tiempos y en automóviles gasolina se exige EURO III. De alguna manera, las limitaciones de las tecnologías se asocian a la calidad del combustible disponible y la capacidad de acceso de las tecnologías en el mercado colombiano.

Una etiqueta pretende generar un mercado donde se privilegien tecnologías eficientes y menos contaminantes. Adicionalmente, la etiqueta facilitaría la implementación de zonas verdes o cero emisiones en sectores urbanos similares a los implementados en ciudades como Berlín y Londres. La etiqueta también permitiría definir nuevos tributos por contaminación aplicables a vehículos según las tecnologías y nuevos incentivos a los vehículos más eficientes como posibilidad de estacionamiento en vía gratuito, menores costos de parqueaderos o menores impuestos por registro y/o rodamiento. Este tipo de medidas contribuiría notablemente a la masificación de las tecnologías más eficientes (híbridos, eléctricos). Un resultado de esta política sería reducir el consumo energético y las emisiones gases efecto invernadero GEI, mejorar la calidad del aire en las principales zonas urbanas, aportar a la construcción de nuevos conceptos de movilidad y el desarrollo de nuevos negocios asociados a las nuevas tecnologías vehiculares.

## **2. PROPUESTA DE ETIQUETADO VEHICULAR PARA COLOMBIA**

El proyecto comprendió cuatro fases iniciando con una revisión del estado del arte del etiquetado vehicular y normatividad para el consumo de combustible y emisiones GEI a la luz de la experiencia internacional en la Unión Europea: España, Reino Unido y Alemania, Norte América: Estados Unidos y América Latina: Chile, Uruguay, Brasil y México. En la segunda fase se exploró el contexto colombiano en lo que respecta a energía y transporte, la composición del parque vehicular colombiano, el mercado automotriz colombiano y los combustibles comercializados, así como la calidad de los mismos. Sumado a esto, se realizó un recuento de dos talleres llevados a cabo en Bogotá como parte de las iniciativas del gobierno para el desarrollo de políticas de etiquetado en el transporte, lideradas por la UPME en representación del Ministerio de Minas y Energía, talleres en los que se participó activamente.

Por otro lado, se revisó la experiencia colombiana de etiquetado para electrodomésticos como un paso previo a la normatividad de eficiencia energética para vehículos. Con la información recopilada se procedió a la tercera fase que



consistió en realizar un comparativo de las políticas asociadas con etiquetado vehicular, se consignó una comparación propia realizada a modo de encuesta en distintos concesionarios colombianos, la cual permitió conocer la situación actual colombiana y la información de consumo de combustible y emisiones GEI disponible para los usuarios al hora de adquirir un vehículo nuevo. Por último en la cuarta fase se presentó la propuesta de etiqueta vehicular colombiana: los ítems mínimos que debería contener, recomendaciones para la elaboración de ciclos de prueba para la determinación de consumo de combustible y emisiones GEI y recomendaciones para el proceso de implementación en Colombia a nivel institucional.

En la experiencia internacional, son varios los países que cuentan con programas de eficiencia energética vehicular y evidencian el rezago de Colombia en esta materia (Sierra, 2017). Un referente destacado en temas de etiquetado vehicular al nivel mundial es Estados Unidos. Desde hace más de tres décadas ha implementado la etiqueta y ha evolucionado hasta el punto de incluir tecnologías eléctricas.

En el año 2011, la Agencia Federal de Protección Ambiental - EPA, y la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras - NHTSA, finalizaron el rediseño de las etiquetas de eficiencia de combustible. Las etiquetas recalcan los beneficios de la histórica regulación para eficiencia de combustible y emisiones de gases efecto invernadero para vehículos de pasajeros y camiones ligeros, la cual fue adoptada por la EPA y DOT, trabajando en conjunto con una gran variedad de grupos interesados: "Proposed Rule for Revisions to the Fuel Economy Label for 2012 Model Year". Esta regulación, la cual incluye aumento en la eficiencia para vehículos modelo de los años 2012 al 2016, resulta en un ahorro de 1.8 billones de barriles de petróleo durante la vida del programa, a la vez que le ahorrará USD\$ 3,000 al consumidor promedio (OTAQ, 2011).

De acuerdo a la EPA (2011), las nuevas etiquetas presentadas en la figura 1, proveen:

- Nuevas formas para comparar uso de energía y costo entre vehículos de nueva tecnología que utilizan electricidad y vehículos convencionales con gasolina.
- Estimados sobre cuánto los consumidores ahorrarán o gastarán en combustible durante los próximos cinco años, en comparación a un vehículo nuevo promedio.
- Puntuaciones fáciles de leer sobre cómo un modelo se compara a todos los otros modelos en cuanto a emisiones de smog y otros contaminantes atmosféricos.
- Un estimado de la cantidad de combustible o electricidad necesarios para conducir una distancia de 100 millas.
- Información sobre la gama de rendimiento en la carretera y el tiempo de carga de un vehículo eléctrico.

- Un Código QR que permitirá a los usuarios de teléfonos inteligentes a acceder a información en el Internet sobre cómo varios modelos se comparan en cuanto a eficiencia de combustible y otros factores ambientales y energéticos. Esta herramienta también permitirá que los consumidores ingresen información sobre sus viajes diarios y su comportamiento típico al manejar para así poder obtener un estimado más preciso de costos y ahorros de combustible.

Figura 1. Etiqueta de eficiencia energética en Estados Unidos



Fuente: OTAQ. (2011). A New Generation of Labels for a New Generation of Vehicles.

El contenido de la etiqueta estadounidense (Figura 1) es el siguiente:

- 1) Tecnología del Vehículo y Combustible
- 2) Eficiencia de Combustible
- 3) Comparación de Eficiencia de Combustible
- 4) Ahorro/Gasto dentro de 5 años comparado con un vehículo nuevo promedio.
- 5) Tasa de consumo de combustible
- 6) Costo anual estimado de combustible
- 7) Reducción de Contaminación de Gases de Efecto de Invernadero GHG
- 8) Información de Emisiones de CO<sub>2</sub>
- 9) Puntuación de Smog
- 10) Detalles

11) QR Code®

12) URL Sitio Web [www.fueleconomy.gov](http://www.fueleconomy.gov)

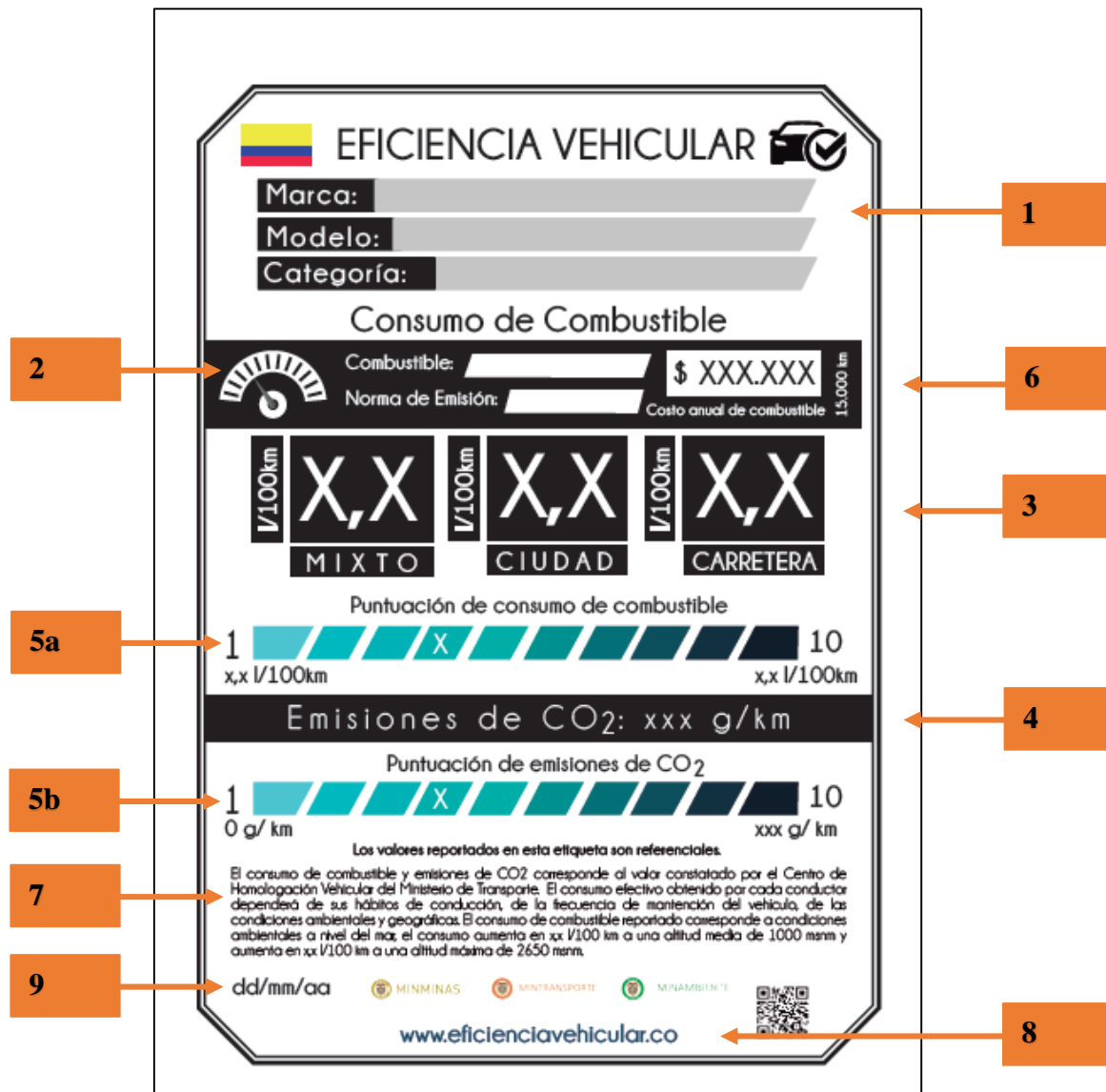
Desde el año 2012, con los nuevos modelos 2013, la etiqueta estadounidense presenta el ahorro económico en dinero entre utilizar una tecnología vehicular eléctrica y una tecnología vehicular de combustión equivalente. El grado más alto (A+) se otorga a los autos eléctricos "cero emisiones". Los vehículos eléctricos e híbridos obtendrían un grado A y algunos híbridos convencionales recibirían la calificación A- o B+. Toda la información de la etiqueta se encuentra en una página web de acceso libre [www.fueleconomy.gov](http://www.fueleconomy.gov).

Realizada la revisión de etiquetas internacionales y al reconocer los comentarios de la comunidad en los talleres con diferentes actores locales, la etiqueta de eficiencia vehicular colombiana para vehículos ligeros se presenta en la figura 2. La etiqueta propuesta para Colombia contiene la siguiente información:

- 1) Información del Vehículo: Marca, Modelo, Categoría.
- 2) Información de combustible: tipo y norma de emisiones.
- 3) Consumo de combustible: Mixto/ciudad/carretera: l/100 km. Para los vehículos eléctricos se expresa en kWh/100 km.
- 4) Emisiones de CO<sub>2</sub>: g/km. Para los vehículos eléctricos se estima en 0 g/km.
- 5) Comparación de eficiencia: Puntuación consumo de combustible: de 1 a 10; y puntuación emisiones de CO<sub>2</sub>: de 1 a 10.
- 6) Costo anual de energía.
- 7) Texto aclaratorio.
- 8) Sitio Web y código RQ.
- 9) Fecha de elaboración de la etiqueta.

La etiqueta vehicular inicialmente debe ser informativa pero obligatoria para todos los vehículos motorizados que ingresen al país. Asimismo, la formulación de una política de etiquetado deber ser el resultado de un trabajo intersectorial entre el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Transporte y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el fin de impulsar la eficiencia colombiana hacia límites de emisiones más estrictos y un notable mejoramiento de la calidad de los combustibles, que le permitan posicionarse como un país competitivo a nivel internacional.

Figura 2. Propuesta etiqueta vehicular para Colombia



En el mediano plazo, el país debe aumentar los estándares de las tecnologías que pueden ser comercializadas buscan restringir el ingreso de tecnologías ineficientes y/o contaminantes. En este sentido, para la validación de los indicadores es necesaria la inversión en un laboratorio certificador colombiano que, bajo protocolos internacionales de prueba, genere los valores de rendimientos y emisiones para cada vehículo; en este sentido, reconociendo la existencia de diferentes pisos térmicos (altitud) en el país es necesario definir indicadores diferenciales. Deberá existir una plataforma de información para los ciudadanos y posteriormente, se podrán adoptar restricciones al ingreso de tecnologías ineficientes y/o medidas de restricción a la circulación por zonas urbanas. Por último, la etiqueta debe presentar información de beneficios tributarios (aplicables a las tecnologías limpias como vehículos híbridos y eléctricos) aplicables al vehículo.

El proceso de implementación es responsabilidad del gobierno nacional y requiere normalizar los estándares de medición y sitios de prueba, y será fundamental la socialización y participación de todos los actores. La experiencia en otros países de la región que han sacado adelante este mecanismo como Chile muestra la necesidad de un trabajo continuo con los fabricantes y comercializadores de la industria automotriz, esto al reconocer que la etiqueta puede generar efectos en sus proyecciones de ventas y en sus planes de producción y comercialización.

Es importante tener en cuenta la experiencia colombiana alrededor de la etiqueta de eficiencia energética en electrodomésticos. Este proceso fue largo y diferentes actores apostaron a dilatar la implementación de la medida. La etiqueta se implementó pero pasaron varios años antes de ser funcional y entregara la información al usuario. Hoy existen algunas dudas sobre de la veracidad de las cifras que muestran algunos fabricantes de tecnologías en los empaques, sin embargo, todo electrodoméstico que se comercializa en el país reporta la etiqueta. Lamentablemente, no hay total garantía acerca de que un usuario tome decisiones de compra de un producto por indicadores de eficiencia energética.

### **3. CONCLUSIONES**

Se reconoce la existencia de múltiples factores que inciden en la intención de compra de un vehículo. La marca, el diseño, la potencia, las prestaciones, los elementos complementarios, las ofertas comerciales, el financiamiento, las referencias de la marca. Realizadas encuestas entre potenciales compradores en el contexto nacional se encontró que el rendimiento de combustible es un aspecto importante pero no decisivo al momento de comprar un vehículo. En este sentido, será muy importante desde el gobierno nacional la socialización de la etiqueta entre la sociedad para generar el impacto deseado.

La etiqueta vehicular se considera una medida informativa hacia los usuarios que los persuade hacia la adquisición de vehículos más eficientes y por ende menos contaminantes acercando a Colombia a las metas de reducción de emisiones adquiridas en el COP21. La inclusión de un etiquetado vehicular en pro de la eficiencia energética y reducción de emisiones contaminantes promueve un ahorro de combustible a nivel país y a nivel consumidor, y propende además por el mejoramiento de la calidad del aire y en la reducción de gases efecto invernadero. Como resultado, el etiquetado vehicular genera un cambio en la composición del parque vehicular nacional, nuevas culturas entre los usuarios de vehículos, mejores condiciones urbanas y mayor competitividad del país.

La etiqueta vehicular para vehículos ligeros debe orientarse a carácter restrictivo, para lo cual es indispensable la aplicación rigurosa de la normatividad, generando así, un ambiente de competencia entre los fabricantes que impulsará la inclusión de nuevas y mejores tecnologías en los vehículos que ingresan al país.

El desarrollo de una etiqueta vehicular requiere de un compromiso económico gubernamental, puesto que, con el ánimo de reflejar cifras de consumo de combustible y emisiones reales es necesario la incorporación un centro de homologación vehicular adscrito al Ministerio de Transporte que cuente con laboratorios de pruebas propios para llevar a cabo el proceso de homologación vehicular, de este modo se garantiza que los valores proporcionados por los fabricantes y consignados en las etiquetas, bien sea por la importación de vehículos o ensamble de los mismos en el territorio nacional, se ajusten a la calidad de los combustibles colombianos.

Dado que los compradores son el receptor final de la etiqueta, con ánimo de entregar información que se ajuste a la realidad y proteger los derechos del consumidor, es imprescindible realizar un estudio detallado para los ciclos de manejo en altitudes propias de las condiciones geográficas colombianas, que resulten en un valor referencial de aumento de consumo de combustible para diferentes altitudes.

El primer paso de las etiquetas en el país debe orientarse a vehículos ligeros, pero se debe ampliar su cobertura de cumplimiento a otros segmentos como carga, transporte público y motocicletas. Asimismo, la actualización de la norma debe ser permanente según se desarrollen nuevas tecnologías en los diferentes segmentos del transporte, manteniendo al país en los más altos estándares.

Tomando como referencia las etiquetas de emisiones vehiculares aplicadas en Europa, el país debe unificar una etiqueta para los dos aspectos: eficiencia energética y emisiones contaminantes. El propósito es tener una etiqueta que sensibilice a los compradores en términos ambientales y en los potenciales ahorros económicos asociados al consumo de combustibles.

Las etiquetas son una herramienta fundamental para definir planes de movilidad urbana sostenible en las ciudades del país. Zonas bajas o cero emisiones en sectores céntricos, corredores verdes o cero emisiones de transporte público, son algunos proyectos que podrían estar alineados con los planes de eficiencia energética que se definen desde el gobierno nacional.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

Environmental Protection Agency EPA (2011). Fuel Economy. Regulations and Standards. Extraído de: [https://archive.epa.gov/epapages/newsroom\\_archive/comunicadosdeprensa/9f473e018a34205e8525789a005d3518.html](https://archive.epa.gov/epapages/newsroom_archive/comunicadosdeprensa/9f473e018a34205e8525789a005d3518.html)

Gobierno de Colombia (2015). Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional iNDC. Obtenido de CMNUCC: <http://www.minambiente.gov.co/>

Ministerio de Transporte (2017). Anuario estadístico sector transporte en Colombia.

OTAQ (2011). A New Generation of Labels for a New Generation of Vehicles. Obtenido de Fuel Economy and Environment Labels: <https://www3.epa.gov/carlabel/index.htm>

Sierra M.A. (2017). Propuesta de etiquetado vehicular en pro de la eficiencia energética y reducción de emisiones GEI para Colombia basada en experiencia internacional. Universidad de La Salle. Colombia.

Unidad de Planeación Minero y Energética UPME (2017). Cifras consumo energético en Colombia. Subdirección de demanda de energía. Colombia.

Unidad de Planeación Minero y Energética UPME (2015). Colombia: Ideario Energético 2050. Obtenido de Plan Energético Nacional: <http://www.upme.gov.co/>

# LOS PLANES MAESTROS DE MOVILIDAD Y ESPACIO PÚBLICO COMO INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN URBANA INTEGRAL. LECCIONES APRENDIDAS EN IBAGUÉ, COLOMBIA

**Miguel Andrés Castillo**

Cal y Mayor y Asociados, Bogotá, Colombia – macastillo@calymayor.com.mx

**Mauricio Alberto Sánchez**

Cal y Mayor y Asociados, Bogotá, Colombia – vandepons@gmail.com

**Geovanni Infante Malagón**

Cal y Mayor y Asociados, Bogotá, Colombia – ginfante@calymayor.com.mx

**Moisés López Cantú**

Cal y Mayor y Asociados, Monterrey, México – moises.lopez.cantu@gmail.com

## RESUMEN

Históricamente, la planeación de los sistemas de movilidad y espacio público en las ciudades colombianas se ha realizado de manera independiente y desarticulada, comprometiendo la eficiencia y efectividad en la planeación estratégica de las ciudades y en la conformación y en el accionar de sus instituciones. En ese contexto, en la política nacional de planeación urbana se está promoviendo un proceso de redireccionamiento orientado bajo una premisa: el sistema de movilidad y el sistema de espacio público están altamente relacionados y su planeación se puede desarrollar de manera integral bajo un único instrumento denominado Plan Maestro de Movilidad y Espacio Público (PMMEP). El presente trabajo presenta las lecciones aprendidas en la elaboración del PMMEP para la ciudad de Ibagué, Colombia, entendido como un ejercicio pionero en el país en materia de planeación integral del sistema de movilidad y espacio público, con el fin de señalar la importancia de realizar una planeación conjunta de ambos sistemas en el ámbito conceptual y operacional, así como los principales retos y oportunidades encontrados para replicar este ejercicio de planeación integral en otras ciudades del país y de América Latina.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades colombianas y latinoamericanas han experimentado durante las últimas décadas un crecimiento acelerado en población y territorio, agudizado por procesos de urbanización informal, espontáneos y no planificados. Ante esta problemática y la prospectiva de progresión en los procesos de urbanización durante las próximas décadas, los gobiernos nacionales y locales han visto la necesidad de desarrollar instrumentos de planeación territorial que orienten progresivamente el crecimiento de las ciudades de una manera organizada, eficiente y de calidad para sus habitantes.



En particular, en Colombia la Ley 388 de 1997 designó a los planes de ordenamiento territorial (POT) como el instrumento marco de planeación del territorio en las ciudades colombianas de más de 100.000 habitantes, del cual se derivan otros instrumentos de planeación que desarrollan y complementan al POT en diferentes componentes del territorio, tales como los planes de movilidad, de equipamientos, de servicios públicos y de espacio público.

Posteriormente, los planes de movilidad se reglamentaron mediante la Ley 1083 de 2006 y el Decreto 798 de 2010 como instrumentos de planeación territorial derivados del POT, cuyo fin principal es avanzar hacia la consolidación de un modelo de movilidad sostenible donde se de prelación a los modos alternativos de transporte (desplazamiento peatonal y en bicicleta) y los sistemas de transporte público, articulando los sistemas de movilidad con la estructura urbana propuesta en el Plan de Ordenamiento Territorial.

Por otro lado, la planeación del espacio público se reglamentó en primera instancia mediante el Decreto 1504 de 1998 donde se determinó la importancia del espacio público dentro de los POT al establecer que el espacio público es el elemento articulador y estructurante fundamental del espacio en la ciudad y que los entes territoriales deben dar prelación a la planeación, construcción, mantenimiento y protección del espacio público sobre los demás usos del suelo en el ordenamiento del territorio bajo la prelación del bien común al particular.

Si bien inicialmente se planteó que la planeación del espacio público se realizaría dentro de los POT al establecer el Artículo 8° del mencionado decreto los elementos sobre los que debería versar el POT en materia de espacio público, en la práctica se ha observado que las entidades territoriales en Colombia han optado por desarrollar de manera complementaria al POT los denominados planes maestros de espacio público, tal y como sucedió en el caso de Bogotá D.C. mediante el Decreto 215 de 2005.

A raíz de estas normativas nacionales desarticuladas y la práctica liderada por ciudades como Bogotá D.C., la planeación de los sistemas de movilidad y espacio público en las ciudades colombianas se ha realizado de manera independiente en sendos planes maestros, condicionando la posibilidad de una planeación integrada entre dos elementos de la ciudad estrechamente relacionados con el ordenamiento del territorio, y estrechamente relacionados entre sí, toda vez que la movilidad se desarrolla en el espacio público y el espacio público es aprovechado a través de las necesidades de movilidad de los habitantes. De hecho, cabe señalar que esta necesidad de planeación urbana integral desde el componente de movilidad y espacio público se señaló como parte de los objetivos del programa de Ciudades Amables del Gobierno Nacional al trazarse como alcance estructurar e implementar intervenciones

integrales de movilidad y desarrollo urbano que se articulen con el ordenamiento territorial.

En ese contexto, el presente artículo presenta la experiencia obtenida por los autores al desarrollar un ejercicio de planeación urbana integrada que articula un plan maestro de movilidad y un plan maestro de espacio público en un solo instrumento de planeación, realizado en la ciudad de Ibagué, Colombia; esto con el fin de destacar la importancia que trae para las ciudades realizar una planeación urbana integrada, así como los retos que supone esta nueva propuesta de planeación. Para ello, en primer lugar, se presenta un resumen del marco conceptual en materia de planes maestros de movilidad y espacio público en Colombia, seguido de un diagnóstico en estos asuntos para el caso particular de Ibagué y en tercer lugar la formulación del marco lógico que articula la planeación del plan maestro de movilidad y espacio público en Ibagué. Finalmente, se presentan las conclusiones de los autores sobre este ejercicio de planeación urbana integrada.

## **2. MARCO CONCEPTUAL**

De acuerdo con la normativa vigente en materia de planes maestros de movilidad y espacio público para ciudades colombianas, a continuación, se enuncian los elementos que deben orientar por separada la elaboración de cada uno de estos instrumentos de planeación.

### **2.1. Planes maestros de movilidad**

De acuerdo con lo establecido en la Ley 1083 de 2006 los planes maestros de movilidad deben contener los siguientes elementos:

- Identificar los componentes relacionados con la movilidad, incluidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, tales como los sistemas de transporte público, la estructura vial, red de ciclorrutas, la circulación peatonal y otros modos alternativos de transporte
- Articular los sistemas de movilidad con la estructura urbana propuesta en el Plan de Ordenamiento Territorial
- Reorganizar las rutas de transporte público y tráfico sobre ejes viales que permitan incrementar la movilidad y bajar los niveles de contaminación
- Crear zonas sin tráfico vehicular, las cuales serán áreas del territorio distrital o municipal
- Crear zonas de emisiones bajas

- Incorporar un Plan Maestro de Parqueaderos, el cual deberá constituirse en una herramienta adicional para fomentar los desplazamientos en modos alternativos de transporte

De lo establecido anteriormente se destaca la importancia que tiene en la elaboración de los planes maestros de movilidad el fomento hacia modos de movilidad no motorizados (bicicleta y a pie) que requieren necesariamente de un espacio público de transición de calidad para su protección, comodidad y prelación. Adicionalmente, al promoverse estos modos de transporte desde los planes maestros de movilidad se está promulgando formas de movilidad activa que posibilitan el aprovechamiento del espacio público, denotando una presencia importante del espacio público en la formulación de los planes maestros de movilidad.

## **2.2. Planes maestros de espacio público**

De otra parte, la normativa vigente en materia de planeación del espacio público establece los elementos que constituyen el espacio público natural y construido, entre los que se destacan las áreas para la conservación y preservación natural orográfica e hidrográfica, áreas de especial interés paisajístico, áreas de los perfiles viales vehiculares y peatonales, áreas articuladoras de espacio público (plazas, parques, cesiones, escenarios al aire libre, etc.) y áreas para la preservación de las obras de interés público, conforme se ilustra en la Figura 1. De lo anterior se destaca la presencia de las vías vehiculares y peatonales como elemento constitutivo fundamental del espacio público, denotando que el espacio público es el medio articulador mediante el cual se desarrolla el sistema de movilidad.

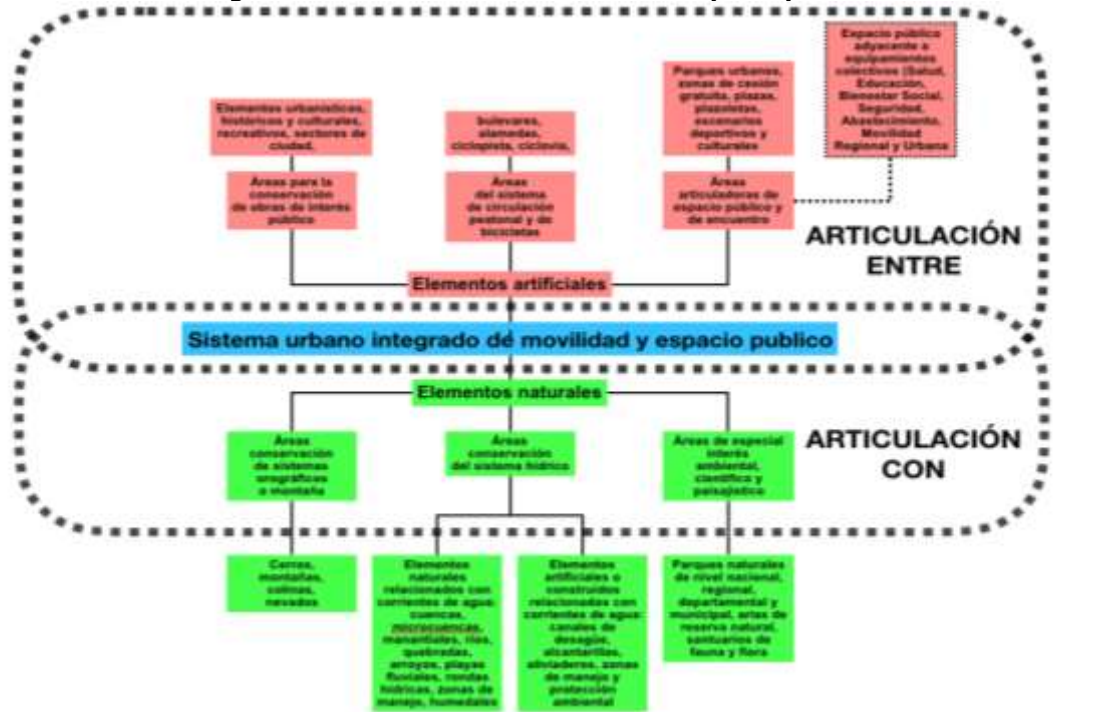
Adicionalmente, la normativa (Decreto 1504 de 1998) establece las directrices mínimas en materia de planeación de espacio público:

- Definición de políticas, estrategias y objetivos del espacio público en el territorio municipal
- La conformación del inventario general de los elementos constitutivos del espacio público en el área urbana y rural
- La definición del sistema de enlace y articulación entre los diferentes niveles y las acciones y proyectos necesarios para consolidar y complementar este sistema
- La definición de la cobertura de espacio público por habitante y del déficit cualitativo y cuantitativo, existente y proyectado
- La definición de proyectos y programas estratégicos que permitan suplir las necesidades y desequilibrios del espacio público en el área urbana en el

mediano y largo plazo con sus respectivos presupuestos y destinación de recursos

- La definición de estrategias para su preservación y mantenimiento

**Figura 1. Elementos constitutivos del espacio público**



Dentro de las directrices nacionales de planeación se presenta otro hecho integrador para avanzar hacia una planeación conjunta del espacio público y la movilidad al señalar que el espacio público debe planearse, diseñarse, construirse y adecuarse de tal manera que facilite la accesibilidad a las personas con movilidad reducida, de manera consistencia con el principio de accesibilidad universal en la planeación de los sistemas de movilidad.

Finalmente, se amplían dos conceptos relevantes a la planeación del espacio público: el déficit cuantitativo de espacio público entendido como la carencia o insuficiente disponibilidad de elementos de espacio público con relación al número de habitantes permanentes del territorio y el déficit cualitativo que está definido por las condiciones inadecuadas para el uso, goce y disfrute de los elementos del espacio público que satisfacen necesidades, colectivas por parte de los residentes y visitantes del territorio.

### 3. SINTESIS DEL DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MOVILIDAD Y ESPACIO PÚBLICO EN IBAGUÉ, COLOMBIA

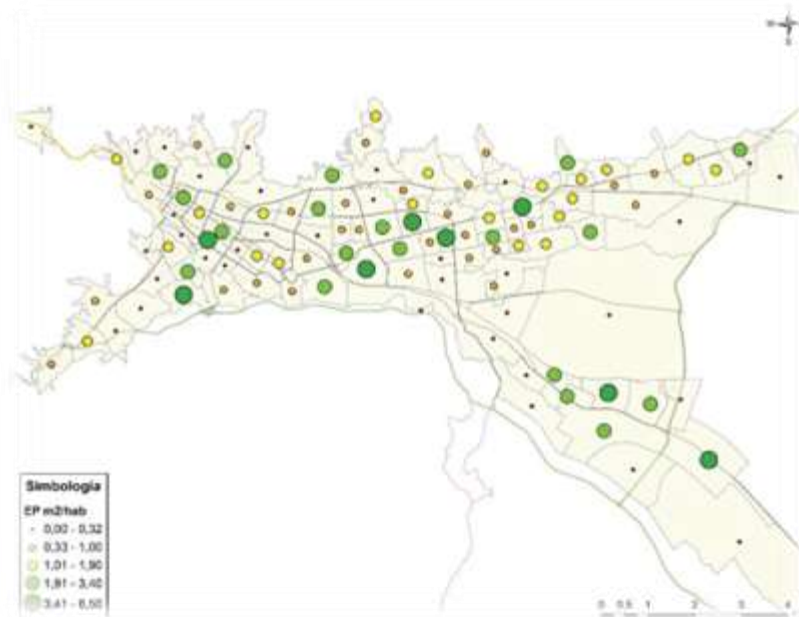
Como punto de partida para realizar la planeación urbana integral del sistema de movilidad y espacio público en cualquier ciudad, se debe establecer un diagnóstico sobre la calidad y suficiencia de los mismos, así como su articulación entre sí y con el ordenamiento territorial. En este orden de ideas, a continuación, se sintetiza el diagnóstico realizado sobre la materia para el caso particular de Ibagué como caso de estudio de esta experiencia de planeación urbana integral.

En primer lugar, cabe señalar que Ibagué es una ciudad de aproximadamente 564.700 habitantes con una densidad media bruta de 185 habitantes/hectárea que ha experimentado en las últimas décadas una expansión desordenada y extensiva en su suelo hacia la periferia donde se localiza la población de menores ingresos socioeconómicos, situándose en ocasiones en zonas de alta vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa o invasión de rondas hídricas que los marginan demográfica y geográficamente, además de limitar sus opciones de movilidad y la cantidad y calidad de espacio público.

A pesar de contar con diversos recursos naturales de montaña, planicie y río, el inventario de espacio público en Ibagué permitió concluir que existe un claro déficit cuantitativo de espacio público correspondiente a 1,3 m<sup>2</sup> por habitante, muy inferior a los estándares recomendados de 10 a 15 m<sup>2</sup> por habitante. Adicionalmente, se observó que aquellas poblaciones más vulnerables situadas en las regiones periféricas del territorio tienen hasta diez (10) veces menos de espacio público por habitante que las poblaciones ubicadas en la parte central de la ciudad y caracterizadas por mayores ingresos socioeconómicos, conforme se ilustra en la Figura 2.

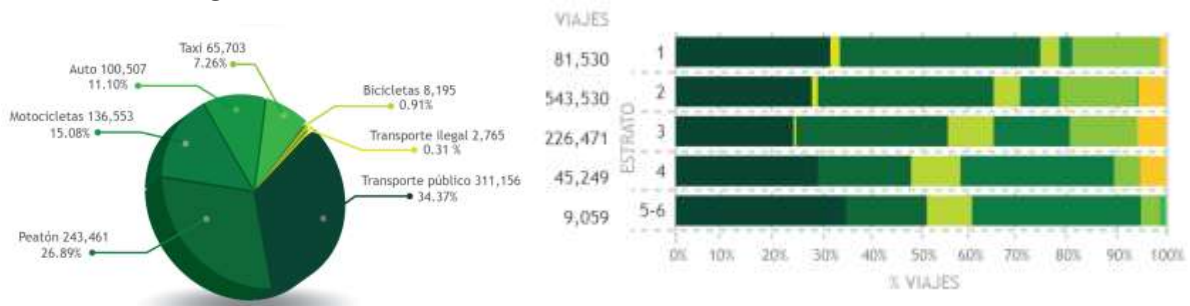
Adicionalmente, en el marco del presente estudio se realizó por primera vez en el país una encuesta domiciliaria de percepción del espacio público, realizada en conjunto con la encuesta domiciliaria de movilidad, lo que permitió identificar que aproximadamente el 16% de los encuestados manifestaron que los espacios públicos son de una calidad deficiente, otro 45% afirmó que estaban en condición regular, otro 7% que no existían condiciones para acceder a su disfrute y apenas el 32% señaló estar en buen estado; señalándose a la invasión del espacio público por el comercio informal y los vehículos como elementos importantes en la degradación del espacio público.

**Figura 2. Espacio público efectivo por habitante en Ibagué**



Desde el punto de vista de la movilidad se identificó a través de la encuesta domiciliaria que los modos sustentables como el transporte público colectivo, la bicicleta o los viajes a pie aún representan el 62% de los más de 905.000 viajes diarios realizados en la ciudad, pero que estos modos han perdido una participación de 10 puntos porcentuales en la última década (ver Figura 3). Asimismo, se caracterizó que estos modos son empleados principalmente por personas de estratos bajos marginadas geográfica y demográficamente. Justamente sobre la inequidad en la participación dentro del sistema de espacio público cabe señalar que además de contar con bajos niveles de espacio público, las personas de menor condición social se ven relegadas a mayores tiempos de viaje y menores índices de movilidad.

**Figura 3. Partición modal de viajes general y por estrato para Ibagué**



En materia de espacio público de transición para peatones y ciclistas se caracterizó que la ciudad cuenta con una red de ciclorrutas de menos de un kilómetro de extensión en el área urbana y que en el 25% de la red vial principal y en el 50% de la red local el espacio público para peatones es inferior a 1,5 m de ancho, por debajo de lo establecido normativamente, observándose una preponderancia del espacio público destinado a vehículos y no así a peatones o ciclistas, que contribuyen a un

modelo de espacio público y de movilidad inequitativo y poco sustentable; de hecho, el 46% de las personas encuestas manifestaron que el estado de andenes y ciclorrutas es deficitario o regular y que el 84% de ese espacio público no permite el acceso universal a personas con movilidad reducida.

Finalmente, dentro del diagnóstico integral se identificaron procesos de invasión y degradación del espacio público por el estacionamiento de vehículos en vías principales y entorno a plazas de mercado, degradación e invasión de las rondas hídricas que perdieron su carácter de preservación y conservación, además de observar que los motivos de viaje de recreación están destinados particularmente a centros comerciales ante la falta de espacios públicos efectivos de calidad para su disfrute y apropiación ciudadana.

#### **4. FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD Y ESPACIO PÚBLICO (PMMEP) PARA IBAGUÉ**

A partir del diagnóstico realizado se identificaron cinco problemáticas del sistema de movilidad y espacio público: i) degradación y desarticulación de elementos naturales, ii) segregación del espacio público efectivo, iii) disminución de viajes en modos sustentables, iv) déficit cuantitativo de espacio público y v) déficit cualitativo. Con base en esas líneas bases del diagnóstico, que comprenden un análisis integral del sistema de movilidad y espacio público, se formularon los objetivos del PMMEP para revertir esas problemáticas y se construyó mediante un proceso de participación social la visión de ciudad que se quiere en materia de movilidad y espacio público.

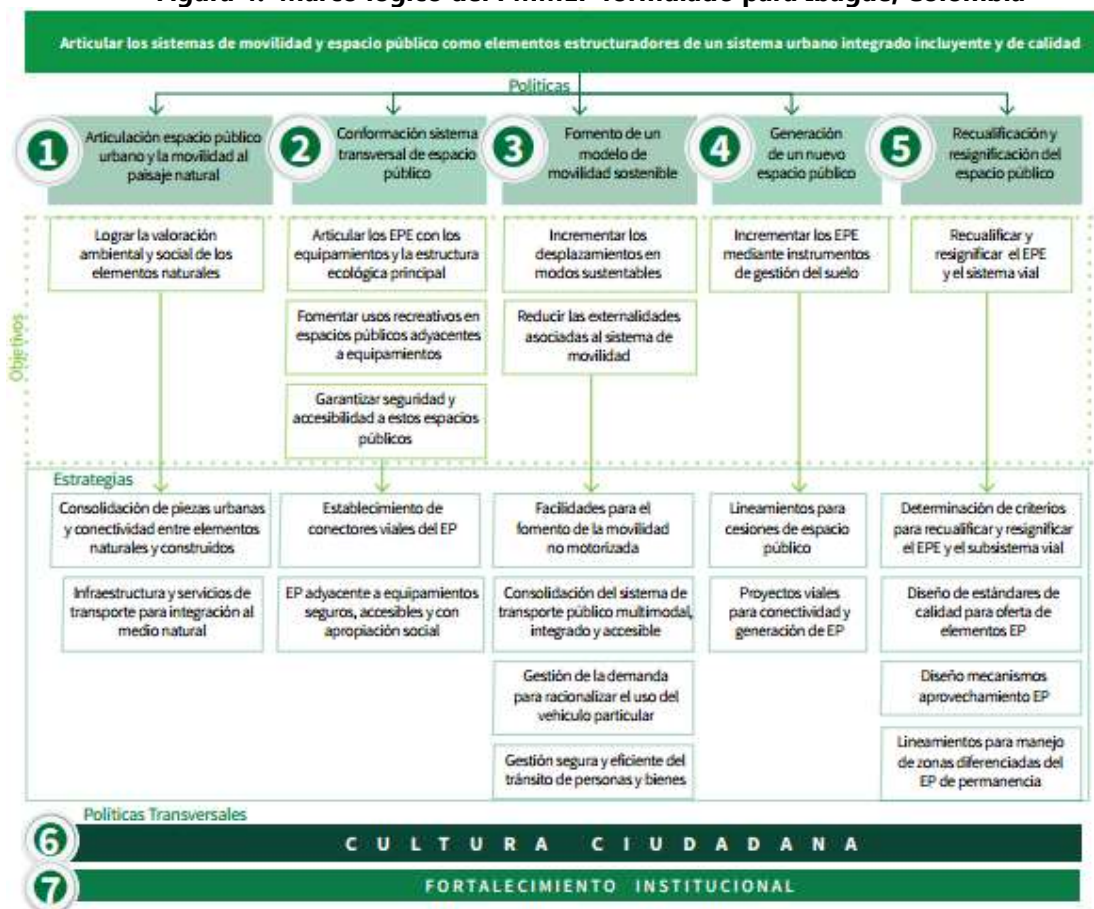
A manera de objetivo principal del PMMEP se determinó la importancia de articular el sistema de movilidad y espacio público como elementos estructurantes de un sistema urbano integrado incluyente y de calidad. De esta forma se introduce un concepto fundamental dentro del ejercicio de planeación urbana integrada realizado en este estudio: el sistema urbano integrado, constituido por los elementos naturales y contruidos del espacio público, que se articulan a partir del sistema de movilidad (no solo físico sino de servicios y regulación) y que en conjunto estructuran el territorio. Adicionalmente, se plantea la necesidad de que ese sistema urbano integrado sea de acceso universal y que contribuya a un modelo de ciudad más equitativo.

Asimismo, la visión de ciudad construida mediante un proceso de participación social para los componentes de movilidad y espacio público fue la siguiente: "*Ibagué, paisaje de montaña, planicie y río, será para el 2030 una ciudad con un sistema de espacio público natural y construido en estrecha articulación con el sistema de movilidad sostenible y altos niveles de aprovechamiento, uso, disfrute y apropiación ciudadana, en un marco de inclusión, respeto y responsabilidad social y con el medio*

*ambiente*". Destacándose de esta visión integradora del espacio público y la movilidad la valorización del espacio público natural, la búsqueda de calidad de vida a través de la oferta y conectividad de espacios públicos de calidad y formas de movilidad sostenibles.

Posteriormente, de la visión y del objetivo central del PMMEP se determinaron las políticas, objetivos específicos y estrategias que constituyen el marco lógico de este instrumento de planeación, identificándose cinco (5) políticas principales orientadas a superar el déficit de calidad y cantidad de espacio público, a fomentar modos de transporte sostenibles y articular entre sí los espacios públicos construidos y naturales mediante una red transversal de espacio público, definida a partir de este estudio como el conjunto de facilidades para la movilidad peatonal y ciclística que conecten los espacios públicos y equipamientos de la ciudad de forma segura, accesible y continua para el goce y aprovechamiento de la ciudadanía de su territorio, mitigando el impacto ambiental por las necesidades de movilidad sobre el mismo. A continuación, se presenta el marco lógico del PMMEP formulado para la ciudad de Ibagué.

**Figura 4. Marco lógico del PMMEP formulado para Ibagué, Colombia**



A continuación, se ilustran las políticas formuladas por el PMMEP de Ibagué, orientadas hacia la conformación de un sistema urbano integrado y que conllevan a



dos metas de planeación estratégica: aumentar el índice de metros cuadrados de espacio público por habitante a más de 5 m<sup>2</sup>/hab en 12 años y aumentar la partición modal al 72% para modos sustentables; destacando que ambos hechos están estrechamente relacionados: mejorar la cantidad y calidad de espacio público fomenta los desplazamientos a pie, en bicicleta y transporte público.

**Figura 5. Políticas del PMMEP de Ibagué**



Finalmente, para el desarrollo de estas cinco (5) políticas principales se establecieron catorce (14) estrategias y más de ciento y ocho (108) proyectos específicos que tienen elementos transversales entre políticas y le brindan un carácter de integralidad al plan maestro de movilidad y espacio público.

A manera de ilustración sobre la transversalidad e integralidad de la formulación del PMMEP se destacan las estrategias de infraestructura y servicios de transporte para integración al medio natural que busca conectar el espacio público natural de montañas y ríos de Ibagué a través de senderos ecológicos aptos para ciclo montañismo y mejoramiento de vías rurales con espacio público de calidad para peatones y ciclistas. Asimismo, la estrategia de conectores para la conformación de la red transversal de espacio público efectivo busca generar corredores peatonales y ciclísticos en torno a las rondas hídricas de Ibagué para conservar y preservar esos espacios públicos, sumado al hecho de brindar ejes transversales de movilidad en modos alternativos compatibles con el carácter de protección y conservación.

Otro ejemplo fundamental de una formulación integral entre el espacio público y la movilidad es la estrategia de consolidación de un espacio público accesible y seguro en torno a los equipamientos urbanos (colegios, hospitales y recreacionales) de Ibagué con lo cual se busca facilitar las condiciones de acceso y goce del espacio común para toda índole de personas, incluyendo aquellos actores de la movilidad que son más vulnerables: niños y adultos, peatones y ciclistas, y personas con movilidad reducida. Igualmente, desde la política de movilidad sostenible se incorporaron elementos integrales a la planeación del espacio público tales como el programa de regulación de estacionamientos, en el cual se regula el uso del espacio público para esta actividad y se cobra por el mismo como mecanismo de captura de valor.

En aras de articular la planeación entre el sistema de espacio público y de movilidad se formuló adicionalmente una estrategia de generación de nuevo espacio público de calidad en todos los proyectos viales definidos a corto, mediano y largo plazo para la ciudad, de tal manera que los mismos deberán incluir ciclorrutas y andenes adecuados para el tránsito de modos alternativos. En ese mismo orden de ideas, se redefinieron los perfiles viales de la ciudad para mejorar la cantidad y calidad de espacio público destinado al tránsito de peatones, en lo que se determinó como estrategia de recualificación del espacio público de transición en la ciudad.

Y, por último, se destaca dentro la formulación dentro de la política de movilidad sostenible el programa de desarrollos orientados al transporte (DOT), vinculado a la estrategia de fortalecimiento del transporte público, que integra por igual facilidades de transporte, espacios públicos y desarrollo urbano en un concepto articulador de planificación urbana integral. Estos DOTs, de acuerdo con la formulación del PMMEP de Ibagué, están supeditados a la mezcla y densidades de usos del suelo que formule el POT (lo cual puede representar una condicionante) y se localizaron en torno a estaciones de transporte masivo previstas para el sistema de movilidad de la ciudad, que se complementan con la generación de espacio público de calidad para garantizar la accesibilidad de peatones y ciclistas a estas facilidades.

En conclusión, la formulación del presente PMMEP integra en materia conceptual, normativa y de gestión la planeación del espacio público y de movilidad como elementos estrechamente entrelazados entre sí y con el ordenamiento territorial, en aras de promover un nuevo enfoque de planeación urbana, más integral y comprensiva que el enfoque tradicional de planeación independiente y desarticulada, para su posterior estudio y replica en otras ciudades conclusiones y de américa latina.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Decreto 1504 de 1998 "Por el cual se reglamenta el manejo del Espacio Público en los Planes de Ordenamiento Territorial"

Departamento Nacional de Planeación (DNP). "Construir Ciudades Amables" de la Visión Colombia 2019, II Centenario

Documento CONPES 3305 de 2004, "Lineamientos para Optimizar la Política de Desarrollo Urbano"

Ley 1083 de 2006 "Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones"

UN-HABITAT, State of the World Cities: 2012/2013. Disponible en: <http://mirror.unhabitat.org/categories.asp?catid=559>



## MODOS NO MOTORIZADOS

# SISTEMA DE BICICLETA PÚBLICA “MIBICI” EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, MÉXICO.

**Dr. Mario Córdova España**

Comité de expertos de la Asociación Latinoamericana de Sistemas Integrados para la Movilidad Urbana Sustentable / Instituto de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco /Universidad de Guadalajara / Instituto de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno. Zapopan, México.  
mcordova920@me.com

## RESUMEN

El Sistema de Bicicleta Pública “Mibici” del Área Metropolitana de Guadalajara, México, es un sistema que, a pesar de su corta edad, ha logrado colocarse entre los más importantes de Latinoamérica. El presente texto expone la importancia de la visión de la Movilidad Urbana Sustentable en el diseño de políticas públicas en materia de movilidad y señala a “Mibici” como un caso exitoso que muestra que los medios de transporte alternativos al auto privado sí son una opción para las grandes ciudades con altas tasas de motorización.

### 1. UN MUNDO MÁS URBANO Y MOTORIZADO

La migración hacia las ciudades es un fenómeno que ha ido en aumento aceleradamente desde mediados del siglo XX. En 1950 el 29% de la población del mundo vivía en zonas urbanas, en 1965 pasó a ser el 36% y para 1990 el 50% (Tickell, 2008). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) hasta el 2014 el 54% de la población mundial vivía en las ciudades, un estimado al año 2025 señala que la cifra llegará al 66% (ONU, 2014). Actualmente, casi 4,000 ciudades en el mundo tienen 100,000 de habitantes o más (Shlomo, 2015).

En Latinoamérica, de acuerdo con información de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), la población urbana en el año 2010 era de 441 millones de habitantes, para el año 2020 se prevé que sea de 531 millones, y de 597 millones para el año 2030 (CEPAL, 2008).

Mientras que en muchas ciudades europeas el crecimiento urbano fue planeado bajo condiciones de accesibilidad, caminabilidad, usos mixtos de suelo, vivienda vertical y espacio público, la mayoría de las ciudades latinoamericanas crecieron bajo una noción errónea de progreso y modernidad fundamentada en la expansión urbana, la motorización individual y la construcción de infraestructura vial para el automóvil, dando lugar al aumento incontenible de las *ciudades dispersas*.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> La definición de ciudades dispersas utilizada en este texto se basa en la propuesta de Muñiz y García-López quienes la definen como “un proceso de expansión urbana que implica la descentralización de la población y del

Para los años ochenta la crisis urbana en distintos puntos del globo ya apuntaba a una compleja problemática en términos de sustentabilidad. El crecimiento fragmentado y las altas tasas de motorización contaminaron el aire y mermaron las zonas naturales, y el uso de energía para mantener las ciudades en movimiento aumentó considerablemente. En este contexto los costos económicos y ambientales se incrementaron a nivel micro y macro. La contaminación atmosférica y acústica aumentó significativamente así como el consumo de combustibles fósiles. La inversión pública en las ciudades seguía favoreciendo al transporte privado relegando las formas de movilidad urbana sustentable como el transporte público y la bicicleta para las clases menos favorecidas.

En Latinoamérica el declive urbano y ambiental también se manifestó en una aguda crisis social con marcadas desigualdades entre quienes podían acceder a la ciudad y quienes tenían que conformarse y sobrevivir con un entorno próximo decadente e insuficiente. En palabras de Lizárraga "si bien las consecuencias de esos cambios son distintas según las características institucionales, sociales y económicas de las ciudades, los efectos más perversos se sienten en los países menos desarrollados" (2006, pág. 284).

## **2. LA MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE**

A medida que el discurso de la sustentabilidad avanzó en las distintas disciplinas, fue cada vez más difícil sostener que las ciudades altamente motorizadas tenían alguna ventaja sobre aquellas cuyos habitantes utilizaban más el transporte público y medios no motorizados como la bicicleta.

La Movilidad Urbana Sustentable (MUS) es un concepto en proceso de construcción a través de las buenas prácticas en diversas ciudades del mundo como New York, Madrid, Barcelona, París, Londres, Copenhague, Ámsterdam, Curitiba, Bogotá y Medellín. Sin embargo, la MUS se podría definir, en síntesis, con base en diversos autores, como aquella capaz de maximizar la interacción social, económica y ambiental de manera equitativa, incluyente, eficiente y saludable, favoreciendo la proximidad, la accesibilidad universal y la conectividad urbana con preferencia al uso eficiente e intermodal del transporte no motorizado y del transporte público.

Las premisas básicas de éste nuevo paradigma son:

### **1. Derecho Social a la Movilidad.**

---

empleo siguiendo un modelo i) desconcentrado, ii) poco denso, iii) discontinuo, y iv) falto de estructura, aleatorio o caótico". (Muñiz & García-López, 2013, pág. 192). Esta conceptualización la presentan a partir del análisis del término *urban sprawl* desde distintos autores y aproximaciones demostrando la "elasticidad" del dicho término en la literatura urbanística.

2. Desarrollo Urbano Orientado al Transporte Público Colectivo y a la Movilidad No Motorizada.
3. Territorio urbano próximo, accesible y conectado por medios de transporte no motorizado y transporte público colectivo.
4. Preferencia a la movilidad activa (peatonal y ciclista).
5. Accesibilidad urbana universal.
6. Preferencia al transporte público colectivo.
7. Integración intermodal.
8. Transporte público colectivo con alta calidad del servicio.
9. Espacio vial compartido.
10. Áreas y calles urbanas de velocidad reducida (30 km/hr).
11. Seguridad vial "visión cero".
12. Uso compartido del transporte privado.
13. Servicios públicos de transporte privado bajo demanda.
14. Gestión inteligente del tránsito.
15. Distribución logística de bienes y servicios.
16. Reducción del consumo energético.
17. Uso de energías de bajas emisiones de carbono.
18. Transporte urbano con bajos niveles acústicos

La MUS entonces, tiene como objetivo crear entornos urbanos más humanos y sanos a través de infraestructura, equipamiento y medios de transporte sustitutos al transporte privado motorizado, y a través de redes no motorizadas y de transporte público integradas a una mayor densidad y diversidad de espacios públicos y privados.

Con éste propósito, los proyectos que propicien la proximidad y mejoren la caminabilidad, la ciclo-inclusividad y la conectividad intermodal de nuestras ciudades es esencial, y en particular aquellos modos de transporte que puedan configurarse de manera ordenada y sistémica.

En éste contexto, los sistemas de transporte público individual denominados Sistemas de Bicicletas Públicas (SBP) han permitido mejorar sustantivamente el desplazamiento urbano de manera eficiente y saludable, contribuyendo a la reducción de los impactos negativos de la movilidad motorizada individual, generando condiciones de equidad para que el mayor número de personas puedan acceder a ellos y disminuyendo la brecha social que el automóvil ha creado.

### **3. LA IMPORTANCIA DE LA MOVILIDAD NO MOTORIZADA Y LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE BICICLETAS PÚBLICAS**

Según Marc Augé “la bicicleta llega a ser el símbolo de un futuro ecológico para la ciudad del mañana y de una utopía urbana que terminaría reconciliando a la sociedad consigo misma” (2009, pág. 51). Sin dejar de ser crítico y cuidadoso con la idealización que rodea el uso de la bicicleta, desde su perspectiva antropológica, el autor reconoce el “regreso” de la bicicleta a las ciudades y las bondades de su utilización. La bicicleta no sólo tiene beneficios ambientales, físicos y psicológicos, sino que corresponde una opción de movilidad que genera condiciones de equidad e igualdad entre los habitantes. Una ciudad que se conecta a través de medios no motorizados genera entornos más amables para todos, contrarios a la hostilidad de espacios urbanos dominados por el transporte motorizado caracterizados por el ruido, la contaminación, y la accidentalidad donde el peatón y el ciclista son marginados del espacio público y se mueven bajo riesgos latentes.

Así, después de las consecuencias heredadas por la proliferación del automóvil privado, las políticas públicas relacionadas con la movilidad urbana en las ciudades se enfocan cada vez más en la promoción del transporte sustentable integrado por el Transporte Público Masivo, el Transporte Público Colectivo y los Sistemas de Bicicleta Pública (SBP).

Los SBP consisten en una red de estaciones de préstamo o alquiler de bicicletas para realizar viajes cortos que se complementa con el sistema de transporte público. Algunos de los beneficios de la implementación de dichos sistemas son (ITDP, 2015, págs. 14-15):

- Reducen la congestión vial y mejoran la calidad del aire.
- Aumentan la accesibilidad.
- Incrementan la cobertura del transporte público.
- Mejoran la imagen del ciclismo.
- Mejoran la salud de los residentes.
- Atraen nuevos ciclistas.
- Mejoran la imagen de las ciudades y su marca.
- Generan inversiones en la industria local.

A nivel mundial los SBP más grandes pertenecen a China, Inglaterra y Francia (Tabla 1).

**Tabla 7.- Características de los SBP más grandes del mundo, 2015.**

<b>Ciudad</b>	<b>País</b>	<b>Nombre del Sistema</b>	<b>Año de inauguración</b>	<b>N° de estaciones</b>	<b>N° de bicicletas</b>
<b>Hangzhou</b>	China	Hangzhou Public Bicycle	2008	2,700	66,500
<b>París</b>	Francia	Vélib'	2007	1,751	16,500
<b>Shenzhen</b>	China	N/D	2011	1,118	9,500

<b>Londres</b>	Inglaterra	Barclays Cycle Hire	2010	554	7,000
<b>Zhuzhou</b>	China	N/D	2011	502	10,000

Fuente: (ITDP, 2015).

En Latinoamérica fue hasta 2010 cuando los primeros SBP fueron puestos en marcha. Las ciudades de Buenos Aires, Argentina y Ciudad de México, México ostentan el título de las ciudades pioneras. Un año después se sumarían las ciudades de Río de Janeiro, Brasil y Medellín, Colombia.

Actualmente, la región ha avanzado en materia de movilidad no motorizada a pesar de las características urbanas de sus ciudades y de la predominante cultura de la motorización individual. La Tabla 2 muestra el *ranking* de los SBP más importantes en Latinoamérica y algunas de sus características.

**Tabla 8.-Características de los principales SBP en Latinoamérica, 2017.**

<b>Ciudad</b>	<b>País</b>	<b>Nombre del Sistema</b>	<b>Año de inauguración</b>	<b>N° de estaciones</b>	<b>N° de bicicletas</b>
<b>CDMX</b>	México	EcoBici	2010	452	6,000
<b>Río de Janeiro</b>	Brasil	Bike Río	2011	260	2,600
<b>AM Guadalajara</b>	México	Mibici	2014	236	2,000
<b>Buenos Aires</b>	Argentina	EcoBici	2010	200	2,500
<b>Sao Paulo</b>	Brasil	Bike Sampa	2012	260	2,600
<b>Medellín</b>	Colombia	Encicla	2011	51	1,300
<b>Quito</b>	Ecuador	BiciQuito	2013	25	658
<b>Santiago de Chile</b>	Chile	Bikesantiago	2013	200	2,000
<b>Rosario</b>	Argentina	MiBiciTuBici	2015	47	410
<b>Belo Horizonte</b>	Brasil	Bike BH	2014	40	400

Fuente: Elaboración propia con base en Gobierno de la CDMX, 2018; Gobierno del Estado de Jalisco, 2017; Itaú, 2018; Buenos Aires Ciudad, 2018; Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2018; Agencia Metropolitana de Tránsito, 2018; y Municipalidad de Rosario, 2018.

La Ciudad de México (CDMX) es la ciudad con el SBP más amplio de Latinoamérica, seguido por Río de Janeiro, Sao Paulo y Buenos Aires. Entre los sistemas más jóvenes destaca el caso del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), ciudad que ha logrado en poco tiempo posicionar su sistema como uno de los más importantes de la región gracias a su diseño, tamaño y su inserción en un escenario urbano que aun favorece claramente al automóvil privado.

## **4. EL SISTEMA DE BICICLETAS PÚBLICAS “MIBICI”**

### **4.1. Inversión pública e implementación**



En el año 2013 la inversión pública en el AMG en materia de movilidad urbana dio un giro trascendental: del llamado Fondo Metropolitano, un fondo federal otorgado a las zonas metropolitanas orientado a promover, entre otras materias, el desarrollo urbano y la movilidad, se destinaron 95 millones de pesos para infraestructura para el transporte público y la movilidad no motorizada (El Informador, 2014). Esto, después de años de ser utilizado para la construcción de infraestructura vial como nodos, pasos a desnivel y ampliación y rehabilitación de vialidades.

El mencionado fondo permitió la cristalización de un proyecto que llevaba un par de años de planeación: un SBP para el AMG, una ciudad con una tasa de motorización de 275 vehículos por cada 1,000 habitantes, cifra que la coloca por encima de la media nacional (213) (INEGI, 2015).

A finales de 2014 inició el programa "Mibici" con 86 estaciones y 860 bicicletas en un polígono central perteneciente al Municipio de Guadalajara, uno de los 9 municipios que conforman el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), un año después creció para tener un total de 236 estaciones, 2,000 bicicletas distribuidas en un área urbana de 24.34 km<sup>2</sup>, que vincula a los centros urbanos de 3 municipios metropolitanos.

El diseño del proyecto relacionado con la ubicación de las estaciones se llevó a cabo de forma paralela a un arduo proceso de participación social en los polígonos susceptibles a la implementación. Dicho proceso incluyó talleres, sesiones informativas, mesas de trabajo. El flujo de información constante fue crucial para que las personas se apropiaran del sistema.

El sistema es operado por el Instituto de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco (IMTJ) con el apoyo de la empresa privada BKT Bici Pública S.A. de C.V., cuyos servicios son el mantenimiento de bicicletas y de las estaciones, el balanceo de estaciones, el registro de usuarios, el monitoreo en tiempo real del sistema y la recolección y procesamiento de datos tales como viajes promedio diarios, viajes por estación, usuarios activos, etc. "Mibici" cuenta con un sistema de datos abiertos, a los cuales vía *web* cualquier persona puede acceder y procesar la información para los fines que convengan<sup>15</sup>.

"Mibici" es parte de un Programa de Movilidad No Motorizada más extenso que contempla, a su vez, una red de 200 km de vías ciclistas denominado Programa Metropolitano de Vías Ciclistas (ProVici) del cual actualmente están concluidos y en funcionamiento 32km; y zonas de accesibilidad preferencial (Zonas 30), que se encuentran en los centros históricos de Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan, en dos colonias del municipio de Guadalajara y una calle de usos mixtos

---

<sup>15</sup> <https://www.mibici.net/es/datos-abiertos/>

A su vez, el Programa de Movilidad No Motorizada, está integrado a un reordenamiento del Sistema de Transporte Público que tiene entre sus más destacadas acciones la construcción de la Línea 3 del Tren Ligero (actualmente casi terminada) y el proyecto de rescate y semipeatonalización de la Av. Alcalde-16 de Septiembre, tramo por el que pasará de manera subterránea la Línea 3, nombrado "Paseo Fray Antonio Alcalde"; donde antes pasaban 100,000 automotores al día ahora será utilizado por más de 200,000 personas diariamente.

Ambos proyectos estarán articulados con "Mibici" a través de la conexión con las estaciones de la Línea 3 principalmente en la zona de Alcalde y al norte de la ciudad en una cobertura nueva total de 4.2 km<sup>2</sup> con 36 estaciones y 360 bicicletas adicionales a las que operan actualmente. Se contemplan 12,960 usuarios potenciales nuevos y 13,525 beneficiados directos.

#### **4.2. Funcionamiento y características**

El Sistema "Mibici" es de la más alta calidad e igual a los que existen en muchas ciudades importantes como Londres, Montreal y Nueva York, con altos estándares de diseño y servicio, gracias a los cuales ocupa los primeros lugares junto con el SBP de la Ciudad de México en el contexto latinoamericano.

"Mibici" es un SBP de tercera generación, es decir, cuenta con estaciones automatizadas. Las estaciones están conformadas por los siguientes elementos: quioscos con paneles solares con toda la información necesaria de su funcionamiento y donde los usuarios temporales pueden contratar el servicio, muebles urbanos con el número de estación, puertos de anclaje automáticos (cuyo número puede variar de acuerdo al tamaño de la estación), bolardos para la delimitación y protección de la estación, y por supuesto, bicicletas.

Las bicicletas cuentan con un diseño robusto que permite mayor estabilidad. Tienen luces LEDs frontales y traseras que encienden gracias al movimiento generado por las ruedas, asiento ajustable con reflejantes en la parte trasera, tres velocidades, cubrecadenas, salpicaderas y canastilla frontal. Están diseñadas con características únicas para ser distinguidas de las bicicletas convencionales.

**Ilustración 2.- Estación de "Mibici"**



Fuente: [www.facebook.com/MiBiciPublica](http://www.facebook.com/MiBiciPublica)

Las bicicletas se pueden liberar de los puertos de anclaje a través de: a) una llave que se proporciona con la suscripción anual, b) un pase temporal que se tramita directamente en las estaciones y, c) de manera reciente, por medio de INNOVACARD, una tarjeta que permite acceder a distintos medios de transporte público además de "Mibici". La membrecía anual tiene un costo de 1 peso por día (pagado en una sola exhibición de 365 pesos) e incluye viajes ilimitados con una duración máxima de 30 minutos en el horario de 6 am a 12 am.

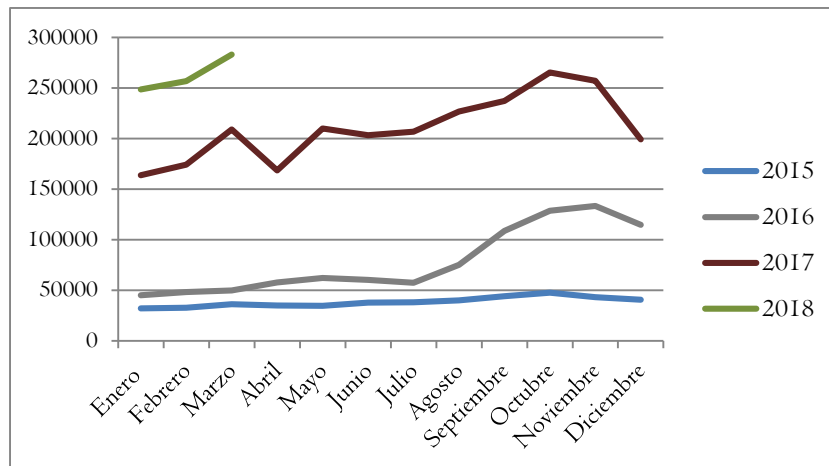
Los usuarios, a través de una aplicación móvil, pueden obtener en tiempo real información sobre la disposición de bicicletas y la localización de las estaciones, consultar sus dudas al organismo operador, así como exponer sus observaciones y quejas acerca del servicio para que sean inmediatamente atendidas. Cada usuario cuenta con un seguro de cobertura amplia; poco usado dada la baja accidentalidad y los escasos robos de partes gracias al diseño único de las estaciones y de las bicicletas.

La red de estaciones considera los puntos con alta densidad poblacional, alta demanda de viajes, paradas de transporte público colectivo y masivo y prioriza los polígonos de los centros históricos. La tecnología utilizada hace posible monitorear la demanda, identificar al usuario y el origen y destino de sus viajes, el estado de la infraestructura estacionaria. Esto permite tener un alto nivel de servicio y realizar adecuaciones dinámicas al sistema y al programa.

### **4.3. Resultados**

El sistema reporta un total de 5, 060,743 viajes desde su implementación hasta el 3 de mayo de 2018, con un promedio de viajes en día hábil de 11, 670 viajes y 6, 245 en fin de semana. Los viajes han ido en aumento de manera sostenida año con año desde su implementación y presentan el incremento más importante de 2016 a 2017.

**Gráfica 2.- Viajes anuales en "Mibici"**



Fuente: BKT, 2018.

Cabe destacar que los usuarios tipo son oficinistas cuyos viajes tienen como destino su lugar de trabajo, lo cual también explica la disminución del uso del sistema en periodos vacacionales y fines de semana.

Los usuarios registrados ascienden a 30,808, aunque éstos si han presentado algunas variaciones, en términos generales también muestran un aumento significativo de 2016 a 2017.

## **5. A MANERA DE CONCLUSIÓN**

A pesar de la configuración urbana del AMG y de la aún predominante cultura del automóvil, "Mibici" ha sido un programa exitoso en el contexto nacional y latinoamericano pues en tan sólo tres años de su implementación ha logrado, al 3 de mayo de 2018, poco más de 5 millones de viajes en sustitución de otros medios de transporte y como complemento intermodal del transporte motorizado público y privado.

El hecho de que el usuario tipo sea un oficinista cuyo destino es el trabajo muestra que el sistema, como tal, se ha convertido paulatinamente en parte de la movilidad cotidiana de los habitantes. No obstante que la apropiación del espacio público por parte de los ciclistas ha ido de la mano con la implementación del sistema, sigue latente el reto de mantener el diálogo constante con la sociedad para que el proceso de apropiación del sistema se consolide en entornos variados (diferentes grupos de edad y distintos niveles de ingreso).

El sistema sigue creciendo, y entre sus metas a corto plazo está el de duplicar su capacidad instalada para quintuplicar sus usuarios y viajes, posicionándose como una importante alternativa de transporte de proximidad metropolitana.

"Mibici" es una práctica exitosa que vale la pena conocer y divulgar, sobre todo en el contexto latinoamericano donde sigue prevaleciendo una alta inversión pública en

infraestructura orientada al automóvil. Aun cuando el programa tiene espacios de oportunidad, es un claro ejemplo de que la apuesta por medios de transporte alternativos sí es una opción para las grandes ciudades y puede mejorar sustantivamente los traslados diarios de sus habitantes.

## Referencias bibliográfica

Agencia Metropolitana de Tránsito, 2018. BiciQUITO. Recuperado de <http://www.biciquito.gob.ec/> , consultado el 27 de abril de 2018.

Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2018. Encicla. Recuperado de <http://www.encicla.gov.co/> , consultado el 15 de febrero de 2018.

Augé, M. (2009). *Elogio de la bicicleta*. Barcelona: gesida editorial.

Buenos Aires Ciudad, 2018. Transporte público en bicicletas. Recuperado de <http://www.buenosaires.gob.ar/ecobici/sistema-ecobici> , consultado el 16 de abril de 2018.

CEPAL. (2008). Anuario estadístico de América Latina y el Caribe. Chile.

El Informador. (20 de Septiembre de 2014). Secretaría de Movilidad Defiende Línea 3 de Tren Ligero elevada. *El Informador* .

Gobierno del Estado de Jalisco, 2017. MiBici. Recuperado de <https://www.mibici.net/es/> , consultado el 3 de febrero de 2018.

Gobierno de las CDMX, 2018. Datos abiertos. Recuperado de [https://www.ecobici.cdmx.gob.mx.](https://www.ecobici.cdmx.gob.mx/) , consultado el 4 de febrero de 2018.

INEGI. (2015). *Encuesta intercensal 2015*. INEGI.

INEGI. (2015). *Vehículos de motor registrados en circulación* . Recuperado el 12 de agosto de 2017, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://www.inegi.org.mx>

Itaú, 2018. Bikerio/ BikeSantiago. Recuperado de <https://bikeitau.com.br/> consultado el 2 de abril de 2018.

ITDP. (2015). *Guía de planeación del Sistema de Bicicleta Pública*. Nueva York: ITDP.

Lizárraga Mollinedo, C. (2006). Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI. *Economía, Sociedad y Territorio* , VI(22), 283-321.

Municipalidad de Rosario, 2018. MiBici TuBici. Recuperado de <https://www.rosario.gov.ar> , consultado el 27 de enero de 2018.

Muñiz, I., & García-López, M. (2013). Anatomía de la dispersión urbana en Barcelona. *eure* , 39(116), 189-219.

ONU. (10 de julio de 2014). *Naciones Unidas*. Recuperado el 08 de septiembre de 2016, de <http://www.un.org>

Shlomo, Á. (2015). *Planeta de ciudades*. Cambridge: Lincoln Institute of Land of Policy.

Tickell, S. C. (2008). Introducción. En R. Rogers, *Ciudades para un Pequeño Planeta* (págs. vi-xi). Barcelona: Gustavo Gill.



## **EXPERIENCIAS & CLAVES PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE BICICLETA PÚBLICA (SBP)**

**Cinta Romero Adame**

Instituto de Movilidad, Sevilla, España, c.romero@institutodemovilidad.com

**Julián Sastre González**

S3Transportation, Sevilla, España, j.sastre@s3transportation

**María Cuello León**

S3Transportation, Sevilla, España, maria.cuello@consultoralomon.com

### **RESUMEN**

Actualmente las ciudades enfrentan grandes problemas de tráfico: altos niveles de congestión, necesidades de aparcamientos donde hay cada vez menos espacio, el sedentarismo que genera el uso masivo del coche, y los graves efectos para la salud de las personas de la contaminación atmosférica. En consecuencia, la bicicleta empieza a ganar de nuevo fuerza como medio para satisfacer necesidades de desplazamientos cotidianos como medio rápido y barato, como ocurría décadas atrás. Ello unido a la cada vez mayor disposición personal en una parte importante de la población para adoptar la bicicleta como medio de transporte, y el compromiso de las administraciones y los agentes privados para facilitar su uso, la bicicleta parece ser la clave para mejorar la movilidad en las ciudades y eliminar esos problemas. En los últimos años se ha experimentado un *boom* de Sistemas de Bicicleta Pública (SBP) en ciudades de Europa y América Latina. En España entre 2007 y 2009 se han llegado a poner en marcha hasta 247 SBP, de los cuales un gran número han fracasado y otros han sido un éxito absoluto, convirtiéndose en referente de la movilidad ciclista. Para tener éxito, el diseño, la implantación y la gestión de éstos SBP requiere contar con una hoja de ruta clara que recoja las claves para lograr un SBP de ese éxito.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Actualmente las ciudades enfrentan grandes problemas de tráfico: altos niveles de congestión, necesidades de aparcamientos donde hay cada vez menos espacio, el sedentarismo que genera el uso masivo del coche, y los graves efectos para la salud de las personas de la contaminación atmosférica.

En consecuencia, la bicicleta empieza a ganar de nuevo fuerza como medio para satisfacer necesidades de desplazamientos cotidianos como medio rápido y barato, como ocurría décadas atrás. Ello unido a la cada vez mayor disposición personal en una parte importante de la población para adoptar la bicicleta como medio de transporte, y el compromiso de las administraciones y los agentes privados para facilitar su uso, la bicicleta parece ser la clave para mejorar la movilidad en las ciudades y eliminar esos problemas.

Por tanto, introducir y fomentar la bicicleta en las ciudades como modo de transporte, es piedra angular de las políticas de movilidad, en tanto que favorece la convivencia

en las ciudades haciéndolas más amables, con personas más sanas, con menor contaminación y menor gasto energético. También ayuda a la creación de espacio público de calidad y recuperación del papel del peatón y ciclista en las ciudades, y a controlar el abuso del vehículo a motor.

En los últimos años se ha experimentado un *boom* de Sistemas de Bicicleta Pública (SBP) en ciudades de Europa y América Latina. En España entre 2007 y 2009 se han llegado a poner en marcha hasta 247 SBP, de los cuales un gran número han fracasado y otros han sido un éxito absoluto, convirtiéndose en referente de la movilidad ciclista.

Para tener éxito, el diseño, la implantación y la gestión de éstos SBP requiere contar con una hoja de ruta clara que recoja las claves para lograr un SBP de ese éxito.

## **2. SISTEMAS DE BICICLETA PÚBLICA**

### **2.1 Definición de los Sistemas de Bicicleta Pública (SBP)**

Un sistema de bicicleta pública es un sistema de bicicleta compartida que consiste en poner a disposición de los ciudadanos una serie de bicicletas para que sean utilizadas de manera temporal o puntual como *medio de transporte*. Suelen ser creadas por un ente *público* (normalmente los ayuntamientos) y son sistemas de transporte *unidireccional* (permiten recoger una bicicleta en un punto y devolverla en otro punto distinto).

Un aspecto importante es que hay que entender los SBP como un *medio para alcanzar un fin*, como puede ser el trasvase de usuarios del transporte privado hacia otros modos menos contaminantes.

Para ello, la implantación de un SBP en una ciudad, facilitará que los ciudadanos se familiaricen con la bicicleta, que prueben a usarla por la ciudad, eliminen los mitos negativos sobre el uso de la bicicleta a diario, para que finalmente acaben teniendo su propia bicicleta y la usen como modo de transporte.

A ello, se suma el hecho de que ese cambio tiene un fuerte *componente social y cultural*. A diferencia de la mayoría de los usuarios del transporte público, que suelen ser cautivo, quien decide usar la bicicleta como modo de transporte está siendo consecuente con unos principios y forma de vida.



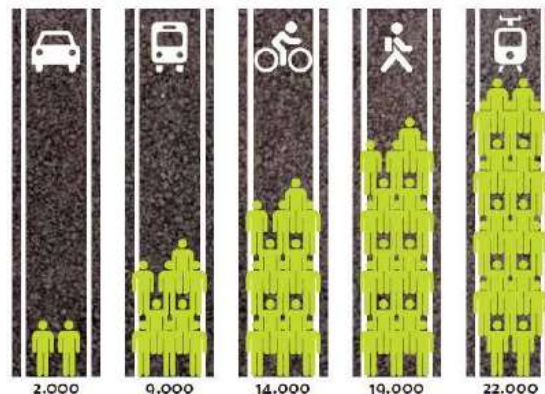
### 3. BENEFICIOS

#### 3.1 Espacio público

La afirmación de que el espacio público es de todos los ciudadanos parece algo obvio, pero en realidad no lo es tanto cuando pensamos en términos de movilidad. Y es que aunque el porcentaje de población que se desplaza en vehículo privado es menor al que lo hace de otra forma (caminando, en transporte público...) la presencia y ocupación de los vehículos privados en la calle es mayor.

De hecho, en una calle de 3,5m de ancho, durante una hora pueden circular unas 2.000 personas en coche. En bicicleta en cambio podrían hacerlo 7 veces más, como unas 14.000 personas.

**Tabla 1 – Número de personas que pasan por una calle por modos**  
Fuente – “Traffic Operations of Bicycle Traffic”, Botma & Papendercht



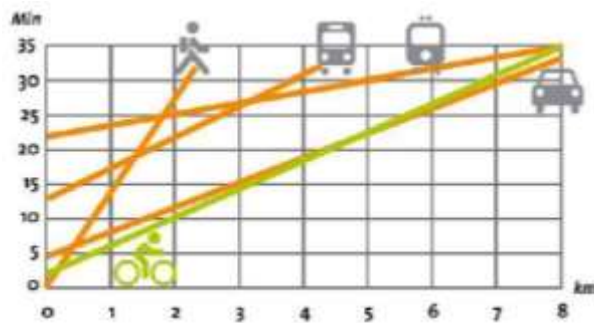
Además, la bicicleta solo necesita una séptima parte del espacio que necesita un coche para aparcar. O lo que es lo mismo, en una plaza de aparcamiento para un coche se pueden aparcar entre 7 y 15 bicicletas.

#### 3.2 Velocidad

Para desplazamientos urbanos de hasta 5 km, la bicicleta es más rápida que el coche. Por tanto, la bicicleta es perfectamente capaz de sustituir al coche en el 50% de los desplazamientos urbanos siendo más rápida y más eficiente.

En ciudad, la bicicleta permite recorrer entre 2 y 2,5km en 10 minutos aproximadamente. A pie, puede recorrerse 1km en el mismo tiempo. Con el vehículo está bastante igualado, pero hay que añadir el tiempo de búsqueda de aparcamiento, fluidez del tráfico, etc.

**Tabla 2 – Tiempos de viaje por modos**

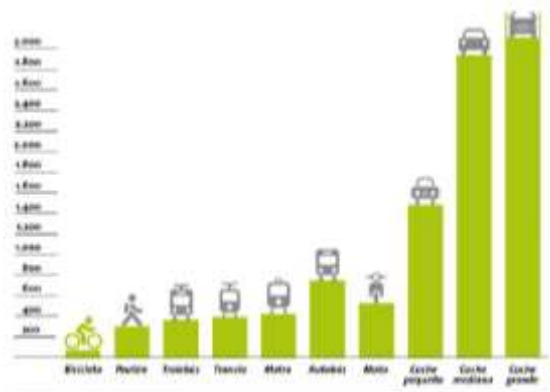


Fuente – Dekoster

### 3.3 Energía

La bicicleta es el medio mecánico más eficiente en términos de energía porque no necesita ningún combustible para moverse. La única energía que se invierte es la fuerza de la persona y en los casos en que se opta por la bicicleta eléctrica por la orografía de las ciudades, éstas consumen solo un 2% de la energía que utilizaría un coche para hacer el mismo trayecto.

**Tabla 3 – Consumo de energía por modos**



Fuente – Federazione italiana amici della bicicletta

### 3.4 Medioambiente y salud

La bicicleta es un medio de transporte no contaminante y libre de ruidos, pues no emite GHG lo que ayuda a reducir los niveles de polución de las ciudades, ya que precisamente el transporte es una de las principales fuentes de emisiones de gases contaminantes. Y ocasionan el 80% de la contaminación acústica en las zonas urbanas, lo que supone una reducción de la calidad de vida y la salud de los ciudadanos.

Paralelamente, moverse en bicicleta es un ejercicio estupendo pues combate la obesidad, reduce el riesgo de infarto, el número de accidentes es mucho menor, estamos físicamente activos (frente al sedentarismo), etc.

### 3.5 Economía personal

La movilidad cotidiana en bicicleta es barata y rentable para la economía personal y familiar, especialmente si la comparamos con el coche, pues: no consume combustible; se puede aparcar gratuitamente en cualquier sitio; no hay que pagar peajes; el seguro es mucho más barato; no requiere gran mantenimiento y las pequeñas averías.

### **3.6. Economía local**

El uso de la bicicleta mejora la economía local en tanto que las calles empiezan a convertirse en más amables para los ciclistas y peatones, que se paran para hacer la compra. Cuando los usuarios van en coche, es más complicado aparcar, por lo que se fomenta un modelo de negocio basado en grandes superficies en las que se pueden encontrar productos de todo tipo y que cuentan con aparcamiento.

Por otro lado, se han reactivado en ciudades que apuesta por la bicicleta, nuevos negocios de venta y alquiler de bicicletas, talleres de reparación, etc.

## **4. INCONVENIENTES (O MITOS SUPERADOS)**

A pesar de los demostrados beneficios del uso de la bicicleta como medio de transporte, y no solo como actividad de ocio y entretenimiento, no faltan voces que apelan a los obstáculos que complican su implantación en las ciudades.

Es fundamental que esos obstáculos, convertidos en cierta medida en mitos negativos, sean desmentidos, y que las administraciones públicas y organismos privados tengan capacidad para transmitirlo y dar soluciones inmediatas a los ciudadanos y ciudadanas y potenciales usuarios de la bicicleta.

### **4.1 La bicicleta es cosa de jóvenes y/o deportistas**

La bicicleta no entiende de edades, igual que no lo hace el transporte público colectivo, pero sí lo hace el vehículo privado, para el que el permiso de conducir debe ser revisado a partir de ciertas edades. Es un modo de transporte accesible a todos.

### **4.2 Trayectos largos y con pendientes**

Pensar que las ciudades con pendientes no son idóneas para la bicicleta está pasado de moda, especialmente desde la aparición de la bicicleta eléctrica y el cada vez más fácil acceso a las mismas.

Igual ocurre con trayectos muy largos, que parecen enemigos del uso de la bicicleta. Sin embargo, la bicicleta no tiene por qué ser una solución de la movilidad para el viaje completo, sino un elemento fundamental en su combinación con el transporte público. Además de ser el principal sustituto de la moto.

### **4.3 Robos e Inseguridad**

Los robos de bicicleta fueron muy frecuentes durante años, lo que hace fácil encontrar a alguien al que no le haya robado o no conozcan a alguien a quien le hayan robado

su bicicleta. Pero desde eso, el tiempo ha pasado, las cosas han cambiado y la seguridad ha mejorado, pudiendo encontrar multitud de soluciones de aparcamientos seguros de bicicletas, bien en la calle, en estaciones de transporte o en grandes equipamientos como universidades, hospitales y/o centros comerciales, así como aplicaciones móviles que permiten monitorear y localizar la bicicleta en cada momento.

#### **4.4 Transporte público colectivo**

Es cierto que en muchas ocasiones, el transporte público colectivo limita la intermodalidad en tanto que pone barreras a que los usuarios realicen un viaje con la bicicleta, como pudieran hacerlo otros usuarios con una maleta, un cochecito de bebé o el carro de la compra.

Las bicicletas plegables no plantean problema, pero sí las bicicletas convencionales. Es por ello que en los últimos años se está trabajando desde las administraciones públicas y empresas en ofrecer soluciones para que los usuarios puedan llevar sus bicicletas, reservando espacios, maleteros, etc.

#### **4.5 Transporte de niños pequeños**

La bicicleta se ha entendido siempre como un modo de transporte unipersonal, lo que parecía limitar el transporte de otras personas como pueden ser los niños pequeños. No obstante, existen herramientas para que la bici permita transportar a varias personas a la vez como sillitas, remolques, etc.

Además, en las ciudades se están promoviendo caminos escolares seguros, que facilita que los más pequeños vayan al colegio en sus propias bicicletas de manera segura.

#### **4.6 Transporte de mercancías**

La movilidad en las ciudades está fuertemente influenciada por el transporte de mercancías, pero ello no es óbice para que este transporte pueda hacerse con bicicleta.

En este sentido, y especialmente para el transporte de mercancías de última milla, se están desarrollando ideas y están apareciendo empresas de prestación de servicios de mensajería y transporte de mercancías en ciudades.

Así destacan empresas de reparto de comida a domicilio como Domino's Pizza, empresas de decoración como Ikea, o empresas de mensajería como Correos en Alemania.

#### **4.7 Servicios públicos**

En último lugar, si quiere apostarse por una movilidad sostenible en las ciudades, un gran paso es la inclusión de la bicicleta en la prestación de los servicios públicos (aparte del transporte), como correos, la policía, la limpieza viaria y recogida de basuras, entre otros.

## **5. CASOS DE ÉXITO Y FRACASO EN ESPAÑA**

En España entre 2007 y 2009 se llegaron a poner en marcha hasta 247 SBP, de los cuales un gran número han fracasado frente a otros que han sido un éxito absoluto, convirtiéndose en referente de la movilidad ciclista.

### **5.1 Sevici (Sevilla)**

El incremento del uso de la bicicleta como medio de transporte en la ciudad de Sevilla es, quizás, un buen ejemplo del resultado de una voluntad política sostenida en favor de la bicicleta como medio de transporte.

En pocos años, y tras la construcción de una red extensa de vías ciclistas y una gestión encaminada al fomento de la bici, los sevillanos que hoy utilizan diariamente este medio de transporte se cuentan por decenas de miles (los últimos datos arrojan una cifra de unos 72.000 viajes diarios), lo que ha colocado a esta ciudad indiscutiblemente a la cabeza de España en utilización de la bicicleta.

En 2007 se aprueba el "Plan Director para el Fomento del Transporte en Bicicleta en Sevilla 2007-2010" que incluye una serie de actuaciones complementarias de fomento, lo que supuso:

- Construcción de una amplia red de vías ciclistas, de más de 120 Km., entre 2006 y 2009.
- Iniciativas autonómicas como el servicio bus-bici del Consorcio Metropolitano.
- Implantación de un servicio público de bicicletas de alquiler (SEVici).

SEVici se implanta en Sevilla en el verano de 2007, contando actualmente con 2.600 bicis y 260 estaciones, con una media de 38.000 abonados y 200km de carril bici.

Este contrato de instalación, gestión y mantenimiento fue adjudicado a la empresa JCDecaux por 20 años, y aunque ha tenido su principal obstáculo en el elevado nivel de vandalismo (robos, ruedas pinchadas, sillines cortados, puños y cestas arrancadas, etc.), un breve análisis ayuda a identificar las principales razones de su éxito:

- El diseño global de la red de vías ciclistas se aborda tras realizar un estudio de movilidad, con criterios de accesibilidad, tomando como objetivo que la red ciclista garantice el acceso seguro a los principales centros de atracción y generación de viajes.
- Diseño uniforme de la red, de modo que ésta sea percibida por el usuario como un todo homogéneo y no como la simple yuxtaposición de vías dispersas.
- Realización de la obra en un breve plazo (un año para los primeros 77 Km.), de manera que un gran número de usuarios se beneficiaron de la infraestructura desde el principio, generando un eficaz "efecto llamada".

### **5.2 Bicing (Barcelona)**

Otro caso de éxito es el de Barcelona, cuya implantación tuvo lugar también en 2007,

y el cual se encuentra dotado con 6.000 bicicletas, 420 estaciones, más de 100.000 abonados y 116km que se está ampliando actualmente. Además, el contrato incluía un piloto de 300 bicicletas y 46 estaciones que se puso en marcha en 2014 a un precio superior que el Bicing convencional.

En 2018 se está licitando de nuevo la gestión de Bicing, al cual 6 consorcios de empresas han presentado sus mejores propuestas para sustituir a la empresa Clear Channel en la gestión del SBP por los siguientes 10 años.

### **5.3 BiciMad (Madrid)**

Madrid es una de las ciudades españolas pionera en la implantación de SBP eléctricos, solo después de San Sebastián. Se trata de un sistema que en 2014 se inauguró con 2.028 bicicletas, 165 estaciones y 70km de carril bici.

Es un caso en el que la población estaba preparada y demandaba en cierto modo un SBP. No obstante, ha presentado desde entonces bastantes problemas ya que la demanda superó con creces la esperada, y la gestión y desarrollo de todo el soporte informático presentó problemas desde el principio. La empresa a la que se adjudicó tenía poca experiencia en la explotación de SBP, el precio se ajustó demasiado, y en definitiva BiciMad se le quedó grande. Además, el pliego ha complicado la municipalización del servicio cuando se puso en marcha.

### **5.4 Malagabici (Málaga)**

Un caso diferente es el SBP de Málaga, Malagabici. El ayuntamiento de Málaga en colaboración con la EMT, decidió implantar un piloto de SBP en 2013, con 400 bicicletas, 23 estaciones y 35km de carril bici. En 2016 ya eran 37.149 los abonados al sistema, por lo que se planteó la ampliación del mismo, poniendo en marcha 1.000 bicicletas y 100 estaciones más, y la ampliación del carril ciclista a 125km.

Para ello, se ha llevado a cabo un minucioso estudio así como una auditoría del sistema existente, que les permita mejorar el servicio.

### **5.5 SBP que no funcionaron tan bien**

No obstante, hay muchos SBP que nunca funcionaron bien o simplemente no llegaron a funcionar.

Tras el estudio de estos casos, se detectan una serie de factores que se repiten en casi todos, y que han sido los que han provocado el éxito de los mismos.

- No haber estudiado la movilidad de la ciudad
- No analizar minuciosamente la inversión, los costes e ingresos esperados de la implantación del SBP
- La falta de una adecuada planificación
- No contemplar los costes derivados del mantenimiento del SBP
- No garantizar una calidad mínima ni establecer unos indicadores de

cumplimiento

- Localización arbitraria de las estaciones
- Dimensionamiento inadecuado
- Falta de concienciación ciudadana y fomento de la bicicleta
- No contemplar atención a los usuarios
- Tarifas inadecuadas
- Tratar al SBP como un hecho aislado, y no dentro de las políticas de movilidad, transporte y urbanismo

## **6. CLAVES PARA EL DESARROLLO DE SBP**

### **6.1 Adecuado Dimensionamiento y Localización**

En primer lugar por tanto será necesario hacer un correcto dimensionamiento del SBP (bicicletas, estaciones y anclajes) y una propuesta de implantación por fases. Y no solo es importante el número, sino también su localización, por lo que es necesario estudiar las pautas de movilidad de las ciudades (centros generadores y atractores de la movilidad, preferencias de los ciudadanos, etc.).

Respecto al número de bicicletas, el número óptimo es de 1 bici por 300 habitantes. Ello no significa que el SBP tenga que tener todas las bicicletas desde el inicio de su funcionamiento. Si no que lo ideal es proponer una implantación gradual a lo largo de los primeros años, de manera que estás repartiendo la inversión, pero además evalúas la respuesta de los ciudadanos, la bondad de las ubicaciones elegidas, el comportamiento de los usuarios (rotación de las bicis, las estaciones con más movimiento, el vandalismo, las franjas horarias con más y menos demanda, etc.)

En cuanto al número de anclajes y estaciones, la relación entre el número de bicis y anclajes es de 1,5 y 2, es decir, el número de anclajes debe ser entre el 50% y el 100% superior al número de bicicletas. Esta medida tiene como objetivo permitir un margen de capacidad en la estación que facilite la redistribución de bicicletas de manera natural. Aunque esto puede variar en función de la intensidad de la demanda. A mayor intensidad de uso, la estación deberá ser más grande, con más anclajes y bicis si el espacio lo permite).

Por último, para las estaciones se aconseja una densidad de red de unos 300 metros entre estación y estación (aunque puede variar en función del comportamiento de la demanda). Y el número óptimo de anclajes por estación es de 20.

### **6.2 La matemática de la bicicleta**

#### **6.2.1 Tipo de Sistema**

Lo siguiente es elegir qué tipo de SBP se va a implantar: convencional o eléctrico. Ello

dependerá de la orografía de la ciudad y de la inversión considerada.

**Tabla 1 – Inversión en SBP convencional y eléctrico**

Concepto	SBP Convencional	SBP Eléctrico
Inversión		
Bicicletas	260 - 450 €	8000 – 1.200 €
Estaciones	26.000 €	46.000 – 57.000 €
Implantación (obras, permisos, suministros, infraestructura adicional, software de gestión y control, tarjetas, comunicación y marketing, etc.)	80.000 €	200.000 €

Fuente – Elaboración propia a partir de Imbipand e IDAE

### 6.2.2. Sistema Tarifario

En cuanto al sistema tarifario, a continuación se exponen cifras medias de los SBP en funcionamiento

**Tabla 2 – Tarifas de SBP según el tipo de SBP**

Concepto	SBP Convencional	SBP Eléctrico
Tarifas		
Larga Duración	Precio: 30 €	Precio: 47 €
	Seguro: 5 €	Seguro: 5 €
	Sanción: 0,017 €	Sanción: 0,017 €
Corta Duración	Precio: 5 €	Precio: 8 €
	Seguro: 3 €	Seguro: 3 €
	Sanción: 0,034 €	Sanción: 0,034 €

Fuente – Elaboración propia a partir de Imbipand e IDEA

### 6.2.3 Costes de Mantenimiento

Los costes de mantenimiento es una de las partidas más importantes, y para su cálculo, se han analizado los costes de mantenimiento de algunos de los sistemas vigentes actualmente, y una propuesta de costes de mantenimiento más ajustada se desglosa a continuación, distinguiendo entre costes de personal y costes de explotación y mantenimiento, que engloba el mantenimiento de las bicicletas, estaciones y anclajes, los costes de taller, vehículos de redistribución de bicicletas.

**Tabla 3 – Resumen de las especificaciones sobre fuentes**

Concepto	SBP Convencional	SBP Eléctrico
Mantenimiento		
Coste RRHH	1 trabajador por 28/29 bicicletas	
Costes de Mantenimiento y Explotación	1.250€ por bici y año	2.170€ por bici y año

Fuente – Elaboración propia a partir de Imbipand e IDEA

### 6.3 Infraestructura seria

Trabajar en lograr una infraestructura seria es clave, y ha sido el gran defecto de muchas ciudades que actualmente presentan ciclovías incompletas e inconexas, carriles que no llevan a ningún lugar, o que acaban en una pared, etc.



#### **6.4 Fomentar la Intermodalidad y Horario 24h**

Garantizar la intermodalidad con otros medios de transporte, bien mediante el uso de una tarjeta de transporte público que incluya tanto el bus, tranvía, bicicleta, etc. bien mediante el establecimiento de aparcamientos de bicicletas cerca o incluso dentro de estaciones de transporte público.

Por otro lado, es clave que el SBP tenga un horario de 24 horas, pues hasta ahora funcionaban de 6am a 11pm/12pm lo que limitaba la movilidad nocturna.

#### **6.5 Pliego y Niveles de calidad**

Todo debe quedar reflejado en los pliegos, por lo que estos deben ser elaborados con detenimiento y sin dejar nada sin resolver, sin llegar a hacer unos pliegos leoninos. Es importante elegir la contraprestación, así como los niveles de calidad adecuados exigir al concesionario en cuanto a atención a los usuarios, estados de las bicis y reposición, para que el servicio a los usuarios sea impecable. Una mala experiencia disuade a muchos usuarios.

#### **6.6 Concienciación, formación y promoción**

Es clave trabajar desde las administraciones públicas y empresas en la concienciación, formación y promoción del uso de la bicicleta, no solo a los ciclistas, sino a toda la población en general (peatones y conductores).

#### **6.7 Seguridad vial (señalización, balizamiento e iluminación)**

La información aportada por la señalización debe ir destinada tanto al tráfico motorizado como a ciclistas y peatones a fin de que cada uno conozca en todo momento el espacio de la vía pública que está destinado a cada uno de los usos y las limitaciones a cumplir y las preferencias en caso de cruce de flujos o coexistencia.

La información aportada por esta señalización debe ser clara (fácilmente comprensible por los usuarios y evitando mensajes reiterativos), sencilla (empleando el mínimo número de elementos posibles) y uniforme (no solo en cuanto a los elementos sino también en relación a su implantación y a los criterios que le guían).

#### **6.8 Cooperación y seguimiento, control y evaluación**

Es fundamental que el SBP no sea un hecho aislado, sino que se integre en las pautas de movilidad, que se haga un seguimiento especialmente los primeros años, control y evaluación para mejorar. Y que cuente con el apoyo de todos los agentes implicados: responsables políticos, técnicos municipales, ciudadanía, cuerpos de seguridad local y operadores de autobús.

#### **Bibliografía**

Consejería de Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía (2014), "Plan Andaluz de la Bicicleta (PAB 2014 –

2020)”

Red de Ciudades por la Bicicleta (2015), “Barómetro de la Bicicleta en España.”

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y

Vivienda. Junta de Andalucía (2013) “Impacto de la bicicleta pública en Andalucía (IMBIPAND)”.

Esther Anaya y Alberto Castro (2012), “Balance General de la Bicicleta Pública en España”.

Josep Puig i Boix (2007), “La bicicleta: un vehículo para cambiar nuestras ciudades”

Carlosfelipe Pardo (2012), “Revisión de los Sistemas de Bicicletas Públicas para América Latina: Beneficios y Obstáculos”

Bicicleta Club de Catalunya (bacc), “Estudio sobre las Estrategias de Promoción de la Bicicleta como Medio de Transporte en las Ciudades Españolas” (2011)

# **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CICLORRUTAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS “SIG-BICI” - FASE I: AV. RÓMULO GALLEGOS DEL MUNICIPIO SUCRE**

**Daniel Ramírez,**

Centro de Estudios de Movilidad en Bicicleta (CEMBI). Universidad Simón Bolívar.  
Caracas, Venezuela.

**Juan.Papadakis**

Laboratorio de Sensores Remotos y Análisis Geo-Espacial. Universidad Simón Bolívar.  
Caracas, Venezuela.

## **RESUMEN**

La Alcaldía Metropolitana de Caracas ha presentado un plan piloto titulado “Enlazando Caracas a Pedal” el cual consta de una red de ciclorrutas, bicinodos y un sistema de transporte público en bicicleta a lo largo de 15,8 Km de vías en tres de los cinco municipios que componen el Área Metropolitana de Caracas. Se propone entonces evaluar la factibilidad de localizar ciclorrutas en una de las principales vías del plan piloto, la Av. Rómulo Gallegos del Municipio Sucre en el Edo. Miranda. Para ello se diseñó una metodología denominada “SIG-Bici” la cual consistió en el empleo de herramientas de análisis geoespacial en conjunto con técnicas de estudio de vida pública (Gehl y Svarre, 2013) para la recolección, procesamiento, y análisis de la información. Para la presentación de los resultados se diseñó el Índice Ponderado de Factibilidad (IPFIC), instrumento que permitió evaluar las variables que se consideraron más importantes para favorecer la movilidad ciclista, ubicar espacialmente los sectores más problemáticos que requieren ser intervenidos, y determinar las variables críticas en la actualidad, por lo que es un instrumento que permite orientar la toma de decisiones y desarrollar políticas públicas a medida. Los resultados obtenidos en el IPFIC apuntan a enfocar los esfuerzos en reparar el pavimento y aplicar una buena demarcación que permita compartir la vía con bicicletas, ya que con estas dos acciones mejoran significativamente las condiciones de la avenida. Para finalizar, se puede afirmar que la metodología SIG-Bici ha sido por demás exitosa ya que permitió recopilar, procesar y analizar gran cantidad de información valiosa con una alta relación costo-beneficio.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Desde el año 2012, la Alcaldía Metropolitana a través del Instituto Metropolitano de Urbanismo Taller Caracas (IMUTC) ha impulsado el proyecto “Caracas a Pedal”, el cual tiene como objetivo “promover y generar las condiciones urbanas, sociales, físicas y normativas para que cada vez más ciudadanos puedan utilizar la bicicleta como medio de transporte en trayectos de corta y mediana distancia obteniendo a cambio mayor eficiencia en el traslado, menos consumo de combustibles fósiles, mejorar la condición física y salud del usuario, disminuir el estrés y mejorar el estado de ánimo” (IMUTC, 2014, p. 4).

Recientemente, el proyecto Caracas a Pedal ha presentado un plan piloto titulado "Enlazando Caracas a Pedal" con el objetivo de materializar el concurso de ideas llevado a cabo en el año 2012. Dicho plan consta de una red de ciclorrutas, Bicinodos y un sistema de transporte público en bicicleta a lo largo de 15,8 Km de vías en tres de los cinco municipios que componen el Área Metropolitana de Caracas. Para garantizar el éxito de tal proyecto, resulta crucial evaluar su factibilidad técnica, es decir, determinar si las vías y los espacios públicos propuestos reúnen las condiciones para la localización de infraestructura ciclista.

Entre los retos más importantes para la creación de las ciclorrutas se encuentran las facilidades que puedan disfrutar los ciclistas al momento de desplazarse, como lo son áreas bien delimitadas que mitiguen la competencia por el espacio con otros medios de transporte y peatones, así como la necesidad de la ciclorruta y aspectos como la comodidad, coherencia, cohesión, seguridad e integración urbana (IDAE, 2010).

Por ello, el Centro de Estudios de Movilidad en Bicicleta (CEMBI) ha desarrollado "SIG-Bici", una metodología de estudio que permite evaluar el espacio público utilizando criterios técnicos de estructura y dinámica, es decir, se analizan tanto las características físicas y espaciales como las actividades, los usos y el comportamiento de las personas que hacen vida en el área de estudio. Para ello, se emplean herramientas de análisis geoespacial combinadas con técnicas de estudio de la vida pública (Gehl y Svarre, 2013). El presente informe compila la aplicación de SIG-Bici a una de las principales vías del plan piloto "Enlazando Caracas a Pedal", la Av. Rómulo Gallegos del Municipio Sucre en el Edo. Miranda.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Avenida Rómulo Gallegos es una de las vías más importantes de la ciudad de Caracas. Se localiza en la Parroquia Leoncio Martínez del Municipio Sucre y tiene aproximadamente 4,6 km de longitud. El extremo Este está en la vieja carretera Petare-Guareñas y el extremo Oeste sobre la Av. Francisco de Miranda y Cuarta Transversal de la Urbanización Los Palos Grandes. Según su función, esta vía se puede catalogar como colectora principal y su importancia radica en que, junto a la Av. Francisco de Miranda (arterial), es una de las dos únicas vías no expresas que brindan conectividad bidireccional entre el este y el oeste del Municipio Sucre, sirviendo a las urbanizaciones Santa Eduvigis, Sebucán, Los Dos Caminos, Los Chorros, Montecristo, Boleíta, Horizonte, El Marqués, La Urbina y Petare Norte.

Tanto el perfil urbano como la sección vial de esta avenida presentan numerosos cambios de acuerdo con los usos del suelo que se dan en los distintos sectores, concentrando torres de oficinas, centros comerciales, edificios residenciales, industrias,

equipamientos deportivos, recreativos, educativos y religiosos. En ella también se localiza una estación de Metro, la Estación Miranda, la cual funciona como terminal de transporte superficial que recibe rutas provenientes de Guarenas-Guatire, y en el futuro las estaciones Montecristo, Boleíta y El Marqués, así como el intercambiador Warairarepano (ferrocarril Guarenas-Guatire, CableTren y Metro) cerca del extremo Este de la Avenida. Adicionalmente, se localizan otros terminales de transporte superficial de menor envergadura para rutas locales en sectores como Los Dos Caminos y El Marqués. Es también una vía por donde circulan rutas intermunicipales de transporte superficial.

Debido a las condiciones físicas y funcionales descritas, esta avenida presenta importantes retos para la incorporación de ciclistas de forma segura, por lo que se propone aplicar la metodología SIG-Bici y poder dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿es posible generar las condiciones que permitan aumentar el número de viajes en bicicleta en la Av. Rómulo Gallegos como se plantea en el plan piloto "Enlazando Caracas a Pedal"?

## **2.1. Objetivos**

Evaluar la factibilidad de implementar ciclorrutas en la Av. Rómulo Gallegos bajo criterios de estructura y dinámica urbana, y considerar posibles alternativas.

Evaluar la factibilidad de implementar bicinodos en los espacios públicos localizados en las Av. Rómulo Gallegos bajo criterios de estructura y dinámica urbana, y considerar posibles alternativas.

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1 Fase de Preparación**

En esta fase se revisó la información cartográfica disponible en la Alcaldía Metropolitana (SIGMET) y se utilizó como base para la elaboración de un modelo de elevación. De igual forma, se revisaron los estudios previos del proyecto Caracas a Pedal para la creación de la estructura de datos. Finalmente, se dividió la Av. Rómulo Gallegos en Segmentos Funcionales, unidades de estudio para su posterior análisis. En este sentido, se realizaron las siguientes actividades:

- Definición de Estándar Cartográfico
- Revisión de la Información Disponible (SIGMET)
- Elaboración del Modelo de Elevación
- Cálculo de porcentaje de pendiente a lo largo de la Av. Rómulo Gallegos
- Generación de Segmentos Funcionales

- Creación de Estructura de Datos

## **3.2 Fase de Campo**

Para la Fase de Campo se organizaron 2 actividades: un grupo focal con ciclistas urbanos y una serie de recorridos para el registro audiovisual de la Av. Rómulo Gallegos. A continuación se describe cada una de las actividades realizadas, así como la metodología empleada y los diferentes criterios que se tomaron en cuenta.

### **3.2.1. Grupo Focal**

Se realizó un grupo focal donde asistieron 9 ciclistas urbanos los cuales fueron convocados directamente a través de las redes sociales, cinco (5) hombres y cuatro (4) mujeres de edades comprendidas entre los 22 y los 47 años con distintas ocupaciones, y tuvo una duración aproximada de dos horas y media. La mayoría de los participantes consideran tener buenas condiciones físicas, tienen más de un año de experiencia empleando la bicicleta como modo de transporte, la utilizan al menos 5 veces por semana, y el tipo de bicicleta más frecuentemente utilizada es la bicicleta montañera. En el grupo focal participaron activistas, líderes de colectivos ciclistas caraqueños, trabajadores en bicicleta, deportistas y ciclistas recreativos, de modo que podemos afirmar que las respuestas obtenidas son completamente válidas y ofrecen una perspectiva que representa a la población ciclista capitalina.

El grupo focal se constituyó con el objetivo de indagar acerca de la percepción que tienen los ciclistas de las condiciones que presenta la ciudad de Caracas para desplazarse en bicicleta, con especial atención a la Av. Rómulo Gallegos, así como conocer sus necesidades y aspiraciones en cuanto a iniciativas y políticas de ciclismo urbano. Para ello, las preguntas se orientaron en obtener información en las siguientes categorías:

- Razones de uso de la bicicleta como modo de transporte
- Percepción de condiciones en Caracas para el uso de la bicicleta
- Criterios de selección de ruta
- Principales barreras para el uso de la bicicleta en Caracas
- Comportamiento de los ciclistas ante el resto de los conductores
- Comportamiento de los ciclistas ante las normas de tránsito
- Percepción de las condiciones de la Av. Rómulo Gallegos para andar en bicicleta Opinión sobre las políticas implementadas por el Estado en torno al ciclismo urbano en Caracas
- Políticas que el Estado debería implementar para promover el ciclismo urbano en Caracas

### **3.2.2. Registro Audiovisual de la Av. Rómulo Gallegos**

Se realizaron seis salidas de campo para levantar información audiovisual relacionada con las variables estructurales de la Av. Rómulo Gallegos entre los meses de diciembre 2015 y febrero 2016. En todas las salidas se circuló por el canal de vehículos pesados y se utilizó un GPS de alta sensibilidad para grabar la huella de los recorridos y posteriormente utilizar esta información para georeferenciar fotografías, así como nombrar y analizar los videos. Se realizaron en total 18 recorridos (nueve en sentido oeste y nueve en sentido este) con una velocidad promedio en los recorridos fue 17.3 km/h y la mayor velocidad alcanzada fue 42 Km/h.

### **3.3 Fase de Procesamiento**

Una vez finalizada la Fase de Campo donde se recopiló la información en la forma de registros audiovisuales, fue necesario corregir la estructura de datos realizada en la Fase de Preparación para luego procesar dicha información antes de ser analizada. En este orden de ideas, se realizaron las siguientes actividades:

- Revisión de Segmentos Funcionales
- Revisión de Estructura de Datos
- Sistematización de la Información

## **4. RESULTADOS**

Para el análisis de resultados se empleó la información obtenida del grupo focal como base para desarrollar el Índice Ponderado de Factibilidad para la Implementación de Ciclorrutas (IPFIC). En este sentido, se identificaron las variables consideradas por el grupo de ciclistas como relevantes o determinantes para el uso de la bicicleta como modo de transporte en la ciudad de Caracas para luego analizar el comportamiento de dichas variables en la Av. Rómulo Gallegos. Finalmente, se seleccionaron las variables que se evaluarían el IPFIC, el cual sintetiza la evaluación de la Av. Rómulo Gallegos.

### **4.1. Análisis del Grupo Focal**

Como se mencionó anteriormente, el grupo focal se realizó con el objetivo de indagar acerca de la percepción que tienen los ciclistas de las condiciones que presenta la ciudad de Caracas para desplazarse en bicicleta, con especial atención a la Av. Rómulo Gallegos. Del análisis de esta actividad se extrajeron las siguientes variables:

**Tabla 1: Variables a analizar extraídas del grupo focal**

<b>Estructura Urbana</b>	Espacio disponible
	Calidad de pavimento
	Demarcación
	Pendiente
	Luminarias
	Arborización
<b>Dinámica Urbana</b>	Velocidad de Recorrido
	Usos del suelo
	Seguridad personal
	Gases de escape
	Flujo vehicular
	Flujo peatonal
	Flujo ciclista
Educación vial	

Fuente: Elaboración propia

## **4.2 Índice Ponderado de Factibilidad para la Implementación de Ciclorrutas (IPFIC)**

Para finalizar el análisis de resultados se elaboró el Índice Ponderado de Factibilidad para la Implementación de Ciclorrutas (IPFIC), un instrumento diseñado para SIG-Bici que sintetiza las principales variables extraídas del grupo focal y que permite evaluar una vialidad deseada, en este caso la Av. Rómulo Gallegos. De acuerdo al análisis de las variables extraídas del grupo focal, se seleccionaron siete variables en base a su pertinencia y a la disponibilidad de datos cuantificados/cuantificables:

- **Calidad de pavimento:** sintetiza la presencia de obstáculos permanentes en la vía y el estado de la carpeta asfáltica. Debido a que esta variable representa un riesgo para la integridad física del ciclista, recibió la ponderación de 5 puntos.
- **Demarcación:** comprende la demarcación de la calzada tanto en tramos continuos como en intersecciones e incorporaciones, evaluando los elementos presentes según sea el caso. Se le aplicó una ponderación de 4 puntos debido a la importancia que tiene en la seguridad vial y la gestión del tránsito.
- **Espacio disponible:** se refiere a la capacidad de la vía de incorporar un carril para circulación de ciclistas. Se le asignó una ponderación de 3,5 puntos debido a su relevancia en la incorporación de ciclorrutas, el objeto mismo de este estudio.



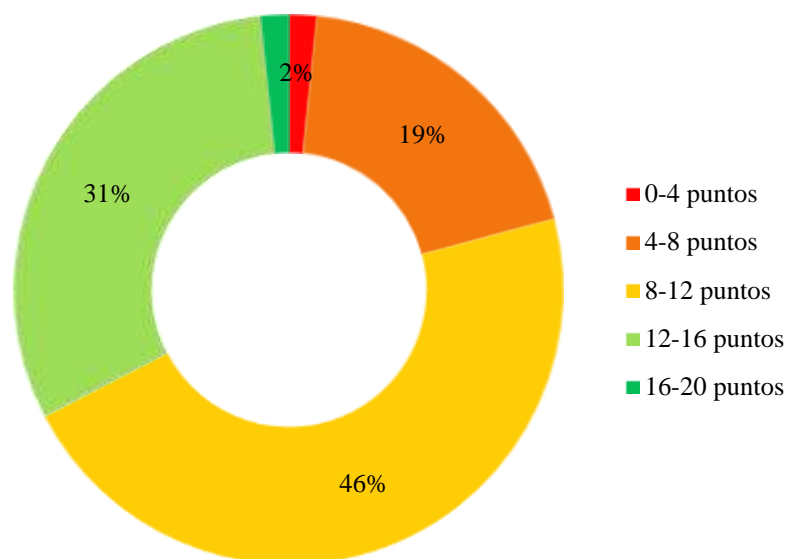
- Fachadas: esta variable se relaciona con diferentes aspectos, como lo son usos del suelo, seguridad personal y dinámica urbana en general, por lo que se le asignó una ponderación de 3 puntos.
- Arborización: representa la presencia de árboles que generen sombra en la vía. Tiene una ponderación de 2 puntos.
- Pendiente: es la inclinación de la vía. Recibió una ponderación de 1,5 puntos debido a la poca importancia que le otorgaron los ciclistas en el grupo focal.
- Luminarias: finalmente, la presencia de luminarias se seleccionó debido a la importancia que le otorgaron los ciclistas en el grupo focal. No obstante, recibió la ponderación de 1 punto debido a que sólo adquiere relevancia durante la noche donde el flujo de ciclistas es considerablemente menor.

Al aplicar el IPFIC a la Av. Rómulo Gallegos se obtuvo como resultado que el 46,5% de los segmentos funcionales recibió una calificación regular, 31% una buena calificación y 19,3% un mal puntaje. El segmento funcional con menor puntuación obtuvo 2,88 sobre 20 puntos, el máximo fue 16,80 puntos y el promedio fue de 10,46 puntos. A continuación se muestra la tabla y el gráfico correspondiente a las calificaciones generales:

**Tabla 2: Resultados del IPFIC en Segmentos Funcionales de la Av. Rómulo Gallegos**

Calificación/20 puntos	Categoría	Ocurrencia	Proporción
0-4	Muy mala	3	1,6%
4-8	Mala	36	19,3%
8-12	Regular	87	46,5%
12-16	Buena	58	31,0%
16-20	Muy buena	3	1,6%

Fuente: Elaboración propia



### Gráfico 1: Resultados del IPFIC en Segmentos Funcionales de la Av. Rómulo Gallegos

Fuente: elaboración propia

En un principio, esto refleja que la Av. Rómulo Gallegos presenta condiciones aceptables para la incorporación de tránsito de bicicletas pero es susceptible a mejorar. Para conocer en qué aspectos debe actuarse para mejorar la calificación, es necesario indagar sobre las variables que fueron evaluadas, por lo que a continuación se muestran las calificaciones promedio para cada una de las variables del IPFIC:

**Tabla 3: Promedio de Resultados del IPFIC en la Av. Rómulo Gallegos por Variable**

Variable	Calificación Promedio /Ponderación	Calificación Promedio /100 puntos
Calidad de Pavimento	2,67 / 5,0	53,42
Demarcación	0,61 / 4,0	15,19
Espacio disponible	2,43 / 3,5	69,30
Fachadas	1,48 / 3,0	49,21
Arborización	1,30 / 2,0	64,97
Pendiente	1,35 / 1,5	90,11
Luminarias	0,63 / 1,0	62,75
<b>Total</b>	<b>10,46 / 20</b>	<b>52,30</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 3, la variable pendiente tuvo una calificación promedio excepcional, por lo que se puede afirmar que la Av. Rómulo Gallegos tiene la inclinación ideal para la localización de ciclorrutas. De igual forma, esta vía posee suficiente espacio, buena arborización y buenas luminarias, aunque sobre este último aspecto es posible mejorar a través de políticas de mantenimiento.

Entre los elementos con una calificación promedio regular, se observa la calidad del pavimento y las fachadas. Sobre el primero es preciso recordar lo mencionado durante el análisis donde existe una alta presencia de obstáculos en la vía que ponen el riesgo a los ciclistas, así como un estado regular de la carpeta asfáltica. Con respecto a las fachadas, es necesario incentivar una mayor relación entre los usos que se dan en las parcelas y el espacio público para así incentivar la presencia de personas en la calle, lo que deviene en mayor seguridad, crecimiento económico y mejora de la vida pública. Existe un gran potencial dinamizador en la Av. Rómulo Gallegos, específicamente en los sectores Sebucán, Horizonte y El Marqués, por lo que hay que explotar dicho potencial propiciando actividades comerciales y de servicios en las zonas muertas.

Finalmente, la demarcación obtuvo una muy mala calificación (15,19/100 puntos), evidenciando las condiciones que tiene la vía en este respecto. Debido a que esta variable tiene la segunda ponderación más elevada del índice (4 puntos), acciones orientadas a mejorar la demarcación de la Avenida acarrearán una mejora de su

calificación general en el IPFIC y por consiguiente su aptitud para la incorporación de ciclistas.

## **5. CONCLUSIONES**

La promoción del uso de la bicicleta como modo de transporte es una de las principales herramientas que se están empleando actualmente a nivel mundial para combatir muchos de los problemas que aquejan a nuestras ciudades: contaminación, congestión vial, sedentarismo, accidentes de tránsito, entre otros. A través de su proyecto Caracas a Pedal, La Alcaldía Metropolitana de Caracas ha sido pionera en el desarrollo de políticas orientadas a masificar el uso de la bicicleta como transporte en la ciudad capital.

El plan piloto “Enlazando Caracas a Pedal” es una apuesta ambiciosa por la movilidad sostenible cuyo éxito dependerá de una política que se ajuste a las necesidades reales de sus beneficiarios y a la dinámica social existente. La Avenida Rómulo Gallegos es una vía de Caracas que presenta retos significativos para la incorporación de ciclistas de forma segura.

Para estudiar la factibilidad de implementación de ciclorrutas en esta avenida, se diseñó una metodología denominada “SIG-Bici” (que resultó exitosa) y un grupo focal, que permitió orientar la investigación y definir las variables a estudiar. Los recorridos permitieron generar 12 videos y 450 fotografías que se encuentran disponibles para su revisión.

Se diseñó el Índice Ponderado de Factibilidad (IPFIC) y se encontró que la Av. Rómulo Gallegos posee una pendiente óptima para circular en bicicleta, buena arborización y presencia de luminarias, así como suficiente espacio para implementar un carril compartido. También un pavimento deteriorado con la presencia de múltiples obstáculos y un pésimo estado de la demarcación, lo cual representa un grave riesgo para los ciclistas.

Par

## **6. RECOMENDACIONES**

Se sugiere emprender un plan integral de recuperación y saneamiento vial de la Av. Rómulo Gallegos cuyo objetivo sea eliminar los obstáculos en la vía, la reparación de baches, la nivelación de tapas de bocas de visita, la sustitución de sumideros de reja por otros de menor espaciado, y la reparación de la carpeta asfáltica, así como la demarcación de brocales, pasos peatonales, flechados, límites de velocidad (30 Km/h) en intersecciones, y demarcación de canales de circulación agregando el carril compartido con prioridad para el ciclista. De igual forma, se debe incorporar señalización vertical que indique sobre la circulación de ciclistas en el carril compartido

además del resto de las normas de tránsito. Este plan debe acompañarse de una campaña de educación vial.

Sin embargo, es importante mencionar que no existe en la normativa venezolana ningún tipo de demarcación o señalización de carriles compartidos, por lo que seguidamente se exponen algunas estrategias empleadas exitosamente en otras ciudades del mundo que pueden ser incluidas en los manuales venezolanos y emplearse en la Av. Rómulo Gallegos. A continuación se muestra la demarcación básica de carriles compartidos ciclistas conocida comúnmente como "sharrow" (en inglés), cuyo uso de este tipo de demarcación se encuentra ampliamente difundido en ciudades de los Estados Unidos:



**Imagen 2: Demarcación sugerida de carril compartido ciclista**

Fuente: <https://goo.gl/C1XcjW>



**Imagen 3: Carril compartido ciclista en Oakland, EE.UU**

Fuente: <http://goo.gl/46mDp1>



**Imagen 4: Intervención sugerida para secciones de dos canales**

Fuente: elaboración propia



**Imagen 5: Intervención sugerida para secciones de tres canales**

Fuente: elaboración propia

Con respecto a las intersecciones, se sugiere adoptar un tipo de demarcación denominado "zona de espera ciclista" o "caja-bici" ("bike box" en inglés). Este elemento permite delimitar un área para que los ciclistas se posicionen delante de los vehículos motorizados para aumentar su visibilidad y darles prioridad al momento de arrancar cuando lo indique el semáforo. La zona de espera ciclista se localiza entre el cruce de peatones y la espera de vehículos. No obstante, para adaptarse a la dinámica local caraqueña se sugiere que dicha zona de espera sea compartida con motocicletas. De esta manera se espera reducir el actual conflicto que existe entre motociclistas y peatones debido a la invasión de los cruces peatonales por parte de las motos a fin de posicionarse delante de los vehículos.

Con respecto a los estacionamientos para bicicletas (bicipuntos), se recomienda localizarlos frente a los principales centros educativos de educación primaria, media, diversificada y superior que se localizan a lo largo de la Av. Rómulo Gallegos, así como en los centros comerciales Millenium y El Marqués. Se sugiere adoptar un modelo de estacionamiento tipo "U" invertida ya que éste permite asegurar dos bicicletas por cada unidad así como amarrar ambas ruedas de cada bicicleta. De igual forma, se deben señalar los sitios donde se localicen los estacionamientos de bicicletas para informar a los usuarios sobre su existencia y fomentar su uso. Por último, se sugiere localizar estacionamientos de bicicletas en la estación de Metro Miranda preferiblemente en áreas internas con protección de las condiciones ambientales y vigilancia, para así promover la intermodalidad con este importante sistema de transporte.

Por último, se identificaron oportunidades en caso de que se deseen llevar a cabo intervenciones estructurales de mayor envergadura. En este sentido, se propone la posibilidad de ampliar las aceras en aquellos segmentos funcionales de tres canales tomando el tercer canal para formar una sección uniforme de dos canales a lo largo de toda la avenida. De igual manera, en el sector Horizonte (entre los segmentos RGA060 y RGA066) se podría ampliar la acera eliminando por completo la calle de servicio, generando así un pequeño bulevar con el fin de aumentar el espacio público en la zona, potenciar la dinámica comercial del sector y contribuir con la actividad peatonal y ciclista. No obstante, habría que relocalizar los puestos de estacionamiento para vehículos.

## **7. REFERENCIAS**

Bogotá D.C., Alcaldía Mayor de (1997). Manual de Diseño de Ciclorutas. Recuperado el 24 de enero de 2016, de: <https://movilidadurbana.files.wordpress.com/2007/10/manual-de-diseno-de-ciclorutas.pdf>

Blue, Elly (2013). Bikenomics. How Bicycling Can Save The Economy. Portland, EE.UU: Microcosm Publishing.

Ciclistas pueden trasladar sus bicicletas en Metro de Caracas. (2013, 13 de Octubre). El Nacional. Recuperado el 17 de noviembre de 2015, de <http://www.el-nacional.com/>

Dos millones de bicicletas se han prestado con el Plan Caracas Rueda Libre (2015, 13 de agosto). El Universal. Recuperado el 17 de noviembre de 2015, de <http://www.eluniversal.com/>

IDAE (2010). PROBICI. Guía de la Movilidad Ciclista. Métodos y técnicas para el fomento de la bicicleta en áreas urbanas. Madrid: IDAE.

IMUTC (2014). Incorporación de la Bicicleta como Modo de Transporte en la Ciudad: Informe Técnico Exploratorio. Caracas: IMUTC.

Gipuzkoa, Diputación Foral de (2006). Manual de las vías ciclistas en Gipuzkoa. Recuperado el 24 de noviembre de 2015, de: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0528796.pdf>

Gehl, J, Svarre, B (2013). How to Study Public Life. Washington, EE.UU: Island Press.

Maza, K. (2009). Evaluación del Proyecto de Ciclovia como Solución Técnica y Sostenible en el Municipio Chacao del Estado Miranda. Recuperado el 17 de noviembre de 2015, de <http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/11254/1/TESIS%20COMPLETA.pdf>

Ministerio del Poder Popular de Obras Públicas y Vivienda (2009). Manual Venezolano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. Caracas: INTT.

Ramírez, D. (2013). Propuesta de Circuitos para Bicicleta y Diseño de Ciclovia en el Municipio Bolivariano Libertador. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

Usar bicicleta reduce las colas (2005, 4 de marzo). El Universal. Recuperado el 17 de noviembre de 2015, de <http://www.eluniversal.com/>

# **PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE SEGURANÇA VIÁRIA E SEGURANÇA PÚBLICA PARA FINS DE PLANEJAMENTO CICLOVIÁRIO**

**Márcia, Macedo<sup>1</sup>**

**Frederico, Santos<sup>1</sup>**

**Thais, Barros<sup>1</sup>**

**Emilia, Kohman Rabbani<sup>2</sup>**

**Maria Leonor, Maia<sup>1</sup>**

**Enilson, Santos<sup>1</sup>**

1 Universidade de Pernambuco, Pernambuco, Brasil

2 Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil

## **RESUMO**

O uso do transporte não motorizado tem sido incentivado ao redor do mundo por trazer benefícios tanto para o usuário quanto para a sociedade. Tratando-se especificamente da bicicleta, seu uso contribui com a melhoria da saúde do usuário, o aumento da velocidade efetiva nos horários de pico, a redução do congestionamento e da poluição e o acréscimo da interação entre as pessoas e a cidade. No Brasil, foi homologada em 2012 a Política Nacional de Mobilidade Urbana que estabeleceu como prioridade o incentivo aos modais de transporte público e não motorizado. Todavia, observa-se ainda muito fortemente no país uma política de incentivo ao automóvel, em detrimento dos modais coletivos e não motorizados, resultando em uma mobilidade insustentável. O investimento em ciclovias enfrenta dificuldades, tais como falta de espaço, a existência de rampas, a deficiência na garantia de uma circulação segura aos ciclistas, pouco interesse público e ausência de conhecimento técnico dos responsáveis. Desta forma, este estudo objetivou desenvolver indicadores para auxiliar o processo de identificação de vias mais adequadas à implantação de cicloestruturas. Inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico, destacando temas pertinentes ao problema abordado na pesquisa. Dentre as variáveis que influenciam a opção pelo uso de bicicleta foram escolhidos os fatores Segurança Viária e Segurança Pública para maior aprofundamento.

## **1. INTRODUÇÃO**

O investimento em ciclovias enfrenta dificuldades como falta de espaço, existência de rampas, deficiência na garantia de uma circulação segura aos ciclistas (Araújo, et al., 2009), pouco interesse público e ausência de conhecimento técnico dos responsáveis. Devido a estes dois últimos fatores, adota-se no Brasil um conceito de investimento apenas na quantidade de ciclovias sem preocupação com sua qualidade, o que gera estruturas cicloviárias de péssima qualidade e pouco convidativas ao uso (AmeCiclo, 2016).

Uma forma de combater essa falta de atratividade das ciclovias é subsidiando os gestores públicos de informações sobre os usuários. Brilhante e Kawamoto (2016) defendem que os administradores devem ter dados sobre o perfil dos usuários e dos potenciais usuários, da demanda e de como ocorre o deslocamento pelas vias urbanas, a fim de desenvolverem um melhor projeto das estruturas cicloviárias.

Com o intuito de auxiliar os gestores públicos na obtenção dessas informações, diferentes pesquisadores têm buscado entender quais as razões que mais influem na decisão do cidadão em utilizar ou não a bicicleta como modal de transporte. Esses fatores variam de acordo com o local de pesquisa, mas é possível destacar custo monetário, tempo de viagem, capacidade física do usuário, risco de furto ou roubo, conforto e segurança viária como algumas das principais variáveis (Rietveld e Daniel, 2004 apud Brilhante e Kawamoto).

Em 2016, Mariana da Silveira realizou uma pesquisa baseada na teoria do comportamento planejado e encontrou que (in)segurança viária e (in)segurança pública são os fatores que mais influem negativamente o uso de bicicletas na cidade do Recife.

Tendo em vista esse resultado encontrado por da Silveira (2016), o presente trabalho objetiva destrinchar quais características das vias mais contribuem para o risco de assalto e acidente na visão dos possíveis usuários, a fim de identificar quais vias são mais receptivas à instalação de cicloestruturas de acordo com esses fatores.

## **2. A BICICLETA E SEU USO**

Considerada pela ONU como o meio de transporte mais sustentável, a bicicleta tem expandido sua utilização ao redor do mundo através de políticas de incentivo. Em Copenhague, ganhadora do primeiro lugar no Ranking Copenhagenize 2015 de cidades mais amigáveis ao uso de bicicletas, 45% dos transportes diários eram feitos pelo modal. Contingente alcançado graças à criação de pontes para pedestres e ciclistas, reforma de ciclovias e adaptação dos semáforos de acordo com o tempo para travessia de bicicletas (Gaete & Sbeghen, 2015).

No caso das cidades brasileiras, apenas o Rio de Janeiro configurou no ranking. A capital ocupou a 18º posição da lista em 2011, porém em 2013 já não mais aparecia



no ranking das 20 cidades. Esse fato é um reflexo do baixo investimento no transporte ciclovitário no país.

Além da falta de incentivo público para o transporte ciclovitário outro fator que influi na falta de utilização do modal nos deslocamentos diários é sua caracterização como um meio para pessoas de baixa renda, enquanto o automóvel é visto como um símbolo de status (da Silveira & Maia, 2015).

## **2.1.(DES)MOTIVADORES DO USO DE BICICLETAS**

A Parceria Nacional Pela Mobilidade (2015) publicou um relatório com a primeira pesquisa de abrangência nacional sobre o perfil dos ciclistas brasileiros em 10 grandes cidades de diferentes regiões. Para cada cidade foram feitas as mesmas perguntas sobre os motivadores e empecilhos do uso do ciclomodal: Qual a motivação para começar a utilizar a bicicleta como modo de transporte urbano? Qual a motivação para continuar pedalando? Qual o maior problema no dia-a-dia? e qual a motivação para pedalar mais?. Para cada uma das perguntas foram oferecidas 5 ou 6 opções e gerados gráficos locais que depois foram unidos em um gráfico nacional.

A pesquisa encontrou que a rapidez e velocidade da bicicleta e a existência de uma infraestrutura ciclovitária são os principais motivadores para iniciar e continuar a utilizar o modal no Brasil. Enquanto a educação no trânsito, a falta de infraestrutura ciclovitária e a insegurança viária foram os três principais problemas do dia-a-dia identificados. A Tabela 1 apresenta um resumo das respostas dos ciclistas quando perguntados qual era o maior problema do dia-a-dia quando pedalavam.

É importante observar que tanto a falta de infraestrutura ciclovitária quanto a má educação no trânsito são dois causadores de acidentes, ou seja, ambos estão ligados ao problema da falta de segurança no trânsito. Dessa forma, é possível concluir que, de acordo com a pesquisa, o receio de sofrer algum tipo de acidente é visto como a maior dificuldade dos ciclistas.

Na cidade do Recife, da Silveira (2016) conduziu uma pesquisa com base na teoria do comportamento que indicou quais variáveis eram mais significantes na escolha por andar de bicicletas. Entre as com maior influência positiva, a autora encontrou: infraestrutura ciclovitária, saúde, custo para se ter e/ou usar a bicicleta, tempo de deslocamento com o uso da bicicleta e volume do tráfego motorizado. Enquanto as que mais influem negativamente sobre o uso de bicicletas são (in)segurança viária e

(in) segurança pública, respectivamente, mas também foi mencionado comportamento entre motoristas e ciclistas no trânsito e condições meteorológicas.

## **2.2.SEGURANÇA VIÁRIA E O USO DE BICICLETAS**

Em 2013, foram registrados 43.291 acidentes de trânsito fatais no Brasil, o que representa 23,4 mortes a cada 100 000 habitantes e coloca o país em 3º lugar no ranking mundial de mortalidade. Destas fatalidades mais da metade teve como vítimas pedestres (20%), ciclistas (3%) ou motociclistas (28%), chamados de usuários vulneráveis devido a sua exposição corporal.

Em Pernambuco, uma pesquisa realizada em 2013 encontrou um total de 517 mortes registradas em consequência de acidentes com bicicletas entre 2001 e 2010, sendo a maioria das vítimas homens (93%) entre 25 e 39 anos (31,5%). Com exceção da porcentagem de acidentes sem causa específica, provavelmente devido à falta de apontamento, a maior causa dos acidentes analisados foi de colisão com veículo (automóvel, caminhonete ou caminhão) com óbito em via pública (Galvão, Pestana, Pestana, Spindola, Campello, & de Souza, 2013). Este fato atesta a gravidade de acidentes envolvendo ciclistas e automóveis e indica uma necessidade de políticas de combate.

## **2.3.SEGURANÇA PÚBLICA E O USO DE BICICLETAS**

O aumento do uso de bicicletas e a aparição de veículos do tipo cada vez mais tecnológicos e caros ressaltaram um problema comum no país, roubo e furtos de bicicleta. A Secretaria Nacional de Segurança Pública ainda não tem estatísticas sobre esse problema, mas ao acompanhar as notícias em jornais, revistas e pela internet é fácil se deparar com relatos de assaltos a ciclistas.

Em resposta a essa onda de assaltos, têm surgido sites de registro de roubos, como o Bicicletas Roubadas, o Cadê Minha Bike e o Bike Registra. Neles as vítimas registram a descrição da bicicleta para combater a venda de bicicletas roubadas, como também marca local do ocorrido, a fim de mapear áreas de risco.

Outra forma de mapear áreas de risco é através das características do espaço urbano. Da Cruz (2015) defende que as características espaciais interferem tanto na ocorrência do crime quanto na percepção espacial de segurança das pessoas, por isso acabam surgindo áreas "criminalizadas" ou "estigmatizadas". De acordo com dados levantados pela autora sobre crimes violentos letais e intencionais na cidade do Recife entre 2010 e 2012, algumas características que influem na ocorrência de

crime nos bairros estudados são: vasta extensão territorial com a presença de morros em seu relevo que dificultem ações de segurança; grande contingente populacional heterogêneo do ponto de vista socioeconômico e baixa infraestrutura urbana. Na pesquisa também foram levantadas através de entrevistas características urbanas influenciadoras de crimes na percepção de profissionais de segurança.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1.LEVANTAMENTO DE FATORES DE INFLUÊNCIA DO USUÁRIO E DE CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DA VIA**

Dentre as variáveis que influenciam a escolha pelo uso de bicicleta foram escolhidos os fatores Segurança Viária e Segurança Pública para maior aprofundamento da questão. Essa escolha se deu pelo fato que ambos foram mencionados no levantamento bibliográfico como muito impactantes na escolha da bicicleta tanto em Recife, como em Salvador, cidade com características parecidas com a capital pernambucana.

O aprofundamento nos estudos dos dois fatores buscou definir características espaciais que pudessem influenciar a escolha de utilizar bicicletas em relação às duas variáveis. Aos pontos levantados durante a revisão bibliográfica, foram acrescentadas características identificadas pela autora de acordo com sua percepção como ciclista e conversas informais com outros usuários.

#### **3.2.APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO E TRATAMENTO DE INFORMAÇÕES**

O questionário foi aplicado entre setembro e outubro de 2016 na sua maior parte através de internet (256 respostas) pela utilização do aplicativo GoogleForm e divulgação da pesquisa nas redes sociais (Facebook e WhatsApp). Também foi aplicado o questionário ao vivo nas aulas de "Estradas I" e "Técnicas e economia dos Transportes II" (49 respostas) na Escola Politécnica de Pernambuco. Alcançando assim uma maior abordagem entre estudantes universitários. As respostas encontradas foram utilizadas para entender o perfil e as escolhas dos usuários frequentes, usuários esporádicos e não-usuários de bicicletas. Os primeiros correspondem a pessoas que já utilizam bicicletas em seu dia-a-dia, o segundo grupo, àqueles que utilizam o modal apenas para lazer enquanto o último grupo não utiliza o veículo.

Quando traduzidas para números, as respostas na escala Likert configuram valores de 1 a 5, sendo que quanto maior o número, maior a concordância com a afirmação ou com a relevância da mesma. Para tratamento dessas respostas, foi utilizado o programa *Statistic Package Social Science - SPSS 23.0*. Através do qual os dados qualitativos foram transformados em quantitativos e foram submetidos a análise de conteúdo e executadas estatísticas descritivas - média, desvio, padrão, amplitude e frequência. Também foi utilizado o programa para validar as respostas dos questionários, sendo aprovadas as informações encontradas.

### **3.3.ÍNDICE AVALIATIVO DAS VIAS QUANTO A(IN)SEGURANÇA VIÁRIA**

Na geração do índice avaliativo quanto à segurança viária, foi preciso definir o formato de julgamento e os critérios a serem aplicados a cada característica da via. Dessa forma foram desenvolvidos sistemas de avaliação com base no Índice de desenvolvimento de estrutura cicloviária (AmeCiclo, 2016) e na Coleção bicicleta Brasil: Programa brasileiro de Mobilidade por bicicletas (Ministério das cidades, 2007).

Cada característica teve sua nota definida em um escala de 1 a 100, a fim de equalizar a análise em forma de porcentagem. A nota geral de avaliação de cada via foi feita a partir da média ponderada das notas de cada característica, como uso dos fatores de relevância como pesos. Esta pode ser descrita matematicamente como:

$$V_{sv} = \frac{\sum_{i=1}^9 Vi * Fi}{\sum_{i=1}^9 Fi} * \frac{1}{100}$$

Sendo,

V<sub>sv</sub>: Valor da via relativo à percepção da segurança viária; Vi: Valor/Nota da característica i em porcentagem, Fi: Fator de relevância (módulo e 1 a 5).

### **3.4.ÍNDICE AVALIATIVO DAS VIAS QUANTO A(IN)SEGURANÇA PÚBLICA**

Para criação do índice de avaliação quanto à segurança pública, também foi desenvolvido um formato para cada característica considerada relevante anteriormente. Estes foram baseados em cartilhas de segurança pública disponibilizados pela delegacia de Belo Horizonte e por observações da própria autora.

Apesar de sua alta relevância para os usuários, não foi utilizado o critério Histórico de Assalto devido à dificuldade em encontrar dados representativos da percepção do usuário sobre essa característica. Também não foi analisado o policiamento das vias, pois não há postos policiais na área escolhida para análise neste trabalho. Toda a segurança é feita por viaturas que percorrem a maioria, senão todas, as vias.

Cada característica teve sua nota numa escala de 0 a 100, para equalizar a análise final no formato de porcentagem. A nota geral de avaliação de uma via foi feita a partir da média ponderada das notas de cada característica, como uso dos fatores de relevância como pesos. Esta pode ser descrita matematicamente como:

$$Vsp = \frac{\sum_{i=1}^6 Vi * Fi}{\sum_{i=1}^6 Fi}$$

Sendo,

Vsv: Valor da via relativo à percepção de segurança pública; Vi: Valor/Nota da característica i em porcentagem; Fi: Fator de relevância (módulo e 1 a 5)

### **3.5. ÍNDICE AVALIATIVO DAS VIAS QUANTO A(IN)SEGURANÇA**

A percepção completa de quais vias são mais seguras na percepção dos possíveis usuários foi obtida pela média dos índices anteriores. Expressão descrita por:

$$Vs = \frac{Vsv + Vsp}{2}$$

Sendo,

Vs: Valor final relativo à percepção de segurança na via; Vsv: Valor da via relativo à percepção de segurança pública; Vsp: Valor da via relativo à percepção da segurança viária.

## **4. ÍNDICE AVALIATIVO DAS VIAS QUANTO A(IN)SEGURANÇA**

A análise das respostas ao questionário confirmou o impacto dos fatores ligados a impressão de segurança pública e privada ressaltados na revisão bibliográfica. Vale destacar a palavra "impressão", pois a diferença da relevância dos riscos para usuários de bicicleta e para os não-usuários demonstra que esses fatores são mais impactantes na decisão por começar a andar de bicicleta, do que na de continuar a utilizar o modal. Dessa forma, é possível concluir que, uma vez feita a escolha pelo

modo de transporte, as pessoas tendem a ser menos temerosas e a se tornarem usuários frequentes.

Outro resultado encontrado que corrobora com essa conclusão e contribui com a possibilidade de incentivar o uso de bicicletas, é a alta porcentagem de entrevistados que afirmaram ser interessados em utilizar o veículo em seus deslocamentos diários (68%). Apenas 21% dos entrevistados afirmaram não ter interesse em utilizar o modal no dia-a-dia, sendo que quase 50% deste grupo também responderam ter renda superior a 8 salários mínimos, o que pode indicar um reflexo da imagem da bicicleta como um modal para população menos favorecida.

As respostas ao questionário também apontaram como a presença de uma infraestrutura cicloviária é impactante na escolha dos usuários, uma vez que o item foi apontado como o fator mais relevante em ambas as análises com margem de 0,31 pontos para o próximo fator de relevância. Concluindo que os gestores podem modificar abruptamente a sensação de segurança viária de uma via apenas pela implantação de uma cicloestrutura. Fato verificado na avaliação da área de estudo analisando-se as avenidas Rui Barbosa e Conselheiro Rosa e Silva.

Fatores como condições do pavimento, sinalização e iluminação também foram destacados pelos entrevistados como muito relevantes e são de fácil adequação a níveis requeridos por ciclistas. Logo, com algumas modificações da via seria possível torná-la muito mais atrativa aos ciclistas.

Também foram destacados fatores menos concretos com o comportamento entre ciclistas e motoristas e o histórico de assaltos. No primeiro caso é um fator muito subjetivo e de difícil análise, pois varia e acordo com o que cada pessoa entende como respeito. Também é uma característica de solução demorada, pois depende de uma mudança no comportamento social de um grupo, seja por campanhas educativas e/ou pela mudança na imagem da bicicleta. No caso do histórico de assaltos, existem dados que podem quantificar a características, porém foi visto que é um fator mais influenciado pela mídia do que por estatísticas e, por isso, de análise subjetiva.

A metodologia adotada para a elaboração do índice mostrou-se viável para a realização de uma avaliação de infraestrutura, ponderando não só fatores técnicos da vias, mas considerando a percepção do público alvo, os possíveis usuários da ciclovia. Esse índice também é muito importante para uma visualização mais didática do assunto, de forma que possa atingir gestores sem conhecimento técnico da temática.

Em contra partida o índice ainda precisa de revisões que podem ser adquiridas experimentando a abordagem em diferentes localidades. Alguns pontos foram deixados de fora da avaliação devido às limitações de um projeto final de curso, mas podem ser abordados em uma próxima avaliação, como o impacto de terrenos e prédios abandonados para a segurança pública. Ainda no índice de (in)segurança pública, foi dada muita importância ao fator movimentação devido a abordagem de temas similares em 3 questionamentos – movimentação, pontos de comércio e atividades de lazer. Mesmo sendo uma característica muito importante para a segurança pública, a proximidade dos temas contribuiu para uma maior disparidade entre as avaliações de segurança pública e as de segurança viária.

Na aplicação do índice a área de estudo foi percebida a necessidade por balancear os dois fatores. Como na maior parte dos casos as vias tiveram pontuações opostas nos índices, aquelas mais atrativas ao uso de bicicleta pelo índice final de segurança foram as que mantiveram pontuações entre baixa e média em ambas as avaliações.

No bairro das Graças foram identificadas como vias mais atrativas ruas coletoras. Esse fato se deve pela combinação de boa pavimentação, sinalização completa, movimentação nas ruas e presença de pontos comerciais. Como também, por não apresentarem um alto volume e terem a velocidade limite reduzida quando comparadas as vias artérias.

Infelizmente a visão do índice ainda é restrita aos fatores de segurança, mas criada a metodologia é possível desenvolver outros índices avaliativos e os somar. Também seria interessante considerar pesos para cada índice e o comprimento das vias, ao fim dessa nova pesquisa seria possível ter uma visão completa das vias mais atrativas às bicicletas.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMÂNCIO, Thiago ; MACHADO, Leandro. (2016) Ciclistas criam estratégias para escapar de roubos e furtos de bicicletas em SP. Folha de São Paulo, São Paulo, set. 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/09/1809062-ciclistas-tentam-se-proteger-de-roubos-e-furtos-de-bike-em-sao-paulo.shtml>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

AMECICLO. (2010) Associação Metropolitana de Ciclistas do Grande Recife. Índice de desenvolvimento da estrutura cicloviária: IDECiclo Recife. 1ª. ed. Recife, 2016. 54 p.

ARAÚJO, Rosana Melo de et al. Andar de bicicleta: contribuições de um estudo psicológico sobre mobilidade. Temas de Psicologia, Ribeirão Preto, v. 17, n. 2, out. 2010.

BELO HORIZONTE (Município). (2016) Cartilha de Qualidade na Iluminação Pública: Fácil de Ver, Entender, Fazer e Manter. Belo Horizonte: Diretoria de Iluminação Pública, 2016. 7p. Disponível em: <[http://www.cdibh.com.br/midia/cartilha\\_guarda\\_municipal.pdf](http://www.cdibh.com.br/midia/cartilha_guarda_municipal.pdf)>. Acesso em: 03 dez. 2016.

BRASIL. Lei n. 12.587, (2012). Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, jan. 2012. Vigência Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm)>. Acesso em: 03 dez. 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades (2016). Coleção Bicicleta Brasil: Programa de Mobilidade por Bicicleta. Caderno 1. Brasília: Ministério das Cidades, 2007. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/LivroBicicletaBrasil.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2016

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO. (2016) Conselho Nacional. Ciclovias representam apenas 1% da malha viária das capitais no país. Disponível em: <<http://www.caubr.gov.br/ciclovias-representam-apenas-1-da-malha-viaria-das-capitais-no-pais/>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

COPENHAGENIZE DESIGN COMPANY. (2015) Copenhagenize Index 2015. 3ª. Disponível em: <<http://copenhagenize.eu/index/>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

CRUZ, Luciana Maria da (2015) Relações entre espaço, crime e percepção da violência: Um estudo de caso em bairros do Recife. 2015. 146 p. Tede (Doutorado em Geografia)-UFPE, Recife, 2015

GAETE, Constanza Martínez; SBEGHEN, Camilla. (2016) As 20 cidades mais preparadas para o ciclismo urbano segundo o Ranking Copenhagenize 2015. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/770915/as-20-cidades-mais-amigaveis-do-mundo-com-as-bicicletas-segundo-o-ranking-copenhagenize-2015>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

GALVÃO, Pauliana Valéria Machado et al. Mortalidade devido a acidentes de bicicletas em Pernambuco, Brasil. Ciências & Saúde Coletiva, Recife, p. 1255-1262, mar. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Cidades@: Recife. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=261160>. Acesso em: 03 dez. 2016

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE & DESENVOLVIMENTO. (2016) Sistemas de bicicletas compartilhadas em Belo Horizonte, Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo. Rio de Janeiro: [s.n.], 2016. 32p. Disponível em: <<http://2rps5v3y8o843iokettbxnya.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/06/2016-ITDP-relatorio-bike-share.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2016

RECIFE (Município). Lei n. 16.176-1996, de 01 de jan. de 1996. Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS). Estabelece a lei de uso e ocupação do solo da cidade do Recife. Leis Municipais, Recife, 1996. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-recife-pe>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

SILVA, Ana. L. B. et al. (2015) Análise multicritério para avaliação de rotas cicláveis integradas ao transporte público COM. Produção da Rede. Rede Íbero-Americana de Estudo em pólos geradores de viagens. Salvador, 2014.

SILVEIRA, Mariana Oliveira da. (2016) O uso da bicicleta sob os fundamentos da teoria do comportamento planejado. 2016. 231 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - UPFE, Recife, 2016.



SILVEIRA, Mariana Oliveira da; MAIA, Maria Leonor Alves. (2015) Variáveis que influenciam no uso da bicicleta e as crenças da teoria do comportamento planejado. Transportes, Brasília, v. 23, n. 1, p. 24-36, 2015.

SOUZA, Aline. (2016) Onda de violência no Rio causa insegurança entre ciclistas. Vá de bike, Rio de Janeiro, p. 1-1, jan. 2015. Disponível em: <<http://vadebike.org/2015/01/assaltos-ciclistas-tunel-botafogo-copacabana-churrascaria-ciclovia-perdeu/>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

SOUZA, Pablo Brillhante de; KAWAMOTO, Eiji. (2015) Análise de fatores que influem no uso da bicicleta para fins de planejamento cicloviário. Transportes, Brasília, v. 23, n. 4, p. 79-88, out. 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2015) Global status report on road safety. 3ª. ed. Genebra: WHO, 2015. 340 p.

# ESTUDIO COMPARADO DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES DE CICLORUTAS

**Oscar Figueroa**

oscarfigueroauc@gmail.com

**Carole Gurdon**

cgurdon@uc.cl

**Micaela Jara**

micaela.jf@gmail.com

**Piera Medina**

piera.medina@gmail.com

**Rodrigo Urbano**

rurbanog@uc.cl

Dirección de Extensión y Servicios Externos, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos  
Universidad Católica de Chile. El Comendador 1966 Santiago Chile

## RESUMEN

El presente estudio propone un análisis de casos internacionales enfocado en la integración de la bicicleta en la movilidad urbana, que permita inspirar e informar el avance hacia la ciclo-inclusión en las ciudades chilenas. Se desarrollaron nueve casos internacionales en tres áreas temáticas – evaluación, diseño e implementación–, cuyo análisis ilustró diversos caminos para la ciclo-inclusión. Mientras las ciudades tradicionalmente ciclistas se posicionan como paradigmas que encarnan las aspiraciones de otras ciudades, los casos de menor desarrollo de la ciclo-inclusión revelaron una serie de procedimientos efectivos e inspiradores para darle a la bicicleta un lugar en la movilidad. El análisis permitió además identificar elementos transversales a los casos, de gran relevancia para las políticas públicas urbanas ciclo-inclusivas. Se propone así un “sistema comprensivo de diseño” conformado por distintos componentes interdependientes entre sí e integrados en un sistema mayor de visión de ciudad. Se identificó seis componentes clave para el sistema comprensivo de diseño: (1) infraestructura; (2) uso compartido del espacio público; (3) integración modal; (4) coordinación con la planificación urbana; (5) cultura de la movilidad; (6) participación ciudadana. Asimismo, se identificaron cinco estrategias para asegurar un correcto diseño e implementación de planes y proyectos: (1) gestión; (2) financiamiento a corto, mediano y largo plazo; (3) promoción, comunicación y marketing social; (4) diseño de infraestructura y mantenimiento; (5) operación y monitoreo.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objetivo desarrollar y aplicar herramientas metodológicas para el análisis de diversas experiencias internacionales sobre evaluación, diseño e implementación de infraestructuras urbanas ciclo-inclusivas. Tras un barrido general de 20 casos internacionales, se seleccionaron algunos que pudieran ser paradigmáticos para la gestión de proyectos ciclo-inclusivos, terminando por considerar un total de 9 casos definitivos para analizar en detalle. Las ciudades consideradas son Copenhague, Bruselas, Sao Paulo, Berkeley, Utrecht, Nueva York, Rosario y en cuanto a experiencias nacionales, las de España y Colombia. Los casos tienen además un cierto equilibrio en la repartición geográfica, incluyendo referentes de Norteamérica, Latinoamérica y Europa, de escala urbana y nacional.

Se buscaba especialmente identificar enseñanzas generales para procedimientos amplios de definiciones de los proyectos de ciclo-inclusividad que consideraran, la evaluación de los proyectos, los criterios de diseño y su implementación. Si bien en general se buscaron experiencias exitosas, no es ese necesariamente el criterio predominante, sino más bien destacar algunos valores e innovaciones en iniciativas bastante dispares tanto en implementación como en resultados.

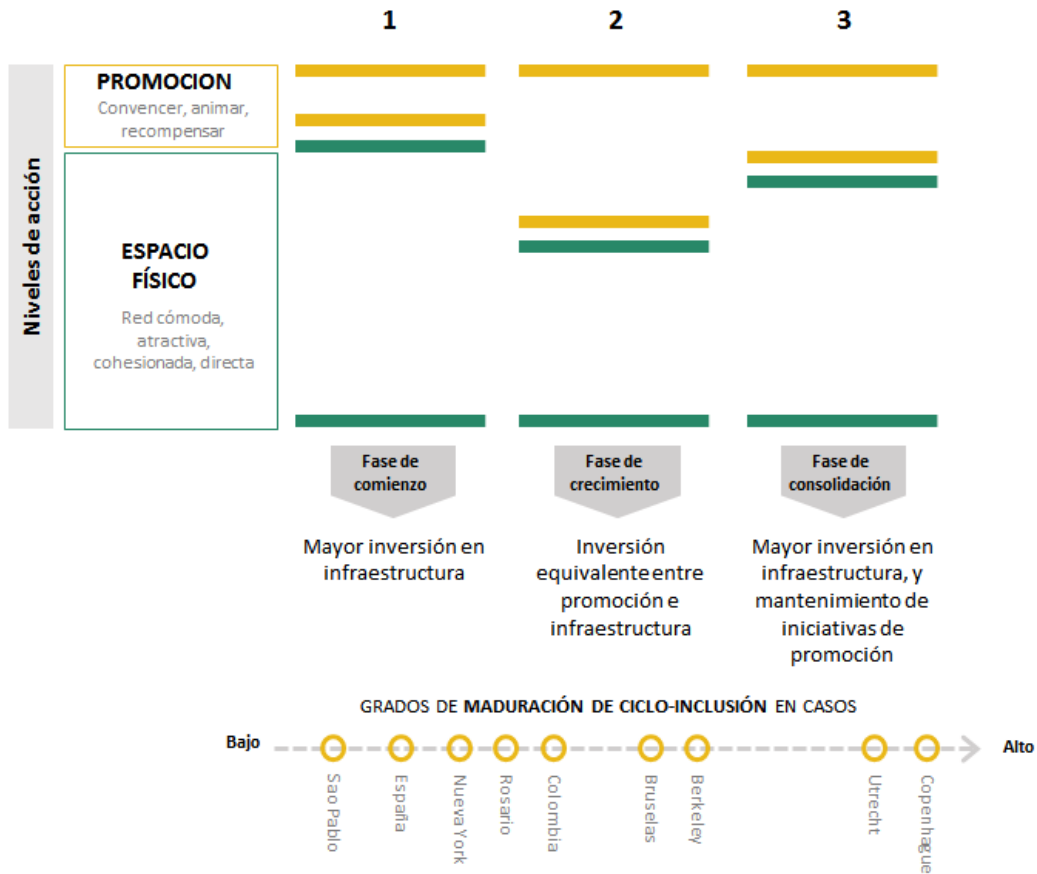
## **2. ANÁLISIS DE CASOS INTERNACIONALES**

Un análisis general de los contenidos reportados por los casos analizados, permite afirmar que ellos exhiben diferentes grados de maduración o desarrollo del uso de la bicicleta en la movilidad, así como diferentes procesos históricos, sociales y políticos que definen cada avance de la ciclo-inclusión. Más allá de las especificidades de cada uno, el análisis de sus enfoques, procesos y características principales informa e inspira acciones coherentes para diferentes contextos y entrega valiosas lecciones para la política pública en materia de movilidad urbana.

En términos generales, los casos ilustran diversos caminos para el logro de la ciclo-inclusión, o alguna de sus etapas, en las ciudades. Así, es posible reconocer dos grandes niveles de acción para el logro de los objetivos: los que se refieren a la promoción del modo, y aquellos que se refieren al espacio físico. Estas acciones adquieren una mayor o menor relevancia y un foco diferente de acuerdo al grado de maduración de la ciclo-inclusión en una determinada ciudad, que puede encontrarse en fase de comienzo, crecimiento o consolidación (Figura 1). Las ciudades tradicionalmente inclinadas por el uso de la bicicleta, como Copenhague y Utrecht, aparecen como paradigmas de lo que debe ser la aspiración de otras ciudades, pero no necesariamente pueden explicitar el camino para lograrlo. En efecto, el análisis

de casos de menor desarrollo en la trayectoria hacia la ciclo-inclusión urbana reveló una serie de procedimientos efectivos e inspiradores para darle a la bicicleta un lugar en la movilidad urbana.

**FIGURA 1. Grados de ciclo-inclusión e inversión, y posicionamiento de los casos (Fuente: elaboración propia a partir de la Guía ProBici, 2010)**



El análisis se llevó a cabo en base a tres elementos cruciales en el proceso de desarrollo de ciudades ciclo-inclusivas, a saber, la evaluación, el diseño y la implementación. Así, la revisión de cada caso informó el enfoque específico aplicado para cada uno de estos elementos, entre otras temáticas relevantes. A continuación, se presenta una síntesis del análisis de los casos llevado a cabo en el estudio, y los principales hallazgos que cada experiencia entrega para avanzar hacia estrategias de ciclo-inclusión.

## 2.1 Evaluación

Uno de los principales elementos que destaca en Copenhague sobre la evaluación de los proyectos de ciclorutas implementados en la ciudad, se refieren a la capacidad

de articulación de la visión de ciudad con una planificación integrada de la movilidad urbana, que considera a la intermodalidad y el uso de la bicicleta como principales aspectos de la calidad de vida, el medio ambiente y la imagen de ciudad con proyección internacional. El caso de Copenhague logra una estructura coordinada de funcionamiento, articulando distintos niveles de actores claves, tales como el municipio, la sociedad civil, comerciantes y los propios usuarios, que son claves para el éxito de sus proyectos. En efecto, si bien no se caracteriza por ser un caso donde los diseños sean elaborados de forma participativa, si contempla una ciudadanía activa que es una pieza clave del proceso de evaluación del sistema: la evaluación del estado y calidad de la red se realiza periódicamente mediante conteos y encuestas sobre la percepción ciudadana respecto la calidad del servicio ofrecido.

Por otra parte, el caso de Bruselas propone una agregación amplia de los beneficios económicos, directos e indirectos, que arroja el uso de la bicicleta. Se caracteriza principalmente por establecer mediciones cuantitativas, que plantean una visión económica desde la cual medir los efectos e impactos positivos que tiene el uso de la bicicleta como medida para reducir el tráfico, en el empleo, y en la economía local de cada ciudad. En esto último, resulta interesante observar las consideraciones del uso de la bicicleta sobre el comercio minorista local, y en particular sobre las distintas actividades de servicio a las bicicletas, reparaciones y piezas, comercialización, etc.

El caso de Sao Paulo ilustra las problemáticas de integrar proyectos ciclistas en una mega-ciudad dominada por la congestión vial y fuertes símbolos de poder y status asociados al automóvil. Aquí, muchos proyectos se han desarrollado en base a un enfoque normativo: todo nuevo proyecto debe incluir infraestructura ciclista, sin pasar por procesos de evaluación. Este enfoque, no obstante, ha resultado ser frágil ante los ciclos públicos, demostrando una falta de continuidad en la voluntad política del gobierno de turno en la ciudad.

Exceptuando algunos casos puntuales, en España las ciudades no han mostrado aún altos niveles de ciclo-inclusión. Desarrollada por académicos y con la colaboración de administraciones locales, la *Guía ProBici* (2010) define una serie de buenas prácticas en materia de política pública ciclo-inclusiva. Se proponen una serie de indicadores para evaluar beneficios de la bicicleta en términos sociales, ambientales, económicos y de eficiencia en la movilidad, aplicables a cualquier contexto urbano.

## **2.2 Diseño**

En lo que concierne al diseño de ciclorutas, los casos considerados ilustran distintas maneras de abordar el problema, que responden a perspectivas propias de la realidad local y la inventiva desplegada. En este sentido, el caso de Berkeley se plantea como una estrategia de diseño de bajo costo y alto impacto, que ha logrado posicionar la bicicleta como asunto estratégico en la planificación de la ciudad. Una de las principales características de este caso es la capacidad de generar proyectos poniendo foco en la señalética, disminución de velocidad, y la priorización de los modos de transporte, lo que ubica a la bicicleta en un lugar relevante dentro de la movilidad urbana. Como estrategia de diseño destaca la creación de corredores 'boulevards', calles compartidas de tránsito lento, insertos en una red densa, conectada y jerarquizada que reconoce los distintos usos y vocaciones de las vías de la ciudad. El diseño se basó en un intensivo proceso participativo, desde fases tempranas del diseño de la red, hasta la evaluación de las intervenciones implementadas.

El caso de Utrecht, corresponde a un avanzado desarrollo en la inclusión de la bicicleta en el transporte urbano, que ha logrado avanzar hacia el diseño de una infraestructura sofisticada de transporte multimodal. Esta contempla el uso compartido de las vías, con preferencia de la bicicleta, mediante la pigmentación de las calzadas, y apunta hacia el fomento de 'viajeros intermodales' a través de la integración de la bicicleta en la red de transporte público e infraestructuras viales, que permiten a los ciclistas desplazarse dentro y fuera del radio urbano a través de autopistas. Todo lo anterior ha consolidado a la bicicleta como parte de la gestión urbana integrada, social y territorial.

El caso de Colombia aparece como un aporte relevante desde la perspectiva y experiencia latinoamericana, sobre todo tomando en cuenta su trayectoria histórica en materia de movilidad ciclista. En el 2016 se publica la *Guía de Ciclo-Infraestructura para Ciudades Colombianas*, esfuerzo de alcance nacional y naturaleza indicativa que propone una hoja de ruta para fortalecer y aunar esfuerzos de integración de la bicicleta a los sistemas de movilidad en las diferentes ciudades del país. La guía establece la relevancia de una nueva jerarquía en la movilidad que el diseño debe plasmar, donde los modos no motorizados tengan prioridad, y propone una serie de criterios para la toma de decisión entre diferentes tipologías de vías segregadas y compartidas. En apoyo al proceso de diseño, las organizaciones sociales han tenido un rol relevante y activo, y se han desarrollado novedosas estrategias de promoción, incluyendo programas, eventos temporales y soluciones piloto, flexibles y de bajo costo que se han replicado en otros países.

## 2.3 Implementación

En materia de implementación, los casos analizados reflejan enfoques muy diversos para la ciclo-inclusión, incluyendo la construcción de grandes infraestructuras, proyectos piloto de experimentación y una mirada reflexiva y consensuada respectivamente. En Copenhague la bicicleta ha sido históricamente parte fundamental del sistema urbano de la movilidad, implicando con ello un alto grado de maduración de la ciclo-inclusión a nivel local como nacional. Esto ha significado un constante aprendizaje en la implementación proyectos de ciclorutas, y la generación de normativas urbanas que apuntan a una mayor inclusión de la bicicleta en las políticas públicas estatales, y en los objetivos de desarrollo urbano. Lo anterior se refleja en el enfoque desde el cual se diseñan los proyectos de ciclorutas, basados en un sistema segregado en el diseño de espacios dedicado a la movilidad ciclista, como estrategia de seguridad y confort de los usuarios. Todo ello ha significado el desarrollo de obras de gran impacto para la movilidad urbana, con inversiones en infraestructura de alto estándar, gran envergadura y calidad arquitectónica.

El caso de Nueva York refleja los esfuerzos de una ciudad dominada por una cultura del automóvil por convertir a la bicicleta en una alternativa real de transporte urbano. Dadas las implicancias de dichas condicionantes culturales reflejadas en el espacio físico de la ciudad, si la bicicleta había de insertarse como una alternativa viable y atractiva en el sistema de transporte vigente, sería necesario promover la seguridad de sus usuarios. La implementación se basó entonces en esquemas de flujos ciclistas segregados y protegidos de los automóviles. Además, la implementación requería de un enfoque estratégico convincente. Se inició así con acciones rápidas, proyectos piloto con materiales temporales y de bajo costo para reconfigurar las calles y demostrar la efectividad de las medidas y, en una segunda fase, desarrollar inversiones mayores de carácter definitivo. Dicha estrategia ha inspirado acciones de bajo costo y alto impacto en diferentes contextos internacionales.

En Rosario, los históricos altos niveles de pobreza, profundizados dramáticamente durante las diferentes crisis afrontadas por Argentina, han fundamentado una política de movilidad con una mirada reflexiva y participativa y un foco en la justicia ambiental y social. La formulación del Pacto de la Movilidad que incluyó a actores públicos, privados, y de la sociedad civil hace muestra de un ejercicio participativo para llegar a una visión consensuada. El resultado es una visión de movilidad que prioriza desplazamientos no motorizados, energías renovables e inclusión social en la toma de decisiones, donde la bicicleta cumple un rol central. Así, la construcción de infraestructura ciclista no ha sido el foco de la implementación. Más bien, esta ha

apuntado a recuperar las calles como espacios públicos a escala humana a través de zonas calmas y de prioridad peatonal, articular la bicicleta con otros modos de transporte, poner en marcha un sistema de bicicletas públicas y desarrollar campañas de promoción y de formación para el uso de la bicicleta.

### 3. DE LOS CASOS AL SISTEMA CONCEPTUAL

En el análisis de los casos no se ha encontrado una relación de causalidad directa entre la construcción de infraestructura ciclista segregada y el aumento de los viajes en bicicleta. Las acciones e inversiones, por muy buenos diseños que se propongan, si son emprendidas de forma aislada, sin visión y objetivos claros pueden resultar en un fracaso y generar más conflictos entre los distintos modos de transporte. Para avanzar hacia ciudades ciclo-inclusivas, la construcción de ciclovías no es en sí suficiente.

**FIGURA 20. Sistema comprehensivo de diseño ciclo-inclusivo (Fuente: elaboración propia)**





El análisis permitió identificar la existencia de ciertos elementos transversales a los casos que son también necesarios de incorporar en los proyectos y planes ciclo-inclusivos. Resulta así crucial entender el diseño de las ciclorutas como un proceso inserto en un sistema comprensivo de diseño (Figura 2) conformado por distintos componentes que funcionan de forma interdependiente entre sí y a la vez están integrados en un sistema mayor, estructurado en base a una visión de ciudad. Los seis componentes claves para construir el sistema comprensivo de diseño ciclo-inclusivo y una estrategia adaptada a cada contexto urbano, son: (1) Estándares de infraestructura; (2) Uso compartido del espacio público; (3) Integración modal con los otros modos de transporte; (4) Coordinación con la planificación urbana; (5) Cultura de la movilidad; (6) Participación ciudadana.

Entender la movilidad como un sistema comprensivo de diseño implica pensar el diseño en base a una visión ciclo-inclusiva adaptada a cada ciudad. Resulta crucial entender la diferencia sustancial que existe entre la opción de acomodar una determinada infraestructura ciclista dentro del espacio urbano, como un elemento más del sistema de transporte vigente, y la de repensar la ciclo-inclusión como parte de una malla continua del espacio público, inscrita en un sistema de movilidad integral y a escala humana. La segunda propuesta requiere de una visión holística de la movilidad urbana que sitúa al espacio público en el corazón de su filosofía como espacio que no solo federa y articula los distintos modos, sino que ofrece una trama de ciudad más amigable para todos. Avanzar en esta dirección implica que la movilidad ciclista deja de ser vista sólo como un costo en tanto le quita espacio al automóvil.

Para ello, se requiere de un giro cultural en el cual el auto deja de tener una posición hegemónica en el espacio público. Dichos cambios culturales están inevitablemente ligados tanto a las representaciones y valores que la sociedad asigna al transporte público y a los modos activos, como a un cambio en el comportamiento de los usuarios de la calle. La "infraestructura humana", es decir la manera en la que las personas se mueven y se apropian del espacio público (Lugo, 2013) está así influenciada por las interacciones sociales y culturales: aquellos dispuestos a moverse en bicicleta cada día, aprenden de otros ciclistas más experimentados dentro de su comunidad. Existe también una correlación positiva entre la seguridad vial y la cantidad de ciclistas y peatones. Este fenómeno, llamado "safety in numbers" podría explicarse por un cambio en el comportamiento de los conductores que, expuestos y familiarizados a una mayor presencia de peatones y ciclistas, se adaptan a compartir el espacio de la calle (Jacobsen, 2003; Robinson, 2005).

Avanzar hacia una visión holística de la movilidad requiere de un cambio cultural, así como de una política clara basada en una visión de ciudad y en la existencia de instituciones adecuadas y coordinadas para llevar a cabo y concretar esta visión. Construir ciudades ciclo-inclusivas depende de esfuerzos conjuntos y coherentes entre diferentes sectores y niveles de la administración pública, a cargo de la planificación urbana, los usos de suelo, el transporte, la vialidad y el medio ambiente, con el apoyo del sector educación y de instituciones fiscalizadoras en la implementación. Debido a lo anterior el contexto institucional y político de la ciudad, es una condicionante fundamental. En base a este contexto, la visión de ciudad se construye en definitiva como una declaración de principios que precisa las condiciones ideales de la ciclo-inclusión. Esta declaración de principios puede dar énfasis a diferentes beneficios que generan los modos de transporte no motorizados para la ciudad.

La elaboración de políticas ciclo-inclusivas debe estar coordinada con la planificación urbana integrada. Los usos de suelo mixtos aseguran la proximidad entre las diferentes actividades, ya sea estudio, trabajo, comercio o residencia. La densidad es una herramienta importante con la que cuenta la planificación urbana para integrar la red ciclista. Ciudades de baja densidad son más extensas y, por ende, dependen más del automóvil para cubrir distancias largas que separan los sectores residenciales de los sectores de trabajo o estudio. Por el contrario, ciudades de alta densidad acortan distancias y generan proximidad en lo cotidiano, favoreciendo el caminar y andar en bicicleta para cubrir necesidades de transporte. La coordinación con la planificación urbana tiene como objetivo la integración territorial de la red de ciclorutas y la promoción de la intermodalidad. En este sentido, las políticas ciclo-inclusivas deben tener en cuenta la integración con los otros modos de transporte. Ello debe hacerse promoviendo políticas de inducción, ("pull"), de los medios activos, y también políticas de disuasión ("push") del uso del automóvil, (City of Utrecht y Urba'Al).

En la construcción de los planes ciclo-inclusivos, los procesos participativos también son fundamentales en la toma de decisiones. Son herramientas que permiten recoger la experiencia de los ciclistas y habitantes en general y llegar a una visión consensuada del plan en términos de diseño e implementación.

**FIGURA 3. Definición de un plan ciclo-inclusivo (Fuente: elaboración propia)**



Se han identificado cinco estrategias que se deben incorporar para asegurar un correcto diseño e implementación de planes y proyectos de ciclo-inclusivos (Figura 3): (1) una estrategia de gestión del plan y su correcta coordinación con la planificación urbana de la ciudad ; (2) una estrategia de financiamiento con etapas a corto, mediano y largo plazo; (3) una estrategia de promoción, comunicación y marketing social que permite instalar la ciclo-inclusión en la cultura urbana de movilidad; (4) una estrategia de diseño de la infraestructura y mantenimiento; (5) una estrategia de operación y monitoreo que permite asegurar fluidez y comodidad en el uso de la infraestructura.

#### 4. CONCLUSIONES: LO INELUCTABLE DE LA CICLO-INCLUSIÓN

*[Ineluctable: Adjetivo. Que no puede lucharse contra ello, inevitable]*

Un primer aspecto que se destaca del análisis realizado es lo que se define como lo ineluctable de la ciclo-inclusión. La experiencia revisada pone en evidencia que de manera progresiva la bicicleta ha ido ganando espacio en la movilidad cotidiana de las ciudades, y que ese proceso lleva inevitablemente a un reacomodo de las relaciones intermodales con una mayor y equilibrada participación de la bicicleta y un desarrollo consecuente de la infraestructura vial.

El perfeccionamiento de este sistema será resultado de un proceso de maduración y del progreso mismo de las experiencias en torno a la bicicleta. Si la ciclo-inclusión es un proceso que ha de producirse de manera ineluctable, es entonces necesario anticipar su desarrollo, asegurando precisamente que dicho proceso contenga las características aquí definidas y se integre en las formas propuestas, de manera de promover a través de esta evolución, una adecuada articulación de los modos de transporte, del uso del espacio público y de la perspectiva de una ciudad más sustentable y más inclusiva.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

... (2010), *PROBICI Guía de la Movilidad Ciclista. Métodos y técnicas para el fomento de la bicicleta en áreas urbanas*, Madrid, España.

City of Utrecht, & Urb'Al - European co-operation office. (n.d.). *Integración de bicicletas en la ingeniería de tránsito en ciudades medianas latinoamericanas y europeas. Un programa interactivo para educación y distribución de conocimiento*. (p. 135). Utrecht, Holanda: City of Utrecht & Urb'Al - European co-operation office.

JACOBSEN P.L. I (2003), "Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling", *Injury Prevention*, 9, 3, pp.205-209.

LUGO A.E. I (2013), "CicLAVia and human infrastructure in Los Angeles: Ethnographic experiments in equitable bike planning", *Journal of Transport Geography*, 30, pp.202-207.

Ministerio de Transporte de Colombia (2016), *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*, Eds. Pardo, C & Sanz, A, Bogotá D.C., Colombia.

ROBINSON D.L. I (2005), "Safety in numbers in Australia: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling", *Health promotion journal of Australia: official journal of Australian Association of Health Promotion Professionals*, 16, 1, pp.47-51.

NOTA: El presente trabajo se inspira en una consultoría realizada por los autores para el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, titulada "Estudio comparado de metodologías para la evaluación de ciclorutas"; sin embargo, los contenidos aquí desarrollados difieren del trabajo original. Los autores desean agradecer al equipo de contraparte, María José Lara, Manuel González e Iván López, por su permanente buena disposición y también porque en las enriquecedoras discusiones mantenidas, puede que alguna idea deslizada aquí haya sido robada de ellos.

# O CONCEITO DE RUAS COMPLETAS: APLICAÇÃO A UM PROJETO VIÁRIO EM NATAL-RN, BRASIL, CONSIDERANDO A POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA

**Gabriel Costa Valença**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil  
gabrielvalenca\_13@hotmail.com

**Enilson Medeiros dos Santos**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil  
enilson@interjato.com.br

## RESUMO

A maior ocorrência de congestionamentos viários e os correspondentes aumentos em casos de estresse de condução e de agravos à saúde pública, bem como da maior contaminação atmosférica e da redução da qualidade ambiental urbana, todos esses são fatos notórios produzidos pela ampliação do uso de automóveis nas cidades brasileiras. A conscientização da sociedade em torno desse tema resultou que, em 2012, fosse sancionada a Lei Federal 12.587/2012, que instituiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), com o objetivo de elaborar políticas e planos locais de mobilidade que priorizem o transporte sustentável. Neste artigo, os princípios, objetivos e diretrizes da PNMU são cotejados com os princípios projetuais derivados do conceito de *complete streets*, já estabelecido e largamente utilizado na América do Norte para reorganização de tramos e redes viárias. Verifica-se que o conceito exibe conformidade à PNMU e que, portanto, pode ser uma medida de política e uma ferramenta projetual que apoie a consecução dos objetivos da Lei. Conclui-se o artigo com uma aplicação dos princípios das *complete streets* a um tramo viário em Natal, RN, Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

A partir das décadas de 1960 e 1970, ganhou corpo a contestação do *design* tradicional de vias urbanas, incidindo sobre a suposta eficiência econômica da fluidez do tráfego automobilístico e a maior compreensão de escopo e escala das externalidades socioambientais negativas a ela associadas (Banister, 2008, Suzuki *et al.*, 2013). Percebeu-se, então, que a dotação crescente de infraestruturas voltadas (quase que) exclusivamente para a mobilidade automobilística se torna insustentável a médio-longo prazo.

A partir daí, consolidou-se o entendimento técnico-acadêmico a respeito da importância de descentralizar os modos de transporte, na direção de um conceito de "humanização da via" (McCann, 2013), tributário de contribuições que se

originavam de práticas de *traffic calming* e esquemas de *woonerven* que passaram a ser sistematizadas na literatura técnico-científica por autores como Hass-Klau (1990; 1992), por exemplo. Nesse âmbito, as ruas passariam a ter um papel não só de locomoção, mas também social, de vivência e até econômica, o que supunha – no campo técnico das infraestruturas de transporte urbano – intervenções ancoradas principalmente na moderação de volumes e velocidades de tráfego.

Os desdobramentos teórico-conceituais e projetuais de tal abordagem deram origem a ideias-força, como as de “pedestrianização dos centros urbanos”, “cidades para pessoas” ou “bairros vivenciáveis”. Especificamente, na América do Norte da década inicial do século XX, aquele legado intelectual e de realizações concretas de quase 40 anos foi apropriado na formulação progressiva do conceito de *complete streets* (Smart Growth America, s.d.a), expressão traduzida no Brasil para “ruas completas”. Definia-se ali ruas completas como ruas dirigidas a todos os usuários, e que, portanto, acarretam mais mobilidade e segurança para pedestres, ciclistas, usuários de transporte coletivo e automobilistas de todas as idades, limitações e habilidades (Toronto Centre for Active Transportation, 2012). A partir de então, diversas cidades estadunidenses e canadenses têm usado este conceito para reprojeter e revitalizar ruas e espaços públicos: a *National Complete Streets Coalition* registra que, entre 2004 e o presente, 1140 agências públicas nos EUA, em níveis estadual, regional ou local, adotaram políticas baseadas no conceito de ruas completas, totalizando cerca de 1200 intervenções (Smart Growth America, s.d.b).

Entretanto, no Brasil e, em especial, em Natal, a quase totalidade dos processos de projeção e reprojecção viária ainda lança mão do conceito tradicional de planejamento para a fluidez automobilística em meio urbano. O agravamento do congestionamento nas últimas décadas, a precariedade dos serviços de transporte coletivo e a cada vez maior exclusão social pelo transporte, os agravos cada vez maiores à saúde pública, além da ação de coletivos sociais em prol de maiores níveis de caminhabilidade e ciclabilidade, deram origem a um movimento que culminou na sanção da Lei Federal 12.587/2012, da Política Nacional de Mobilidade Urbana (Ministério das Cidades, 2013).

A Lei brasileira objetiva planejar o crescimento das cidades de forma organizada, priorizando os investimentos em sistemas de transporte público e em modos não-motorizados. A Lei propunha que os municípios com mais de 20 mil habitantes elaborassem um Plano de Mobilidade Urbana em um prazo de três anos, ora ampliado para abril de 2018. A informação oficial é de que até o primeiro semestre

de 2017 apenas 10% dos municípios enquadrados na exigência legal tinham elaborado seus planos de mobilidade (Ministério das Cidades, 2017).

Não há dúvidas de que a Política Nacional de Mobilidade Urbana é uma grande oportunidade para a mudança do paradigma das políticas de transporte nas cidades brasileiras. Entretanto, a pequena quantidade de estudos tanto acadêmicos quanto institucionais (cabe mencionar o esforço representado em Ministério das Cidades, 2015); a falta de recursos técnicos e financeiros; a falta de vontade política e da consciência da importância da Lei pelos gestores públicos, entre outros fatores, redundam na baixa qualidade e quantidade de planos de mobilidade elaborados até este momento (Santos e Valença, 2016), em que a internalização dos princípios de humanização das ruas ao planejamento municipal chama a atenção por sua ausência.

Nesse sentido, este trabalho objetiva proceder à comparação dos elementos da Política Nacional de Mobilidade Urbana com os princípios projetuais das ruas completas, demonstrando a viabilidade de utilizar este conceito para guiar a elaboração de planos de mobilidade urbana no Brasil no que concerne a planejamento e projeto de infraestruturas. A concretização dessa viabilidade é testada em um projeto de reconstrução de um tramo de avenida em Natal, Rio Grande do Norte, utilizando o conceito de ruas completas, observando as normas técnicas vigentes, a Lei 12.587, e a realidade socioeconômica e de tráfego.

## **2. A RELAÇÃO ENTRE AS *COMPLETE STREETS* E A LEI 12.597/2012**

Ruas completas estão sendo implementadas em cidades norteamericanas, como Nova Iorque, Chicago, Boston, Vancouver e Toronto (Smart Growth America, s.d.c). Segundo Elias (2011), comparando o nível de serviço multimodal de quatro modelos de vias no modelo tradicional e de ruas completas, concluiu-se que uma rua completa bem executada aumenta o nível de serviço do transporte sustentável, com mínimo impacto no automóvel. Sendo assim, ruas completas reduzem custos de transporte e danos ambientais, gerando uma cidade mais segura, atrativa e economicamente vibrante (Transport Canada, 2009).

Além disso, ruas completas propiciam a valorização do espaço público. O incentivo ao transporte sustentável deve ser aliado ao bom uso do espaço público para dar segurança e motivação a pedestres, ciclistas e usuários de transporte público na utilização aquele espaço (Valença e Santos, 2018; Banister, 2008). Por fim, já se

percebeu a importância de relacionar o transporte com a economia local, pois projetos de ruas completas pensados para ampliar a quantidade de usuários do comércio, oportunidades de emprego e valorização imobiliária, levam a desenvolvimento econômico (New York City DoT, 2013).

**Tabela 1: Comparação entre elementos de uma rua completa e da Lei 12.587/2012**

Ruas Completas	PNMU
Infraestrutura para pedestres, com calçadas largas, faixas de travessia, iluminação, sinalização, conforto e projetada com acessibilidade universal.	Acessibilidade universal; desenvolvimento sustentável das cidades; segurança nos deslocamentos das pessoas; prioridade dos modos não motorizados; equidade e eficiência na circulação urbana e uso do espaço público.
Infraestrutura para ciclistas, com ciclovias, ciclofaixas, bicicletários; integração com o transporte coletivo.	Desenvolvimento urbano sustentável; segurança nos deslocamentos das pessoas; prioridade aos modos não motorizados; equidade e eficiência na circulação urbana e uso do espaço público; integração entre os modos de transporte.
Prioridade do transporte público coletivo sobre o individual; faixas exclusivas ou semiexclusivas; facilidades de integração com o pedestre e o ciclista	Equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo (TPC); qualidade na prestação de serviços do TPC; prioridade do TPC sobre o transporte individual motorizado, integração entre modos e serviços de transporte; priorização de projetos de TPC estruturadores do território e desenvolvimento integrado.
Arborização, facilitando a drenagem, regulação da temperatura e gerando uma paisagem mais agradável	Integração com a política de desenvolvimento urbano e políticas setoriais de habitação, saneamento básico, planejamento e gestão do uso do solo no âmbito dos entes federativos.
Medidas de <i>traffic calming</i> e gerenciamento de tráfego com o intuito de diminuir a velocidade e gerenciar o tráfego, gerando segurança ao transporte ativo.	Segurança nos deslocamentos das pessoas; justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços; mitigação de custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade

Nota: *Para as ruas completas, Smart Growth America (s.d.a) e Transport Canada (2009). Para a PNMU, as informações se originam no próprio texto da Lei Federal 12.587/2012.*

A Tabela 1 evidencia a relação direta entre o conceito de ruas completas e os princípios e diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. O fato de as *complete streets* terem como princípio básico a opção pelo transporte sustentável permite o comparativo com a Lei 12.587/2012. Isto porque, a PNMU exige que os municípios brasileiros elaborem planos de mobilidade que efetivem políticas voltadas ao transporte sustentável, tendo em vista o desenvolvimento socioeconômico local.

A utilização deste conceito pode ser um caminho para aprimorar o conhecimento dos responsáveis técnicos e políticos locais. Além disso, a grande quantidade de



exemplos e materiais institucionais disponíveis para a implementação deste conceito pode ser um caminho para melhorar a qualidade dos planos de mobilidade no Brasil.

### 3. CARACTERIZAÇÃO DO TRAMO VIÁRIO E DO PROJETO

As dimensões das calçadas e das ciclovias (ver Tabela 2) tiveram como base o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas (DNIT, 2010), bem como exemplo de projetos de ruas completas já executados nas cidades de Toronto (Toronto Centre for Active Transportation, 2012) e Boston (Boston Complete Streets, 2013), escolhidas porque são referências na América do Norte de bons projetos de ruas completas e de material institucional. Note-se que as duas cidades já obtiveram prêmios em projetos de grande escala de *complete streets* (Brown and Storey Architects, 2015; Utile Design, s.d).

**Tabela 2: Critério de dimensionamento da via**

Elemento do espaço urbano	DNIT	Complete Streets	
	(valores mínimos, m)	(valores mínimos, m)	(valores máximos, m)
Passeio livre da calçada	1,50	2,40	3,60
Faixa de segurança da calçada	0,60	1,50	1,80
Distância entre a edificação e o passeio livre da Calçada	0,60	0,60	
Ciclovias com sentido único	1,50	1,50	1,80

Escolheu-se um tramo da Avenida Antônio Basílio – entre a Rua Jaguarari e a Av. Salgado Filho, em Natal, Rio Grande do Norte –, com um comprimento total de 1,13 Km (Figura 1). A Av. Antônio Basílio é classificada como via coletora tipo 1: as que conectam fluxos estruturais e locais do bairro (Prefeitura Municipal de Natal, 2007). A escolha se deu pelo fato de o tramo estar localizado em área central de Natal, com significativa presença de comércios e serviços. A Figura 1 apresenta o tramo viário utilizado para propor sua reprojeção.

**Figura 1: Print screen do tramo utilizado no projeto, retirado do Google Maps.**



A geometria da via foi obtida através de um mapa da cidade de Natal em Autocad 2D, que traz medidas bem ajustadas à realidade (revelada por medições amostrais de quatro seções, uma por segmento), além de que fornece medidas coerentes com aquelas obtidas diretamente no Google Maps. O tramo viário, então, foi dividido em trechos geometricamente semelhantes, como se pode ver na Tabela 3. É importante observar que a grande variação de largura do canteiro central nos segmentos 1, 2 e 4 se deve a pontos de estacionamento no canteiro central ou à redução do canteiro central para o retorno de veículos, quando a via operava em duplo sentido de circulação. Em outubro de 2016, houve uma mudança na gestão operacional da Av. Antônio Basílio, adotando-se a partir daí sentido único de circulação em ambos os lados do canteiro central, inutilizando-se assim os retornos (Prefeitura Municipal de Natal, 2016).

**Tabela 3: Caracterização geométrica do tramo escolhido.**

Segmento	Trecho	Largura da via, excluindo calçadas	Largura total da via	Quantidade de faixas de rolamento	Largura do canteiro central	Comprimento da via
1	Av. Jaguarari – Av. Prudente de Moraes	22 m	27 m	6	2,90 – 5,10 m	575 m
2	Av. Prudente de Moraes - Av. Romualdo Galvão	20 m	27 m	4	5,40 – 7,30 m	190 m
3	Av. Romualdo Galvão – R. José Gonçalves	20 m	26 m	4	6,70 – 7,50 m	160 m
4	R. José Gonçalves – Av. Salgado Filho	20 m	25 m	4 – 6	3,60 – 8,50 m	160 m

Com o sentido único adotado na via, o canteiro central perdeu a sua função original. A pouca utilização e grande ocupação de espaço contribui para que optemos pela retirada do canteiro central no projeto. O projeto então tem a proposta de retirar o canteiro central, e locomover a arborização para as calçadas, promovendo sombra ao pedestre. Além disso a retirada do canteiro central gera um grande espaço para a inserção de calçadas largas, ciclovias, arborização, sem prejudicar o tráfego local.

Para a boa execução de uma rua completa, o uso da classificação tradicional da hierarquização viária (local, arterial, coletora, estrutural, etc.) não só é insuficiente, como beira a incoerência. É essencial, no caso, analisar o contexto socioeconômico do bairro, e a maneira como está se utilizando o solo (Boston Complete Streets, 2013). Então, para o estudo do uso do solo na Av. Antônio Basílio, foi utilizado o Google Maps/Street View para identificar a quantidade e a extensão dos diferentes tipos de uso dos lotes, como se mostra na Tabela 4. Foram identificadas tanto a

quantidade de lotes de um mesmo tipo como os comprimentos das fachadas. Como se pode observar na Tabela 4, a Av. Antônio Basílio é uma rua de caráter mais comercial, com restaurantes, bares, lanchonetes, escritórios, clínicas e supermercados. No tramo e nas suas proximidades (nas transversais) encontram-se dois supermercados, um shopping center, além de três estabelecimentos de ensino – fundamental e médio, técnico e superior –. Por isso, cabe que o projeto enfatize a infraestrutura para pedestres, ciclistas e usuários de transporte público, dando maiores opções de mobilidade para usuários de lojas comerciais e de serviços, bem como para frequentadores dos estabelecimentos de ensino.

**Tabela 4: Caracterização dos tipos dos lotes no tramo escolhido.**

Uso do solo	Moradia	Comércio	Escritório	Clínica	Igreja	Terreno Baldio	Parking	Ensino	Total
Quantidade de lotes	24	60	8	2	1	2	2	1	100
Testada ocupada (m)	318	1340	60	25	35	73,50	35,50	60	1947
Testada mínima (m)	5,40	3,95	3,00	12,40	35	27,50	11,70	60	n.a.
Testada máxima (m)	45,25	153,70	20,40	31,17	35	46	23,80	60	n.a.
Testada média (m)	13,25	22,33	7,5	12,5	35	36,75	17,75	60	n.a.

Pode-se verificar a partir da Tabela 4 que o uso do solo predominante é comercial, com 60% dos lotes e 69% de ocupação da testada ocupada total. A testada média ocupada e ponderada pelas quantidades de lotes por tipo de uso é de 19,47 m, com essa definição sendo influenciada pela maioria dos lotes comerciais, o que faz presumir uma intensa circulação longitudinal e transversal de pedestres. Pode-se reforçar esse elemento com a consideração de que o segundo tipo de uso do solo é o residencial unifamiliar; some-se a esta informação o fato de que as primeiras quadras das transversais a partir da Av. Antônio Basílio são praticamente residenciais.

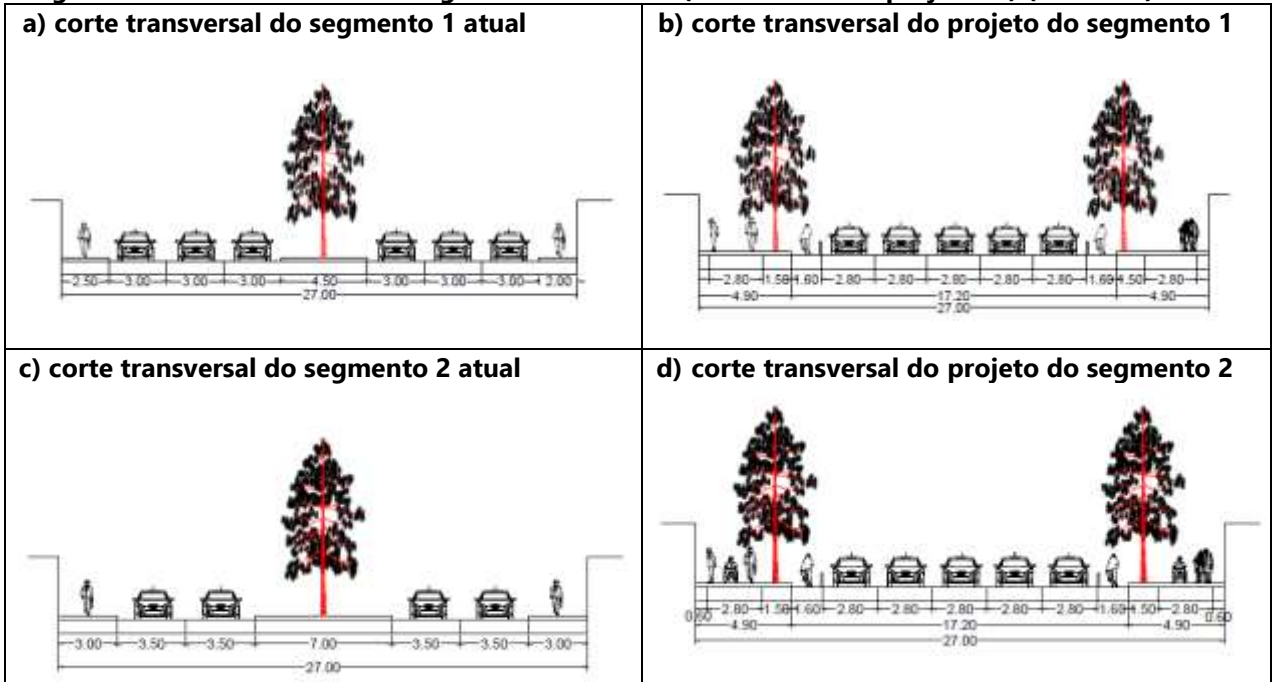
Quanto ao transporte público, existe apenas uma estação de embarque-desembarque em ônibus no tramo, próximo à esquina com a Av. Prudente de Moraes, em que passam tão somente quatro linhas intermunicipais metropolitanas. Isso faz com que, no momento, não seja necessária uma faixa exclusiva para ônibus no segmento escolhido. Entretanto, a tendência é que, futuramente, haja uma mudança de itinerários em linhas intramunicipais de Natal que venham a carregar o tramo e fazer crescer os pontos de embarque de passageiros. No projeto completo que foi elaborado, consta a alternativa de incluir a faixa exclusiva futuramente necessária;

essa alternativa, entretanto, não está discutida neste artigo em razão de que isso seria incompatível com a extensão máxima permitida para o trabalho.

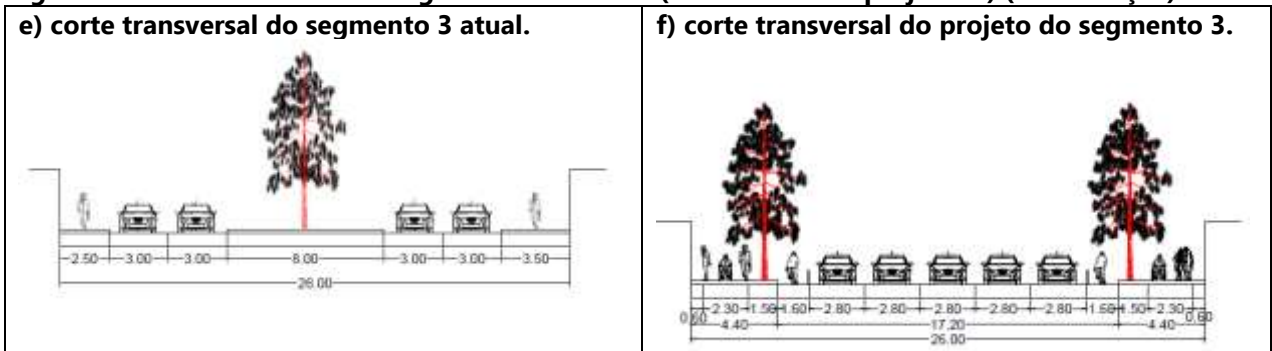
#### 4. O PROJETO

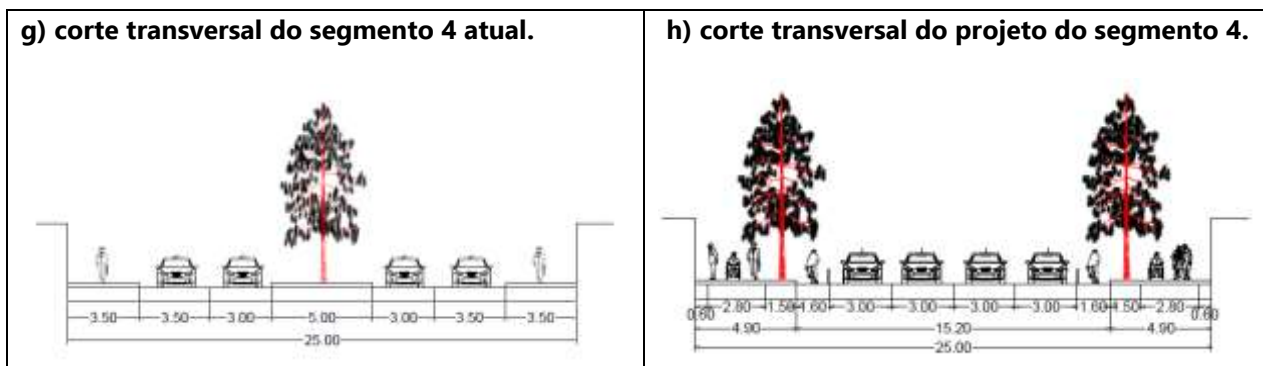
A Figura 2 apresenta o projeto de modificação, por segmentos, de forma que as células da esquerda contêm a situação atual e as células da direita trazem a proposta de projeto.

**Figura 2: corte transversal dos segmentos do tramo (estado atual vs projetado) (continua)**



**Figura 2: corte transversal dos segmentos do tramo (estado atual vs projetado) (continuação)**





Na medida em que as interseções situadas na transição dos segmentos são todas semaforizadas, o que implica em uma baixa velocidade do fluxo automobilístico mesmo nas condições atuais, buscou-se sempre que possível manter e até ampliar o número de faixas de rolamento em cada trecho para propiciar condições de estocagem para as filas veiculares formadas nos semáforos. Isso evita que a fila se estenda até a interseção a montante do fluxo, interrompendo o fluxo transversal. Por outro lado, tendo em vista a possibilidade de implantação futura de uma faixa exclusiva, até mesmo em contrafluxo, essa opção revela-se estratégica e confere certo grau de robustez ao projeto.

Foram suprimidas no projeto quaisquer permissões de estacionamento na rua, pressupondo-se a transferência dessa demanda para parkings ou para os recuos dos lotes comerciais. Os dois grandes supermercados existentes no tramo também contam com estacionamentos de grande porte (gratuitos sempre que haja alguma compra), com capacidade para acomodar excessos eventuais de demanda.

Por fim, cabe mencionar que o tratamento de interseções e dos passeios públicos para garantir comodidade e segurança aos pedestres e ciclistas – e que, por falta de espaço para apresentar longitudinalmente o projeto, foi suprimida do texto – também se deixou orientar pelos princípios das ruas completas e da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

## 5. CONCLUSÕES

A Política Nacional de Mobilidade Urbana é uma grande oportunidade para a evolução no modo como são tratados os espaços públicos e os sistemas locais de transportes no Brasil. Entretanto diversas barreiras econômicas, políticas e

institucionais e a falta de conhecimento e de material institucional acarretam na má qualidade e baixo número de Planos de mobilidade já desenvolvidos. Por isto, a utilização de um conceito já bem desenvolvido, e bem-sucedido na América do Norte, é uma possível solução para este dilema. Isto porque já se tem diversos projetos executados e está disponível vários materiais institucionais e guias de elaboração de boa qualidade para consulta.

Este artigo demonstra por meio do projeto a viabilidade do uso de ruas completas nas cidades brasileiras. É evidente neste caso o mau uso atual do espaço urbano dedicando excessivo espaço ao automóvel, no qual resulta na falta de infraestrutura aos outros modos. Ainda que, no caso analisado, as maiores partes do uso do solo sejam comercial e residencial, o planejamento adotado atualmente não leva em conta este caráter. Por isto, as ruas completas propiciam uma melhor redistribuição do espaço urbano de acordo com a com as características de demanda, o uso do solo, caráter da rua e o contexto socioeconômico da rua.

Os diversos benefícios das *complete streets* como a valorização do espaço público, segurança e incentivo a todos os modos de transportes, além do impacto socioeconômico com o aumento no número de usuários do comércio local e tornando uma cidade mais arborizada, atrativa e economicamente vibrante vão de encontro as diretrizes e os objetivos da Lei da Mobilidade Urbana. Portanto, utilizar o conceito de ruas completas para orientar a elaboração dos Planos de mobilidade é um caminho, já que este conceito se enquadra nas diretrizes e princípios da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

Finalmente, cabe mencionar que a aplicação, dadas as condições do trabalho, deixou de levar em conta as obrigações de transparência e de participação social tão caras à Lei 12.587/2012 e ao próprio conceito de *ruas completas*. Conquanto seja esta uma limitação importante do trabalho, os autores deixam como sugestão para futuros estudos a proposição de métodos de trabalho que internalizem tais exigências legais e conceituais.

## REFERÊNCIAS

- Banister, D. (2008) The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, v. 15, n. 2, p. 73-80.
- Boston Complete Streets (2013) *Boston Complete Streets: design guidelines*. Boston. Recuperado de <[http://bostoncompletestreets.org/pdf/2013/BCS\\_Guidelines.pdf](http://bostoncompletestreets.org/pdf/2013/BCS_Guidelines.pdf)>. Acesso em: 10/02/2018.
- Brown and Storey Architects (2015) St. George Street revitalization. Recuperado de <<http://www.brownandstorey.com/project/st-george-street-revitalization>>. Acesso em: 23/05/2017.

- DNIT (2010) *Manual de projeto geométrico de travessias urbanas*. DNIT, Rio de Janeiro.
- Elias, A. (2011) Automobile-oriented or complete street? *Transportation Research Record*, v. 2257, p. 80-86.
- Hass-Klau, C. (1990) *The pedestrian and city traffic*. Belhaven Press, Londres.
- Hass-Klau, C. (1992) *Civilised streets: a guide to traffic calming*. Environmental & Transport Planning, Londres.
- McCann, B. (2013) *Completing our streets: the transition to safety and inclusive networks*. Island Press. Washington, DC.
- Ministério das Cidades (2013) *Política Nacional de Mobilidade Urbana*. Ministério das Cidades, Brasília.
- Ministério das Cidades (2015). *Caderno de referência para elaboração de Planos de Mobilidade Urbana*. Ministério das Cidades, Brasília.
- Ministério das Cidades (2017) *Levantamento sobre a situação dos Planos de Mobilidade Urbana nos municípios brasileiros*. Ministério das Cidades, Brasília.
- New York City DoT (2013) *The economic benefit of sustainable streets*. NY City DoT, Nova Iorque.
- Prefeitura Municipal de Natal (2007) *Plano Diretor de Natal*. Prefeitura Municipal de Natal, Natal, Brasil.
- Prefeitura Municipal de Natal (2016) Antônio Basílio e Nascimento de Castro vão funcionar no sistema de binário. Disponível em <<http://natal.rn.gov.br/noticia/ntc-24796.html/>>. Acesso em: 05/02/2018.
- Santos, E., G. Valença (2016) Reflexões acerca da aplicação da Lei da Política Nacional de Mobilidade Urbana e da elaboração de planos locais de mobilidade urbana no Brasil. In: *Actas del XIX CLATPU*. Montevideú.
- Smart Growth America (s.d.a). *Complete streets: fundamentals*. Recuperado de <<http://www.smartgrowthamerica.org/>>. Acesso em: 12/03/2016.
- Smart Growth America (s.d.b). *National Complete Streets Coalition*. Recuperado de <<https://smartgrowthamerica.org/>>. Acesso em: 25/04/2018.
- Smart Growth America (s.d.c). *Who we are*. Recuperado de <<http://www.smartgrowthamerica.org/>>. Acesso em: 20/11/2017
- Suzuki, H., R. Cervero, K. Iuchi (2013) *Transforming cities with transit*. The World Bank, Washington, DC.
- Toronto Centre for Active Transportation (2012). *Complete street by design*. TCAT, Toronto.
- Transport Canada (2009). *Complete Streets: Making Canada's roads safer for all*. Recuperado de <[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2012/tc/T41-1-72-eng.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/tc/T41-1-72-eng.pdf)>. Acesso em: 23/03/2018
- Utile Design (s.d). *Boston Complete Street wins APA National Planning Award*. Recuperado de: <<https://www.utiledesign.com/>>. Acesso em: 27/04/2018.
- Valença, G., E. Santos (2018) O conceito de ruas completas e a infraestrutura ciclovária: a experiência de Toronto, Canadá. *Espacios*. v. 39, n. 08, p. 26-33, 2018.

# MOVILIDAD COTIDIANA: EFECTOS DEL ENTORNO CONSTRUIDO EN LA ELECCIÓN DEL MODO DE VIAJE EN MONTEVIDEO

**Joselina Davyt Colo**

Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República, Uruguay,  
joselinadavyt@gmail.com

## RESUMEN

Conocer los determinantes de los modos de viaje es un insumo fundamental en el diseño de políticas públicas que transformen la cotidianidad urbana, fomenten la sustentabilidad del sector de transporte y generen mayor eficiencia, calidad y accesibilidad al sistema, aumentando el bienestar de los habitantes de la ciudad. El presente estudio examina la influencia del entorno construido de las zonas de residencia de las personas sobre la decisión de viajar en vehículo privado y en transporte público, en Montevideo. La metodología empírica se basa en la estimación de modelos logísticos multinivel para determinar el efecto del entorno construido y la variabilidad de la zona de residencia, controlando por variables sociodemográficas, de las alternativas y de las actividades. Se introdujeron dos niveles de análisis, los de los viajes y los de las zonas con el objetivo de identificar los determinantes que afectan cada nivel. La principal conclusión es que la elección modal presenta heterogeneidad a nivel de la zona de residencia. La diversidad de usos del suelo, principal indicador del entorno construido, resultó tener un efecto positivo sobre el transporte público y negativo sobre vehículo privado, al tiempo que la proximidad de las paradas de ómnibus en la zona de residencia reduce la probabilidad de uso del vehículo privado. De la evidencia hallada se infiere que es posible pensar en construir políticas de uso del suelo y de diseño urbano que estimulen el uso del transporte público y desincentiven el uso del vehículo privado en la ciudad de Montevideo.

## 1. INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana es un fenómeno complejo, se enmarca en un territorio con una estructura y dinámica excepcional (la ciudad) y representa una demanda derivada (Batty et al., 2004; Batty et al., 2014; McFadden, 1974; Gershenson, 2016; Mokhtarian y Salomon, 2001). Juega un rol importante en el desarrollo urbano y bienestar social al proveer acceso a las personas a servicios claves. A la par, causa diferentes externalidades que no forman parte del proceso de decisión del viajero e imponen costos sobre la sociedad y el medio ambiente (Verhoef, 1994; Meurs y Van Wee, 2003; Bhat et al., 2009).

Frente a los impactos negativos del transporte una de las opciones de política enfocadas en modificar los patrones de movilidad son las de uso del suelo. Las mismas tienen como objetivo reducir las distancias de viaje, aumentar la base de



población para el transporte público, y aumentar el atractivo de los viajes a pie o en bicicleta, al ubicar las localizaciones residenciales, de empleo y de servicio más cercanas entre sí (Boarnet y Crane, 2001; Maat et al., 2005). La investigación disponible ha dejado en evidencia que el comportamiento de viaje está estrechamente vinculado a los patrones de uso de la tierra y al entorno construido en general (VanWee y Handy, 2014). La escasez de investigaciones sobre la elección modal en las ciudades de Uruguay<sup>16</sup> y el hecho de que las recomendaciones de política dependen del contexto o región analizada fundamentan la necesidad de realizar investigaciones acerca de la elección modal para el caso uruguayo (Cervero, 2013).

El objetivo del trabajo es comprender los determinantes de la elección modal de los viajes cotidianos para la ciudad de Montevideo, discriminando los factores del entorno construido, de los socioeconómicos y de los atributos del viaje, con respecto al transporte público y al vehículo privado. Para ello se utiliza la encuesta de origen-destino realizada para Montevideo correspondiente al año 2009, la cual se complementa con la información geo-referenciada de la ciudad de Montevideo, proveniente de GIS de la Intendencia de Montevideo. El enfoque de análisis considera la heterogeneidad espacial a través de modelos multinivel que toman en cuenta la variabilidad del individuo y de la zona de residencia.

El documento se organiza de la siguiente manera: luego de esta introducción se presentan cuestiones relevantes del comportamiento de viaje, a continuación los datos y variables de análisis, la metodología enfocada en los modelos multinivel, y finalmente los resultados alcanzados del análisis empírico de la elección modal así como las principales conclusiones.

## **ANTECEDENTES**

El problema que se pretende abordar se introduce entre dos enfoques interrelacionados: los que intentan explicar los desencadenantes de la movilidad de los individuos y los que buscan explicar la localización residencial y de uso del suelo. Existen estudios empíricos y teóricos que fundamentan que las diferencias observadas en los comportamientos de los viajeros, entre dos barrios distintos, puede deberse a una cuestión de elección residencial más que a una cuestión de viaje (Mokhtarian y Cao 2008), ello implica que los individuos eligen la zona de residencia basado en sus actitudes de viaje. Van Acker et al. (2010) por otro lado

---

<sup>16</sup> Un reciente informe que realiza un análisis descriptivo de la elección de los modos de viaje en América Latina, incluida la ciudad de Montevideo, es el informe de Banco de Desarrollo de América Latina (2017).

sostienen que los patrones de viaje son resultado de una estructura de decisión jerárquica, que va desde las decisiones diarias a las decisiones del estilo de vida, el comportamiento de viaje, el de la actividad, el de la localización y el del estilo de vida. Mientras que las viviendas y espacios no residenciales presentan cambios lentos, la distribución de la población y empleos son procesos de cambio más rápidos y los viajes presentan cambios inmediatos (Wegener, 1995).

Bajo la estructura de decisión jerárquica la elección modal se encuentra determinada por restricciones individuales, sociales y espaciales, por las preferencias de viajes (desde la teoría económica de utilidad) y por las decisiones previamente tomadas de localización, estilo de vida y actividades. La actividad y los viajes están limitadas por el espacio, el tiempo y el contexto institucional: las características urbanas de la zona de residencia restringen las decisiones individuales de movilidad urbana (Kim y Wang, 2015). De acuerdo a Saelens y Handy (2008) el entorno construido es la parte del medio ambiente físico construido por el hombre. En el esquema de Van Acker et al. (2010) el entorno construido representa las interdependencias, oportunidades y restricciones de carácter espacial.

## **DATOS Y ESPECIFICACIÓN DE VARIABLES**

La principal fuente de datos es Encuesta de Origen-Destino de 2009 que llevó a cabo la Intendencia de Montevideo (IM) en convenio con el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Uruguay. La encuesta recabó información sobre los patrones de movilidad de los individuos y sus datos sociodemográficos de las personas y sus hogares. La conformación de la base de datos ha involucrado, en primer lugar, la definición de las dos unidades de observación: las zonas de residencia y la unidad viaje. La encuesta de origen-destino contiene información geo-referenciada de la zona de residencia de cada persona. Para la generación de información espacial por zona analítica de transporte (ZAT) se utilizó la información geográfica del catálogo de datos de la Intendencia de Montevideo<sup>17</sup>. Si bien la encuesta fue realizada para el área metropolitana, el presente estudio tomará en cuenta los viajes solamente de Montevideo, es decir, no se consideran los viajes que tuvieron como destino u origen una localidad o zona fuera de Montevideo.

Aunque la utilidad es inobservable existe información acerca del modo de viaje elegido y de las variables que en teoría afectan la probabilidad de elegirlo: las características socioeconómicas (SE), del viaje (T) y del entorno construido (BE). Las

---

<sup>17</sup> Para acceder a la misma ir a <http://sig.montevideo.gub.uy/>.

variables explicativas se clasifican en dos dimensiones: individuales (sociodemográficas y de las alternativas) y las del entorno construido (densidad, uso del suelo y proximidad de transporte público). Las variables de alternativas refieren al tiempo (diferencia de tiempo entre la hora de salida del origen y la de llegada a destino) y al motivo de viaje.<sup>18</sup> El motivo de viaje refiere a la actividad que realizan las personas en el destino del viaje, que en este trabajo se categoriza como<sup>19</sup>: 1) HBW: viajes que se realizan por motivo del trabajo y desde o hacia el hogar (27% del total); 2) HBNW: viajes que se realizan desde o hacia al hogar de actividades no vinculadas al trabajo (viajes por estudio, salud y otros, que representan 60% del total); y 3) NHB: viajes que se realizan por actividades no vinculadas al hogar (por estudio, trabajo, salud y otros, 13% del total).

Las variables sociodemográficas incluyen el sexo, la edad, el ingreso del hogar, la posesión o no de vehículo privado (auto o moto) y la cantidad de personas en el hogar. Las variables del entorno construido seleccionadas (porque más influyen en la elección modal, Limtanakool et al, 2006), son la densidad, la proximidad a infraestructura de transporte y la diversidad de usos del suelo. Esta última se construyó a través del índice de diversidad basado en la entropía urbana (Batty, 1976; Batty et al, 2004; Batty et al, 2014; Shannon. y Weaver, 1949; Walker et al, 2015; Wilson, 1970), calculado para cada una de las zonas de residencia (153 en Montevideo). Los tipos de usos de suelo han sido definidos de acuerdo a los usos funcionales del suelo (Rodrigue et al, 2013; Walker et al, 2015): i) educación (primaria, inicial, secundaria, terciaria), ii) comercio, iii) industria, iv) hotel, v) financiero, y vi) salud.

### **MODELOS DE REGRESIÓN MULTINIVEL**

Los principales modelos predictivos sobre elección modal son los modelos de elección discreta (McFadden 1976, 1974; Ben-Akiva et al, 2002b), desarrollados sobre la teoría de la utilidad esperada que establece que el individuo elige la alternativa que maximiza su utilidad. El enfoque basado en las actividades enriqueció estos modelos, estableciendo que la movilidad es una demanda derivada de las actividades y que para entender el comportamiento de viaje hay que comprender las características espaciales y temporales de las actividades. Dentro de los modelos de elección discreta Maat et al. (2005) y Maat y Maat (2009) enfatizan sobre las respuestas conductuales a los cambios en el tiempo de viaje, a través de la utilidad

---

<sup>18</sup> No fue posible construir la distancia de viaje, si bien se cuenta con la zona de origen y la zona de destino, no se cuenta con información de calidad de la longitud y latitud exacta del origen y del destino del viaje.

<sup>19</sup> La encuesta permite elegir entre las siguientes opciones: i) hogar, ii) trabajo, iii) tramites de trabajo, iv) tramites personales, v) estudios, vi) compras, vii) asistencia medica/dental, viii) entretenimiento, ix) ir a comer, x) dejar/recoger niños en el colegio, xi) recoger a alguien, xii) visitar a alguien, xiii) acompañar a alguien, y finalmente maxx) otros.

neta como función del tiempo de viaje. Se supone que la utilidad aumenta con el tiempo de viaje de forma decreciente, es decir los beneficios adicionales de viajar más tiempo podrían estar sujetos a la ley de rendimientos decrecientes. El tiempo de viaje depende, a su vez, de la distancia y la velocidad de viaje; la distancia de viaje modifica el costo relativo de cada modo de viaje y ello influencia en su elección. El entorno construido, y específicamente el uso del suelo, afecta directamente a la movilidad a través de los costos relativos entre cada uno de los modos de viaje (Boarnet y Crane, 2001; Maat et al, 2005).

Los modelos multinivel (Rabe-Hesketh y Skrondal, 2008; Raudenbush y Bryk, 2002) son metodologías estadísticas empíricas que permiten desglosar el efecto de distintos niveles anidados, en este caso zonas de residencia y personas (Kim y Wang, 2015; Mercado et al, 2007). Permiten manejar la heterogeneidad espacial, las características de las alternativas y el marco de decisión individual desde la teoría de la utilidad esperada (McFadden et al. 2000). Han sido propuestos en investigaciones geográficas (Páez y Scott 2005; Weber y Kwan 2003; Bhat 2000, 2001; Ding et al. 2014; Jones y Duncan 1996), puesto que permite definir en una primera jerarquía las observaciones a nivel individual, y en una segunda jerarquía a nivel de las zonas de residencia. Estos modelos posibilitan capturar la variación no sistemática del análisis empírico por dos términos de error, uno de ellos específico a nivel de las zonas de residencia. Cada elección de viaje se representa como un evento binario para cada modo de transporte. Por ejemplo, una de las variables de respuesta ( $Y$ ) refiere a la decisión de viajar en transporte público, con  $Y=1$  si se viajó en transporte público e  $Y=0$  en otro caso. En consecuencia, cada variable de respuesta sigue una distribución binomial que refieren a si: ¿usó o no el transporte público? y ¿eligió o no el vehículo privado?<sup>20</sup>

Las ecuaciones (2) y (3) representan los modelos multinivel nulos, aquellos que no incluyen ninguna variable explicativa en ningún nivel. Mientras que las ecuaciones (4) y (5) representan modelos multinivel con variables explicativas en el primer nivel (nivel del individuo:  $X_{qij}$ ) y variables explicativas del segundo nivel (nivel de las zonas:  $W_{sj}$ ). En las ecuaciones  $Y_{ij}$  constituye la variable respuesta (por ejemplo: se eligió o no transporte público) para el individuo  $i$  y la zona de residencia  $j$ ;  $\gamma_{00}$  la parte fija del intercepto ( $\beta_{0j}$ ) y  $\mu_{0j}$  la parte aleatoria. Finalmente  $\gamma_s$  constituyen los coeficientes fijos de las variables del segundo nivel.

---

<sup>20</sup> El test del ratio de la verosimilitud se emplea para testear la significación de los efectos aleatorios del modelo y determinar su bondad de ajuste. El estadístico utilizado en la prueba requiere comparar las log-verosimilitudes de los dos modelos que se comparan (restringido y no restringido). Luego el mismo es contrastado con una chi-cuadrado de  $q$  grados de libertad, donde  $q$  es la diferencia entre el número de parámetros de los dos modelos comparativos. De esta forma es posible determinar que el modelo con las variables individuales tiene mejor bondad de ajuste que el modelo nulo.

$$\text{Nivel 1 } Y_{ij} = \beta_{0j} + \epsilon_{ij} \quad (9) \quad \text{Nivel 1 } Y_{ij} = \beta_{0j} + \sum_q \beta_{qj} X_{qij} + \epsilon_{ij} \quad (10)$$

$$\text{Nivel 2 } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \mu_{0j} \quad (11) \quad \text{Nivel 2 } \beta_{0j} = \gamma_0 + \sum_s \gamma_s W_{sj} + \mu_{0j} \quad (12)$$

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados hallados se presentan en la figura 1. Por cada modo de transporte se presentan tres columnas con los resultados del modelo nulo, luego un modelo con las variables del primer nivel y por último se incluyen las variables del entorno construido (segundo nivel). Se ha utilizado la estimación de la máxima verosimilitud con evaluación de integrales, realizando la integración numérica por medio de la cuadratura Gauss-Hermite, a través del paquete Gllamm de Stata<sup>21</sup>.

El modelo nulo permite observar la probabilidad promedio y determinar si la misma varía para zona de residencia. Ésta se estima mediante la inversa de la función logit. En el caso del vehículo privado el intercepto estimado para el modelo nulo es -0,85, de forma tal que  $30\% = \frac{1}{1+\exp(0,85)}$ , de las veces es elegido el vehículo privado como medio de viaje. En tanto, el transporte público es elegido en promedio el 31% de las veces, para una zona con una tasa de uso "típica" con valor cero en el efecto aleatorio por zona de residencia.

El coeficiente de correlación intraclase representa la contribución del nivel de la zona de residencia en la varianza total del uso de cada modo. En el caso del vehículo privado el coeficiente es de 11,2%, similar a la que estiman Kim y Wang (2015) para el Condado de Hamilton en Ohio (12,3%). Para el transporte público el índice de correlación intraclase asciende a 31%<sup>22</sup>. El coeficiente se calcula a través del ratio de la varianza de la zona sobre la varianza total, la ecuación 6 ejemplifica el cálculo para el vehículo:

$$ICC = \frac{u_{0j}}{u_{0j} + \epsilon_{ij}} = \frac{0,41}{0,41 + 3,29} = 11,2\% \quad (13)$$

En el modelo de elección del vehículo privado se encuentra alta variabilidad por zonas de residencia lo cual habilita el rediseño de políticas focalizadas.

<sup>21</sup> El paquete Gllamm (Generalized Linear Latent and Mixed Models) de Stata no viene incluido en la base de este software debe ser instalado en el caso de necesitar su uso, ir a la página <http://www.gllamm.org/> para conocer más de este paquete.

<sup>22</sup> Al incluir las variables individuales se ajustan las varianzas de los dos niveles, y se puede observar a través del ICC que la explicación de la variabilidad por parte de las zonas de residencia disminuye. Ello sugiere que alguna de las variables individuales podría tener cierta incidencia de la zona de residencia.

Prácticamente todas las zonas de Montevideo tienen cierta probabilidad de elegir transporte público<sup>23</sup>, a diferencia del vehículo privado donde varias zonas no tuvieron probabilidades mayores a cero. Asimismo es de peculiar atención que sólo en tres zonas se prefiera al transporte público más del 80% de las veces

**Figura 21 - Resumen resultados modelos regresión multinivel**

	Transporte público			Vehículo Privado		
	Nulo	Mixto1	Mixto2	Nulo	Mixto1	Mixto2
<b>Efectos Fijos</b>						
Intercepto	0,442***	0,19***	0,12***	0,4277***	0,0003***	0,0003***
<i>Variables 1er Nivel</i>						
Tiempo		1,07***	1,08***		0,9774***	0,9775***
Edad		0,997			1,019***	0,9816***
Sexo (Hombre)		0,56***	0,59***		2,099***	2,085***
Personas en el hogar		1,01			0,8768***	0,8883***
Ingreso familiar (log)		0,99			1,446***	1,434***
Tenencia Vehículo		0,37***	0,38***		23,03***	23,66***
Motivo HBW		1,62**			1,466*	1,491*
Motivo NHB		0,22			2,036***	2,089***
<i>Variables 2do Nivel (a)</i>						
Longitud líneas de transporte Público						
Densidad Poblacional						
Cantidad de paradas						1,06E-08***
Diversidad de usos			1,34***			0,7761***
<b>Efectos aleatorios</b>						
<i>Intercepto</i>	Nivel 1	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29
	Nivel 2	1,46	0,69	1,50	0,4166	0,2204
<b>ICC</b>		31%	17%	31,3%	11,2%	6,3%
<b>LR Test</b>		1	8	1	7	1
	Chi <sup>2</sup>	373074***	777654***	48,44***	878556***	574349***
						1831,04***

Los valores estimados se presentan en términos de los odds relativos

\*\*\* p < 0,001; \*\* p < 0,01; \* p < 0,05

(a) La significación de las variables del segundo nivel se realiza mediante el test del ratio de la verosimilitud.

Con respecto a las variables del primer nivel, la probabilidad de elegir vehículo privado está significativamente relacionada con la edad, el sexo, el ingreso familiar, la cantidad de personas en el hogar, la tenencia de vehículos y los motivos de viaje. Controlando por las demás variables, los hombres tienen mayor probabilidad de elegir vehículo privado que las mujeres, cerca de un 68%<sup>24</sup>. La posibilidad de elegir vehículo aumenta con la edad y el logaritmo del ingreso familiar. Por otro lado la probabilidad de elegir vehículo baja cuando aumenta el tiempo de viaje y cuando aumenta la cantidad de personas que constituyen el hogar del individuo. Por último,

<sup>23</sup> Por otro lado, hay 8 zonas con una probabilidad "típica", es decir, de un efecto aleatorio de la zona de residencia de cero. Las zonas típicas presentan un resultado interesante ya que la probabilidad de uso del transporte público en las mismas es igual al promedio general, es decir que el efecto de la zona es virtualmente nulo. Además, se observa que las zonas con dicha particularidad se encuentran en barrios totalmente alejados unos de otros.

<sup>24</sup> Asimismo la probabilidad de elegir viajar en vehículo es mayor para quienes tienen vehículo.

cuando aumentan la cantidad de personas que constituyen el hogar del individuo la probabilidad de uso del vehículo privado cae un 13%.

Los individuos que realizaron actividades no vinculadas al hogar o al trabajo tienen mayor probabilidad de elegir vehículo privado, que quienes viajan por actividades vinculadas netamente al hogar y actividades vinculadas al hogar y al trabajo. Manteniendo constante los otros predictores del modelo y el efecto aleatorio  $u_{0j}$ , las probabilidades esperadas de elección del vehículo privado de una persona que va del trabajo al hogar o del hogar al trabajo (HBW) son  $\cong 1,46$  veces más los odds de uso de vehículo privado que en el caso de que su motivo de viaje no estuviese vinculado al trabajo, pero si al hogar (HBNW). Bajo los mismos supuestos, si se trata de viajes no vinculados al hogar (NHB), la probabilidad esperada de uso del vehículo privado es  $\exp(0,71) \cong 2,03$  veces más que si son viajes vinculados al hogar pero no al trabajo (HBNW). Finalmente, si se compara los motivos NHB y HBW, es decir los viajes hogar-trabajo (trabajo-hogar) con los viajes no originados en hogar, este último motivo aumenta su odds ratio en  $\exp(-0,38 + 0,71) \cong 1,39$  veces que el otro.

Resulta particularmente interesante que la edad no sea una variable significativa en la probabilidad de elección del transporte público, ello quizás se deba a las políticas activas de subsidio a los adultos mayores y a estudiantes. El sexo, sin embargo, sí afecta el modo de transporte público: las mujeres tienen mayor probabilidad de elegir el transporte público que los hombres, inversamente a lo que ocurre con el vehículo privado. Otras dos variables que no resultaron significativas en el modelo son la cantidad de personas en el hogar y el ingreso. La tenencia de vehículos, sin embargo, es significativa y afecta negativamente el uso del transporte público. También resulta de particular interés que predominan los viajes con motivo laboral, puesto que la variable HBW resultó significativa y con un coeficiente positivo. Por su parte, el efecto del tiempo en el uso del transporte público resultó significativo y positivo.

En cuanto a las variables del entorno construido (segundo nivel) para el modelo del vehículo privado sólo resultaron significativas la diversidad de usos del suelo y la cantidad de paradas por zona de residencia. La diversidad de usos funcionales de suelo reduce la probabilidad de elegir vehículo privado, al igual que la mayor densidad de paradas en la zona de residencia (aunque este efecto es bastante pequeño). Si se considera a dos personas que sólo difieren en cuanto a la zona de residencia en la que vive, tendrá mayor propensión a utilizar el vehículo privado como modo de viaje cotidiano aquella que tenga menos diversidad de usos funcionales del suelo en su zona. Una de las zonas que presenta mayor probabilidad

de elegir vehículo privado es en la que se conjugan dos grandes efectos: altos ingresos y baja diversidad de usos (como la zona de Carrasco).

En el modelo del transporte público sólo el indicador de entropía resultó significativo. Sucesivos incrementos en la diversidad de usos del suelo, por ejemplo adicionando a una zona un uso que anteriormente no estaba (una sucursal bancaria o una escuela) incrementarían la probabilidad esperada de elección del transporte público. Una diferencia de una desviación estándar (0,275) de la diversidad de uso está asociada con una diferencia de  $0,275 \times 0,28 = 0,0077$  en los log-odds (ecuación 6) del uso del transporte público o un odds relativo de  $\exp(0,0077) = 1.0077$ .

$$\log\left(\frac{\mu_{ij}}{1 - \mu_{ij}}\right) = -2.1 + 0.28IH + 0.073Tiempo - 0.52Hombre - 0.96Tenencia + \mu_{0j} + \epsilon_{ij} \quad (14)$$

## CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

El principal hallazgo es que la elección de modo de transporte presenta heterogeneidad por zona de residencia y que el entorno construido influye en dicha heterogeneidad. El transporte público resultó ser el modo que mayor variabilidad entre zonas presenta, mientras que los viajes en vehículo privado presentaron un nivel de correlación intra-clase similar a la de otros trabajos empíricos. La pregunta de qué variables del entorno influyen en la elección modal y en qué medida ha quedado someramente abierta. Se ha encontrado evidencia de que la diversidad de usos tiene un efecto negativo sobre los viajes en vehículo privado y positivo sobre el transporte público, a su vez, el efecto de la diversidad de usos es sustancialmente mayor en el caso del transporte público. No se encontró evidencia acerca de la influencia de la densidad poblacional sobre los modos de viaje<sup>25</sup>. Tampoco se encontró evidencia de que la accesibilidad al transporte público, como la cantidad de paradas, afecte su probabilidad de elección. Sorprendentemente se encontró que la cantidad de paradas afecta negativamente la elección de vehículo privado.

Debido a que la diversidad de usos del suelo afecta con distinto signo a la elección del vehículo privado y al transporte público es posible plantear que políticas de uso del suelo que disminuyan la distancia entre la localización de la residencia, el empleo y los servicios, puedan lograr desestimular el uso de vehículo privado y estimular el

---

<sup>25</sup> La falta de evidencia del efecto de la densidad en la elección en el caso montevideano es similar a las conclusiones que encuentra [Cervero \(2009\)](#) para el caso de Bogotá.



de transporte público<sup>26</sup>. Este tipo de políticas podrían focalizarse por zonas de residencia debido a la variabilidad por zona del indicador de diversidad de usos del suelo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Banco de Desarrollo de America Latina, CAF. Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para America Latina. 1989.

Batty, M. Entropy in spatial aggregation. *Geographical Analysis*, 8(1):1{21, November 1976.

Batty, Michael, Besussi, Elena, Maat, Kees, y Harts, Jan Jaap. Representing multifunctional cities: density and diversity in space and time. *Built Environment*, 30(4):324{337, 2004.

Batty, Michael, Morphet, Robin, Masucci, Paolo, y Stanilov, Kiril. Entropy, complexity, and spatial information. *Journal of geographical systems*, 16(4): 363{385, 2014.

Ben-Akiva, Moshe, Walker, Joan, Bernardino, Adriana T, Gopinath, Dinesh A, Morikawa, Taka, y Polydoropoulou, Amalia. Integration of choice and latent variable models. *Perpetual motion: Travel behaviour research opportunities and application challenges*, pages 431{470, 2002b.

Bhat, Chandra R. A multi-level cross-classified model for discrete response variables. *Transportation Research Part B: Methodological*, 34(7):567{582, 2000.

Bhat, Chandra R y Koppelman, Frank S. Activity-based modeling of travel demand. *International series in operations research and management science*, pages 35{62, 1999.

Bhat, Chandra R, Sen, Sudeshna, y Eluru, Naveen. The impact of demographics, built environment attributes, vehicle characteristics, and gasoline prices on household vehicle holdings and use. *Transportation Research Part B: Methodological*, 43(1):1{18, 2009.

Boarnet, Marlon y Crane, Randall. The influence of land use on travel behavior: specification and estimation strategies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(9):823{845, 2001.

Bordoloi, Rupjyoti, Mote, Amit, Sarkar, Partha Pratim, y Mallikarjuna, C. Quantification of land use diversity in the context of mixed land use. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 104:563{572, 2013. Brown,

Brownstone, David. Methodological developments in activity-travel behavior analysis. *Travel Behaviour Research in an Evolving World*, page 249, 2012.

Cervero, Robert. Built environments and mode choice: toward a normative framework. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7 (4):265{284, 2002.

Cervero, Robert y Kockelman, Kara. Travel demand and the 3ds: density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3):199{219, 1997.

Cervero, Robert. Linking urban transport and land use in developing countries. *Journal of Transport and Land Use*, 6(1):7{24, 2013.

---

<sup>26</sup> Los diseños de políticas deberían tener en cuenta las influencias de los factores sociodemográficos que se señalan en los resultados y que se vinculan indirectamente con las actitudes de viaje, como ser el sexo, la edad, la cantidad de personas en el hogar, el ingreso y la tenencia de vehículo.

- Chen, Cynthia, Gong, Hongmian y Paaswell, Robert. Role of the built environment on mode choice decisions: additional evidence on the impact of density. *Transportation*, 35(3):285{299, 2008.
- Crane, Randall. On form versus function: Will the new urbanism reduce traffic, or increase it? *Journal of Planning Education and Research*, 15(2):117{126, 1996.
- Curtis, Carey y Perkins, Tim. *Travel behaviour: A review of recent literature*. Perth, WA: Urbanet, Curtin University of Technology, 2006.
- Ewing, Reid y Cervero, Robert. Travel and the built environment: a meta analysis. *Journal of the American planning association*, 76(3):265{294, 2010.
- Handy, Susan, Cao, Xinyu, y Mokhtarian, Patricia. Correlation or causality between the built environment and travel behavior? evidence from northern california. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10 (6):427{444, 2005.
- Kim, Changjoo y Wang, Shujie. Empirical examination of neighborhood context of individual travel behaviors. *Applied Geography*, 60:230-239, 2015.
- Kitamura, Ryuichi, Mokhtarian, Patricia L, y Laidet, Laura. A micro-analysis of land use and travel in ve neighborhoods in the san francisco bay area. *Transportation*, 24(2):125-158, 1997.
- Kockelman, Kara. Travel behavior as function of accessibility, land use mixing, and land use balance: evidence from san francisco bay area. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1607):116- 125, 1997.
- Krizek, Kevin J. Operationalizing neighborhood accessibility for land use travel behavior research and regional modeling. *Journal of Planning Education and Research*, 22(3):270-287, 2003.
- Levinson, David y Kumar, Ajay. Density and the journey to work. *Growth and change*, 28(2):147-172, 1997.
- Limtanakool, N, Dijst, MJ, y Schwanen, T. The influence of socio-economic characteristics, land use and travel time considerations on mode choice for medium-and longer-distance trips. *Journal of transport geography*, 14(5): 327, 2006.
- Maat, Cornelis y Maat, Kees. *Built environment and car travel: Analyses of interdependencies*. Number 29. IOS Press, 2009.
- Maat, Kees, Van Wee, Bert, y Stead, Dominic. Land use and travel behaviour: expected effects from the perspective of utility theory and activity-based theories. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32(1):33-46, 2005.
- McFadden, Daniel. The measurement of urban travel demand. *Journal of public economics*, 3(4):303-328, 1974.
- McFadden, Daniel. *The mathematical theory of demand models*. Behavioral Travel-Demand Models. Toronto, Lexington Books, 1976.
- McFadden, Daniel, Train, Kenneth, et al. Mixed mnl models for discrete response. *Journal of Applied Econometrics*, 15(5):447-470, 2000.
- Mercado, Ruben, Paez, Antonio, et al. Aging, gender and neighbourhood determinants of distance traveled: A multilevel analysis in the hamilton cma. Technical report, McMaster University, 2007.
- Meurs, HJ y Van Wee, GP. *Land use and mobility: a synthesis of findings and policy implications*. 2003.

- Mokhtarian, Patricia L y Salomon, Ilan. How derived is the demand for travel? some conceptual and measurement considerations. *Transportation research part A: Policy and practice*, 35(8):695-719, 2001.
- Paez, Antonio y Scott, Darren M. Spatial statistics for urban analysis: a review of techniques with examples. *GeoJournal*, 61(1):53-67, 2005.
- Rabe-Hesketh, Sophia y Skrondal, Anders. *Multilevel and longitudinal modeling using Stata*. STATA press, 2008.
- Raudenbush, Stephen W y Bryk, Anthony S. *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods, volume 1*. Sage, 2002.
- Reilly, Michael y Landis, John. *The influence of built-form and land use on mode choice*. University of California Transportation Center, 2003.
- Schafer, Andreas y Victor, David G. The future mobility of the world population. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 34(3):171-205, 2000.
- Schwanen, Tim, Dijst, Martin, y Dieleman, Frans M. Policies for urban form and their impact on travel: the netherlands experience. *Urban studies*, 41(3):579-603, 2004.
- Shannon, Claude E. y Weaver, Warren. *The Mathematical Theory of Communication*. pub-U-ILLINOIS-PRESS, pub-U-ILLINOIS-PRESS:adr, 1949.
- Van Acker, Veronique, Van Wee, Bert, y Witlox, Frank. When transport geography meets social psychology: toward a conceptual model of travel behaviour. *Transport Reviews*, 30(2):219-240, 2010.
- VanWee, Bert y Handy, Susan. Do future land-use policies increase sustainable travel? In *Handbook of sustainable travel*, pages 231-242. Springer, 2014.
- Verhoef, Erik. External effects and social costs of road transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 28(4):273-287, 1994.
- Walker, Francisco Bascunan, Gana, Diana Bordones, y Fernandez, Jenifer Reyes. Efectos de la entropía urbana en el coste energético del transporte. *Urbano*, 14(23):20-27, 2015.
- Wegener, Michael. Overview of land use transport models. In *Handbook of transport geography and spatial systems*, pages 127-146. Emerald Group Publishing Limited, 2004.
- Wilson, Alan G. The use of the concept of entropy in system modelling. *Operational Research Quarterly*, pages 247-265, 1970.

# DE LO CUANTITATIVO A LO CUALITATIVO, EXPERIENCIA URBANA PEATONAL

**Carlos Ernesto Laverde López**

Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá D.C., Bogotá D.C., Colombia,  
ce.laverde@gmail.com

## RESUMEN

La intención del trabajo presentado está en explicar cómo el análisis de la experiencia del peatón, desde disciplinas diferentes a las de la ingeniería del transporte, permite ampliar la discusión para modificar y reestructurar el modo en que se plantean, proyectan e intervienen las ciudades. Así, desde áreas como la arquitectura, el diseño urbano, la lingüística, la semiótica y la filosofía se busca comprender los cómo del sujeto en relación a la ciudad y a la infraestructura del transporte. Ampliando la concepción de "calles completas" para incluir el estudio de la arquitectura y las masas como parte del espectro perceptible por los sentidos del peatón en su condición de sujeto erguido. Sumar lo cualitativo a lo cuantitativo (tradicional) pretende que el peatón, en tanto sujeto capaz de la experiencia y fin último de la ciudad, recupere su lugar protagónico.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos han adoptado la postura erguida porque les representa más beneficios evolutivos. Por siglos, el hombre configuró el mundo a partir de esta condición, ajustando su entorno en escala, velocidad y nivel de detalle. Características que son modificadas con la aparición del automóvil que, en tanto objeto de lujo, se adquirió por personas poderosas y adineradas. Ellos, valiéndose de su poder, modificaron las formas de organización de las ciudades para dar primacía a los usuarios del automotor y dejaron de lado al peatón.

Esta transformación tiene su punto más alto con la Revolución Industrial y la Modernidad. La producción en serie de las fábricas facilitó la masificación del automóvil que, aunada a una publicidad agresiva, reestructuró las características de la arquitectura y de la configuración urbana para dar respuesta a un imaginario de velocidad y progreso, y que estableció las lógicas de la ingeniería del transporte.

Siguiendo la dinámica donde iba primero el vehículo, se desarrolló la ciudad por muchas décadas. Aunque en un momento pareció el camino adecuado, sólo recientemente se evidencia que se dejaron de lado los aportes de otras disciplinas. Su integración pudo promover un trabajo mancomunado para mitigar los problemas de movilidad y de desarrollo urbano que, llevados hasta la condición actual, se

manifiestan en fracturas urbanas, alta siniestralidad, invasión del espacio público, baja vitalidad, entre otras. El haber tenido en cuenta estas otras disciplinas, tal vez habría ayudado a desarrollar la ciudad bajo criterios no sólo de carácter cuantitativo (nivel de servicio) sino también a través de una mirada cualitativa que incluyera las necesidades de los demás actores viales, principalmente, del peatón como base de la pirámide invertida de la movilidad.

## **2. La experiencia**

El ser humano es el único capaz de percibir cualidades y de construir experiencias a través de la interacción con el mundo que lo rodea. Tal razón, empuja a replantear los criterios usados para la construcción de las ciudades, con el fin de entender que la condición cualitativa no debería ser sólo una resultante accesoria, desdeñable o casuística. Por ejemplo, desde la ingeniería, el diseño de grandes intersecciones viales en múltiples niveles, se proyecta con mayor acento en lo cuantitativo, es decir, en condiciones vinculadas al nivel de servicio. Esto genera afectaciones en el peatón al extender los tiempos de caminata y al hacer los cruces peatonales riesgosos, también conformando zonas oscuras y contextos carentes de vitalidad que provocan una percepción de inseguridad. No se pretende con este ejemplo entrar en juzgamientos de cómo se desarrollan los proyectos en la actualidad, sino más bien, evidenciar que lo cualitativo, es decir, aquello que configura la percepción del sujeto, se dejó de lado durante las últimas décadas en los modelos de planeación de ciudad.

El análisis y la proyección de las condiciones cualitativas permitirían devolver a las ciudades ese estado anterior donde la organización priorizaba al ser humano. Incluir una perspectiva más integral, en el carácter que se impregna a cada espacio urbano, abre la puerta a modificar la percepción y con eso la experiencia construida en la vivencia de la ciudad. Además del sentido funcional y cuantitativo, la ciudad debe constituirse también como un lugar que ofrezca experiencias diversas que contribuyan a la calidad de vida del ciudadano, en los diferentes roles que adopta para transportarse.

Es en esa búsqueda por la calidad experiencial, donde es importante pensar la configuración urbana desde los aportes de otras disciplinas que suman al entendimiento del sujeto en relación con el objeto. De la relación sujeto-objeto surge la experiencia, susceptible de ser transformada en la intención que se tenga cuando se diseña el espacio urbano. Áreas como la arquitectura, el diseño urbano, la lingüística, la semiótica y la filosofía —centradas más en el análisis del sujeto—

aportan las bases necesarias para entender cómo se configura la experiencia y cómo ésta puede hacer parte complementaria en la planeación de la ciudad y de la infraestructura del transporte.

### **3. El lenguaje**

Si bien cada persona es un ser individual, nunca se desliga del grupo, de su cultura y del contexto del cual forma parte. Los seres humanos son, en esencia, gregarios; esto significa, que sólo evolucionan y sobreviven en comunidad. Así, toda mirada particular, toda experiencia individual, es a su vez un *estar como* parte de un todo que establece lineamientos y disposiciones para los espacios que se habitan y con los que se interactúa.

La aprehensión del mundo se da en una relación dialéctica entre el sujeto y el objeto. Es una interacción que se da también en sentido inverso, es decir, desde los objetos constitutivos del espacio urbano siendo transformados por el accionar humano. Se debe recordar que las personas, o grupos, se ven llamadas a cierta experiencia por la fuerza que ejerce la rigidez aparente del lugar donde están. Se adecúan a él en procura de suplir sus necesidades existenciales. No obstante, cada individuo tiene también la capacidad de transformar y de transgredir la aparente rigidez de su entorno construido, tanto a través de la experiencia como a través de la intervención directa sobre el espacio urbano.

La experiencia es un concepto que atañe a varias disciplinas del conocimiento. Muchas de ellas la han explicado desde el marco de estudio que les compete. El filósofo austriaco Ludwig Josef Johann Wittgenstein plantea, en el libro *Tractatus logico-philosophicus*, que "Los límites de mi lenguaje significan los límites de mi mundo." Así, el mundo es posible en cuanto se puede nombrar. La realidad sería resultado de la simbolización que hace el sujeto de los elementos que la componen. Es importante aclarar, que no solo se entiende por lenguaje eso que atañe a lo verbal o a lo escrito. Sino mejor, a la idea de un sistema de signos dotados de sentido por acción del consenso. Es a partir de esos signos que se elabora la aprehensión de lo que existe. La cosa, en tanto nombrada, pasa a ser parte del mundo contenido en la mente del perceptor. Al efecto donde sólo lo que tiene nombre forma parte de lo real, Wittgenstein lo llamó: la condición performativa del lenguaje.

La especie ha estructurado diversos lenguajes que le permitan vincular su mundo con el mundo de sus pares. No sólo aquello que usa signo lingüístico (lo verbal o lo

escrito) comunica. Existen diversas formas del signo (no lingüístico) que también se organizan como sistemas y que son útiles para aprehender la realidad. Por ejemplo, el lenguaje pictórico que usa signos como la forma, la composición y el color; o el sistema de señales de tránsito que transmiten un mensaje mediante colores, formas, líneas, etcétera. Ambos ejemplos, tienen una manera específica de abstraer cierta parte del mundo para traducirlo y establecer la comunicación. De esta manera, se dice que toda la realidad cabe en la suma de los lenguajes que la explican.

Dicho lo anterior, se entiende que el mundo es susceptible de ser leído. La lectura, entendida como la capacidad de relacionar significados, permite elaborar conceptos, entender, crear juicios y tomar decisiones con respecto a lo que nos rodea. El mundo se hace real al estar contenido en la palabra —o en el signo no lingüístico— que lo representa. Si bien la cosa existe, es tangible, traducible en un signo que la reemplaza, la existencia como concepto está contenida en la mente de quien la percibe y la simboliza para aprehenderla y comunicarla.

Para más claridad, usemos un ejemplo del espacio urbano. Imaginemos un sujeto que creció toda su vida en un pueblo y viaja a una ciudad grande. La lectura que este sujeto hace de la dimensión de las avenidas, puede desembocar en una experiencia que se traduce en agobio. El agobio no es consecuencia del objeto como tal (la avenida) sino de las percepciones recogidas en la interacción con las calles de su pueblo. Una persona construye un acervo de percepciones por medio de sus interacciones con los espacios conocidos. La percepción de ese sujeto en particular, distará de la de los habitantes locales para quienes el perfil no será necesariamente amplio o estrecho, solamente será el espacio al que están habituados. La enunciación de la avenida mantendrá para el sujeto la característica de “grande”, hasta que la constante interacción con este espacio construya referentes de habituación, mediante los cuales esa palabra adopta un carácter experiencial neutro.

Todos los lenguajes parten de un signo para posibilitar la interpretación y la comunicación. El lingüista Ferdinand de Saussure asegura que “Entre todos los individuos así ligados por el lenguaje, se establecerá una especie de promedio: todos reproducirán —no exactamente, sin duda, pero sí aproximadamente— los mismos signos unidos a los mismos conceptos.” De esta manera, los objetos que conforman el espacio urbano son signos que hacen parte de un lenguaje que puede ser leído y también “escrito”. La escritura se haría al disponer los objetos en el espacio urbano, para que un grupo social efectúe una lectura “no exactamente” igual, pero sí cercana al mismo concepto de sentido.

Un signo está en lugar de la cosa que representa. El concepto, generado por la interacción del sujeto con el objeto, dota a los elementos del espacio urbano de significado por medio de un consenso en contexto, como en el caso de la avenida grande en el ejemplo anterior. La ciudad y sus objetos, como grupo de signos que pueden ser leídos como conceptos y generar significados, debería ser estructurada en función de los significados que se quieren provocar.

El signo es ese evento u objeto presente que está en lugar de un objeto o evento ausente, es decir, «que está en lugar de otra cosa». Esto, que podría llamarse un «reemplazo», sólo es posible gracias a la semiosis. La semiosis es entendida como el proceso mediante el cual un sujeto construye significado y sentido, a través de la percepción e interpretación de un signo.

Si se piensa en un peatón que camina por la acera y parte de su tránsito se ve interrumpido por un cerramiento, la interpretación que provoca en el sujeto el signo (muro, reja, antepecho, arbustos) le informa de una demarcación que separa el espacio público del privado. En este ejemplo, el sujeto se constituye como lector y el cerramiento como signo. La interacción de ellos dos, es lo que propicia la interpretación y con ello, el sentido que se establece por medio de la semiosis. Cabe recordar que la semiosis, no es necesariamente condicionada por el conocimiento o desconocimiento de la cultura que prescribe un comportamiento determinado ante tal o cual signo. Es evidente que las relaciones que generan sentido, están asociadas también a vivencias personales. Para una persona, una calle oscura puede ser indicio de peligro, y para otra llevar a la idea de calma.

Charles Morris, en su libro *Fundamentos de la teoría de los signos*, explica que en la creación de la semiosis aparece una tríada compuesta por vehículo sígnico, designatum e intérprete. Cada uno de los tres interactúa con los otros de forma dialéctica. Pero se pueden abordar para su estudio en parejas. A la primera de ellas, compuesta por la relación de los signos con los objetos a los que son aplicables, la llama *semántica*; la segunda, de los signos con los intérpretes, la llama *pragmática*; la tercera, la relación de los signos con los signos, la llama *sintaxis*.

Supóngase un automóvil (vehículo sígnico<sub>1</sub>) estacionado sobre la acera (vehículo sígnico<sub>2</sub>). La relación que se establece entre 1 y 2, está en el plano de la sintaxis; en el plano de la semántica, se debe tener en cuenta que la interacción de 1 y 2 modifica el vínculo que existe entre el signo y el objeto al que se aplica, es decir, el vehículo sobre la acera no es sólo un vehículo sino que toma el sentido de un obstáculo. Claro está, el único capaz de entender la nueva condición sígnica es el peatón (intérprete), dentro de la relación pragmática que lo obliga a una redefinición semántica del



conjunto *automóvil-puesto-sobre-la-acera*, que se convierte en: obstrucción del área definida para caminar por una modificación del espacio urbano.

El concepto de semiosis de Morris abre el camino para entender el sentido o significado en tanto resultado de la lectura e interpretación que hace el peatón del espacio urbano y de los objetos que lo componen. Ese sentido o significado puede entenderse, asimismo, como el producto de dos grupos de relaciones: una sintagmática y otra paradigmática. La primera de ellas (sintagmática), refiere a la relación del signo vehículo con el signo acera en cuya interacción se da origen al conjunto que puede ser leído. Aunque los signos, individualmente, llevan en sí mismos un designatum (concepto; en este caso, carro y acera), este no debe leerse como un signo aislado sino en relación con el otro signo que lo acompaña.

Analicemos otro ejemplo del espacio urbano para dejarlo más claro. La relación sintagmática de una zona verde como signo 1, más una cancha deportiva (signo 2), más juegos infantiles (signo 3), al leerse como conjunto, designan por la *semiosis* el concepto de "Parque". Si ese "parque" estuviera dentro de un conjunto habitacional, se uniría a un nuevo signo que daría como resultado un nuevo concepto, denominado "parque privado".

La segunda relación (paradigmática), interactuando con la sintagmática, provocan una interpretación particular que denominaremos *frame*. El *frame* surge cuando el sujeto, influenciado por su cultura, interpreta los objetos y/o conjuntos de estos y lleva a cabo una lectura personal que trasciende el significado llano, transformándolo en un significado condicionado. El parque, por ejemplo, para una señora mayor y beata, puede ser sinónimo de un lugar "lleno de marihuaneros".

Los *frames*, a su vez, interactúan con otros *frames* en la elaboración de un significado cada vez más amplio, que da como resultado una visión emergente. Por ejemplo, para la señora, debido a su cultura, la marihuana es mala. Si ese parque estuviera ubicado junto a un lugar donde esperar un bus, ella lo evitaría y preferiría otro medio de transporte, más allá de que la problemática sea real o no.

Esto se debe a que la visión emergente es el resultado de la relación sintagmática (denotativa) de los paradigmas (connotativos) construidos sobre cada *frame*. Sobre el signo parque, la señora ha levantado un *frame* cuya connotación es marihuanero. Sobre el signo lugar-para-esperar-el-bus, la señora ha levantado un *frame* cuya connotación es tiempo de espera. La relación sintagmática entre el signo parque y el signo espacio para esperar el bus, vincula las dos connotaciones como tiempo de espera al lado de los marihuaneros, generando un visión emergente de inseguridad.

Siguiendo con el ejemplo, es viable afirmar que esa visión emergente puede ser traducida como experiencia. Para el caso de la señora, sería experiencia negativa. La experiencia se construye en la lectura que los seres humanos hacen a través de los sentidos, de la interpretación del espacio físico y sus elementos, los cuales el sujeto analiza en relación a sus acervo de percepciones que configuran su cultura particular. Por medio de este barrido conceptual, hemos mostrado cada uno de los elementos que intervienen en la configuración de un tipo de lenguaje que también puede ser leído y escrito. Un lenguaje que está del lado de la semiótica, es decir, de la ciencia que se encarga de estudiar los signos dentro de un contexto específico y el cómo se efectúa una lectura, interpretación y configuración de un mensaje por medio de la interacción de un sujeto con los objetos. Pero, ¿cómo es que toda esta teoría hace posible transformar la experiencia de los sujetos en tanto peatones?

El ser humano, con respecto a su espacio urbano, entendido como espacio entre los edificios, hace una lectura que está condicionada por la perspectiva propia del rol del peatón que es diferente a la que se tiene desde el vehículo. El sujeto, en su rol de peatón, se encuentra con una perspectiva lateral cargada de detalles que son percibidos por todos sus sentidos. La perspectiva está a una altura promedio de 165 centímetros y a una velocidad de cinco kilómetros por hora. Desde ahí, el peatón efectúa la lectura del espacio y sus elementos que, coherentes o no, modifican las formas de tránsito, lectura e interpretación que generan un tipo de experiencia en el peatón.

Sumar lo cualitativo a lo cuantitativo pretende que el peatón, en tanto sujeto capaz de la experiencia y fin último de la ciudad, recupere su lugar protagónico. El peatón, como lo explica Jan Gehl, tiene una escala, unas velocidades de movimiento y unos sentidos mediante los cuales puede aprehender el mundo que lo rodea. Así, el mundo existente —la ciudad— debería proyectarse enfocado en ese sujeto, en atención a sus condiciones de tamaño, sentidos, etcétera, para poder garantizar que cada construcción y objeto que componen el espacio urbano, aporten el nivel de detalle necesario para su bienestar. Y no como pasa hoy, que cada proyecto urbano se plantea en atención a sus propias dinámicas, como por ejemplo los conjuntos cerrados, en términos de “seguridad”; las zonas industriales, en términos de “productividad”; y el automotor, en términos de “velocidad”. Dinámicas que configuran respuestas sosas, monótonas y aburridas que no suman al placer visual ni a la experiencia.

Así, la interacción con el entorno conlleva en el peatón un cierto nivel de éxito o frustración experiencial relacionado con la lectura, interpretación y aprehensión que hace del mismo. Esa interacción abre la posibilidad para pensar una construcción, modificación o refuerzo del espacio urbano el cual condicionará, cambiará o modificará nuestro actuar en el mundo. La repetición de experiencias similares con objetos o entornos parecidos (como en el ejemplo de la avenida grande) construye en el imaginario un sentido del lugar. Pero para provocar un sentido de lugar específico, se requiere tomar una postura clara al respecto del espacio que se va a intervenir, la cual disponga los elementos que configuran el espacio en un mensaje claro para el peatón. Y esto, sólo es viable en cuanto se entiende que el espacio también se puede escribir, a fin de que esa escritura pueda ser leída a través de la interacción.

#### **4. Conclusión**

En general, cualquier espacio ofrece una gran cantidad de información, contenida en signos, que el lector debe seleccionar y capturar de manera eficiente dependiendo de la actividad específica que esté realizando. Conocer qué elementos intervenir es la clave para construir o cambiar el mensaje que se desea comunicar a los usuarios. Para finalizar, podríamos retomar el ejemplo de la señora que espera el bus, con la intención de fijar los conceptos en una propuesta de intervención útil para modificar su experiencia negativa. Se habló de la presencia de dos signos: el parque y el lugar donde ella espera el bus. Cada uno, con unos *frames* asociados a la cultura del perceptor (la señora). Así, se podría aprovechar la cultura local para dar elementos que interactúen desde lo sintagmático, modificando la interpretación paradigmática y, con eso, la *semiosis*. Las formas de modificar la experiencia negativa de la señora se mueven en múltiples niveles.

El primero de ellos podría ser el nivel sensorial, que se cambiaría al intervenir los elementos del espacio de tal manera que impacten directamente en los sentidos. Por ejemplo, incrementar la iluminación, remover barreras visuales, agregar olores agradables, ambientar con música y mejorar las condiciones del pavimento de las aceras. Estas intervenciones aluden a la vista, el olfato, al oído y al tacto, respectivamente.

Un segundo nivel aludiría a lo social. Lo cual se modificaría a través de la inclusión de actividades que promuevan el uso, interacción, aprovechamiento y permanencia dentro del parque. Por ejemplo, comercio en los primeros pisos de las manzanas

adyacentes, instalación de gimnasios y juegos, cesiones para su aprovechamiento económico, puntos de préstamos de libros, entre otros.

Un tercer nivel se centra en lo cognitivo. La implementación buscaría ofrecer información adicional que nutra la cultura del perceptor, para que cuando interactúe con el espacio modifique la forma cómo interpreta los objetos. Así, la generación de *frames* se dará a partir de esta nueva información, sirviendo como base para una nueva experiencia. De esta manera, el cambio de experiencia podría llevarse a cabo si se informa explícitamente de tiempos de operación de las rutas, puntos de referencia en el territorio como estaciones de policía, supermercados, etcétera, sistemas electrónicos de pago, entre otros.

Los tres niveles sirven para explicar toda la teoría propuesta, en cuanto el primero de ellos, alude a una relación de tipo sintagmático, o sea, de los objetos como signos que interactúan con otros objetos. El segundo nivel, alude a la relación paradigmática, pues modifica las percepciones e interpretaciones que el sujeto hace de los signos que pertenecen al espacio. Y el último nivel, refiere a cómo el sujeto elabora sus denotaciones y connotaciones. El conjunto explica la posibilidad real de modificar la experiencia a través de cómo se escriben y se leen los espacios físicos. Agregar elementos cualitativos a las planeaciones cuantitativas, sirve para que los espacios físicos se proyecten en función de mejorar la calidad de vida del peatón, en tanto ser único capaz de sentir, leer y generar experiencia.

# EXPERIENCIAS DE MONITOREO DE MOVILIDAD NO MOTORIZADA EN COSTA RICA

## **Henry Hernández-Vega**

Programa Infraestructura del Transporte. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.  
henry.hernandezvega@ucr.ac.cr

## **Diana Jiménez-Romero**

Programa Infraestructura del Transporte. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Correo electrónico:  
diana.jimenez@ucr.ac.cr

### **Resumen**

Con excepción de los últimos años, las labores de monitoreo del tránsito se centran en contabilizar la cantidad de automóviles y usuarios de transporte público. Es usual que muchas agencias gubernamentales publiquen anuarios de información del tráfico donde se muestran estadísticas detalladas de tránsito promedio diario de vehículos motorizados. En Costa Rica, históricamente, las labores del monitoreo del tránsito se centran en tráfico motorizado, sin recopilar información relacionada con la cantidad de peatones y ciclistas que utilizan la red vial. Por otro lado, existe una tendencia a nivel mundial de priorizar y promover el tránsito no motorizado, sin embargo la falta de información relacionada con estos usuarios de la red vial y de sus viajes podría significar procesos de toma de decisión desinformados que no siempre logren satisfacer las necesidades de los usuarios a los que se pretende servir. El presente artículo muestra una compilación de los resultados de diferentes estudios en los que se ha monitoreado la movilidad no motorizada en Costa Rica. Además, se presentan diferentes técnicas aplicadas, junto con una descripción del equipo de monitoreo utilizado, para evaluar la movilidad ciclista y peatonal, y su infraestructura relacionada en Costa Rica mediante la aplicación de metodologías basadas en conceptos de ingeniería de transporte. Se presentan estudios de movilidad ciclista y peatonal realizados en diferentes lugares de Costa Rica, con diferentes realidades geográficas.

## **1. INTRODUCCION**

En Costa Rica, la documentación existente relacionada con la movilidad no motorizada, al inicio de los estudios aquí presentados, era muy escasa con no decir que prácticamente nula. Con excepción de los últimos años, las labores de monitoreo del tránsito se han centrado históricamente en contabilizar la cantidad de automóviles y usuarios de transporte público.

Es usual que muchas agencias gubernamentales publiquen anuarios de información del tráfico donde se muestran estadísticas detalladas de tránsito promedio diario de vehículos motorizados. En Costa Rica, históricamente, las labores del monitoreo del

tránsito se centran en tráfico motorizado, sin recopilar información relacionada con la cantidad de peatones y ciclistas que utilizan la red vial.

En las últimas décadas, existe una tendencia a nivel mundial de priorizar y promover el tránsito no motorizado, sin embargo la falta de información relacionada con estos usuarios de la red vial y de sus viajes podría significar procesos de toma de decisión desinformados que no siempre logren satisfacer las necesidades de los usuarios a los que se pretende servir. De acuerdo con Acuña-Leiva, Hernández-Vega, Jiménez-Romero, Zamora-Rojas, y Loría-Salazar (2015) es necesario conocer los patrones para poder diseñar infraestructura que satisfaga las necesidades de viaje de los ciclistas.

La existencia de información detallada relacionada con la movilidad no motorizada puede generar mejoras en políticas públicas relacionadas con uso de suelo, salud pública, ambiente, urbanismo y priorización de infraestructura, entre otros.

El presente artículo muestra una compilación de los resultados de diferentes estudios donde se ha monitoreado la movilidad no motorizada en Costa Rica. Además, se presentan diferentes técnicas aplicadas, junto con una descripción del equipo de monitoreo utilizado, para evaluar la movilidad ciclista y peatonal, y su infraestructura relacionada en Costa Rica mediante la aplicación de metodologías basadas en conceptos de ingeniería de transporte.

Los estudios de movilidad ciclista realizados en diferentes lugares de Costa Rica, con diferentes realidades geográficas: Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica (San José), la ciudad costera de Puntarenas, la ciudad metropolitana de Cartago, y una zona agro-industrial al sureste de la ciudad de Cartago.

Además, se presentan los resultados de un estudio de la movilidad peatonal en el centro del distrito Guadalupe, del cantón Goicoechea, de la provincia San José, además de aforos peatonales realizados en algunos puntos de la Universidad de Costa Rica.

## **2. METODOLOGÍA**

La metodología de los estudios se divide en cuatro fases (para el caso del estudio de Hernández-Vega, Lezama-Jara y Gutiérrez-Barboza en el año 2017 en la Sede Rodrigo Facio de la UCR, sólo aplican las fases 2, 3 y 4):

- 1) Recopilación de datos de volúmenes ciclistas o peatonales según sea el caso,
- 2) Aplicación de encuestas,
- 3) Diagnóstico de la infraestructura, y
- 4) Recomendaciones.

Durante la Fase 1 se debe recorrer y realizar una identificación preliminar de la zona de estudio, definir la ubicación de los puntos de conteo automático, de corto y mediano plazo, y de los conteos manuales. Con la cantidad de personas usuarias, en

el medio de transporte de interés, que transitan a diario (mañana y tarde), se estiman muestras estadísticamente representativas de toda la población ciclista en cada punto de aforo. Para el caso particular del estudio de la movilidad en bicicleta de la sede de la Universidad de Costa Rica se envió una encuesta la cual era accesible mediante un enlace que fue enviado vía correo electrónico.

De acuerdo con Torres y Hernández-Vega (2017) el estudio de la movilidad en bicicleta requiere de “tres componentes principales: 1) caracterización geográfica de la zona incluyendo la identificación de potenciales zonas de origen y destino de viajes en bicicleta considerando la topografía, 2) conteos de bicicletas con equipo automático, conteos manuales en intersecciones y 3) encuestas origen-destino.”

Una de las maneras más efectivas de monitorear el tráfico es a través de contadores automáticos. Los contadores automáticos permiten recopilar información por periodos mayores a los de los tradicionales conteos manuales, usualmente a un costo más económico.

### 3. RESULTADOS

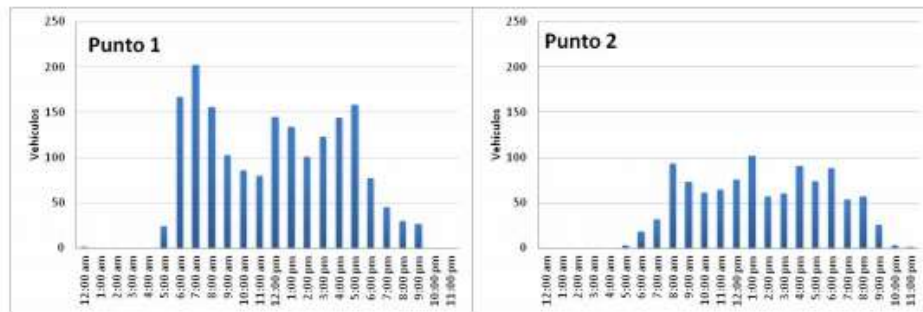
En la siguiente figura se muestra, a manera de ejemplo, la colocación de un contador neumático para monitorear el flujo de ciclistas en una ciclovía.



**Figura 1. Colocación de contadores para ciclistas en el cantón Puntarenas. Imagen tomada por Hernández-Vega (2015).**

Además, de estimar los volúmenes, los contadores automáticos permiten determinar patrones. Estos patrones nos indican las horas de mayor volumen, que usualmente son recurrentes y las diferencias por dirección para las diferentes horas del día.

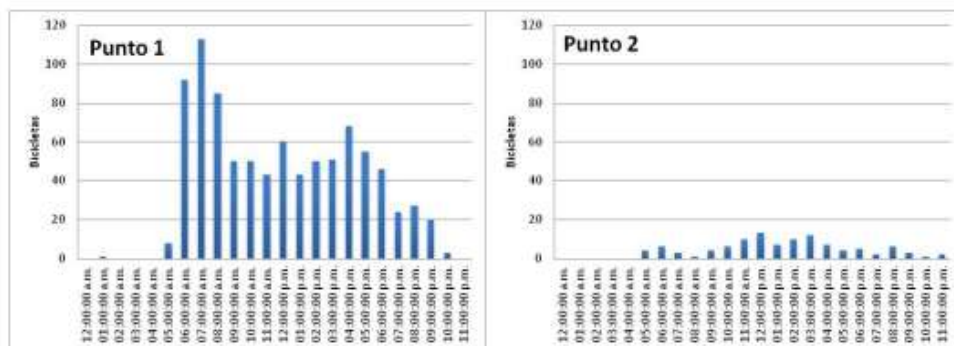
Los gráficos de barras que se muestran a continuación en las figuras 2, 3 y 4 presentan los comportamientos típicos para vehículos motorizados, ciclistas y peatones respectivamente. Se puede observar, por ejemplo, que en los gráficos para días entre semana, tanto el flujo vehicular como el de ciclistas presenta picos bien marcados para la mañana y para la tarde. Caso contrario, el flujo de peatones no presenta esta tendencia tan fuertemente marcada para los otros dos medios de transporte y se observa, más bien, un pico durante la hora que corresponde en muchos casos al periodo de almuerzo del estudiantado y personal docente y administrativo de la universidad.



(a)

(b)

**Figura 2. Variación horaria del flujo de vehículos motorizados en una calle de la Sede Universitaria Rodrigo Facio Universidad de Costa Rica (UCR), para (a) días entre semana y (b) fines de semana. Tomada de: Hernández-Vega, Campos-Campos, Jiménez-Romero y Loría-Salazar (2016)**

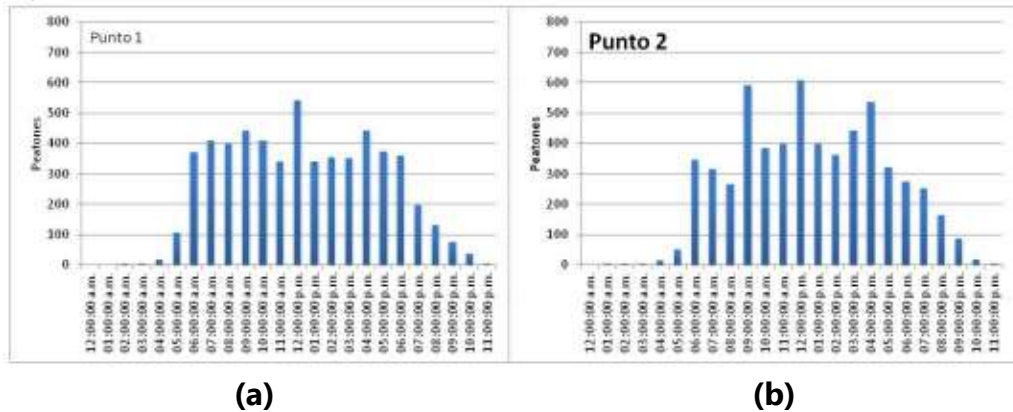


(a)

(b)

**Figura 3. Variación horaria del flujo de bicicletas en una calle de la Sede Universitaria Rodrigo Facio UCR (a) días entre semana y (b) fines de semana. Tomada de: Hernández-Vega, Campos-Campos, Jiménez-Romero y Loría-Salazar (2016)**



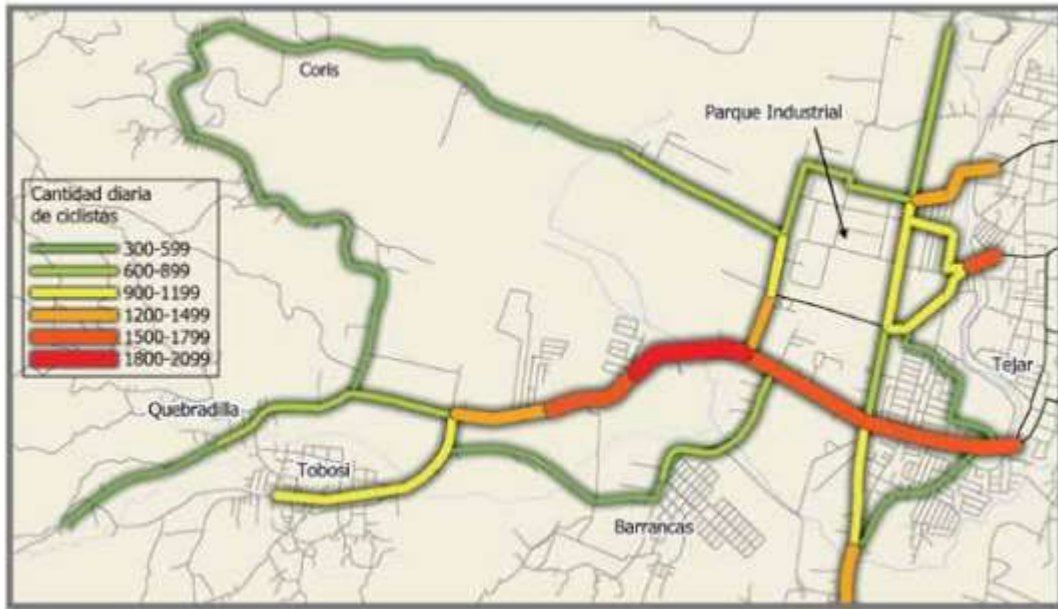


**Figura 4. Variación horaria del flujo de peatones en una acera de la Sede Universitaria Rodrigo Facio, UCR (a) días entre semana y (b) fines de semana. Tomada de: Hernández-Vega, Campos-Campos, Jiménez-Romero y Loría-Salazar (2016)**

Al combinar conteos automáticos, con conteos manuales, ambos en diferentes ubicaciones, junto con encuestas es posible generar matrices origen destino que facilitan la elaboración de mapa de flujos en las vías que mayormente son utilizadas por ciclistas en el sector, la siguiente figura muestra un mapa de flujo promedio diario en bicicleta para los distritos Barranca, Puntarenas, El Roble y Chacarita en el cantón Puntarenas, de la provincia con el mismo nombre. Mapas similares al mostrado en la Figura 5 fueron elaborados por Torres y Hernández-Vega (2017) y por Acuña-Leiva (2015) en la provincia Cartago.



**Figura 5. Estimación de volúmenes en bicicleta en un sector del cantón Puntarenas. Imagen tomada de Espinoza-Bolaños, Hernández-Vega y Jiménez-Romero (2017).**



**Figura 6. Estimación de volúmenes en bicicleta en un sector del cantón El Guarco. Imagen tomada de Torres y Hernández-Vega (2017).**

Durante las encuestas realizadas se permitieron caracterizar, mediante observación, aspectos que se distinguen a simple vista, como el sexo del ciclista, el tipo de bicicleta, cantidad de ocupantes de la misma y el uso de equipo de seguridad.

Respecto a los viajes se incluyeron preguntas relacionadas con el motivo del viaje, su origen y cuál era el destino del ciclista, tiempo de viaje, cantidad de tiempo que la persona usa la bicicleta en un día promedio, frecuencia del uso de la bicicleta.

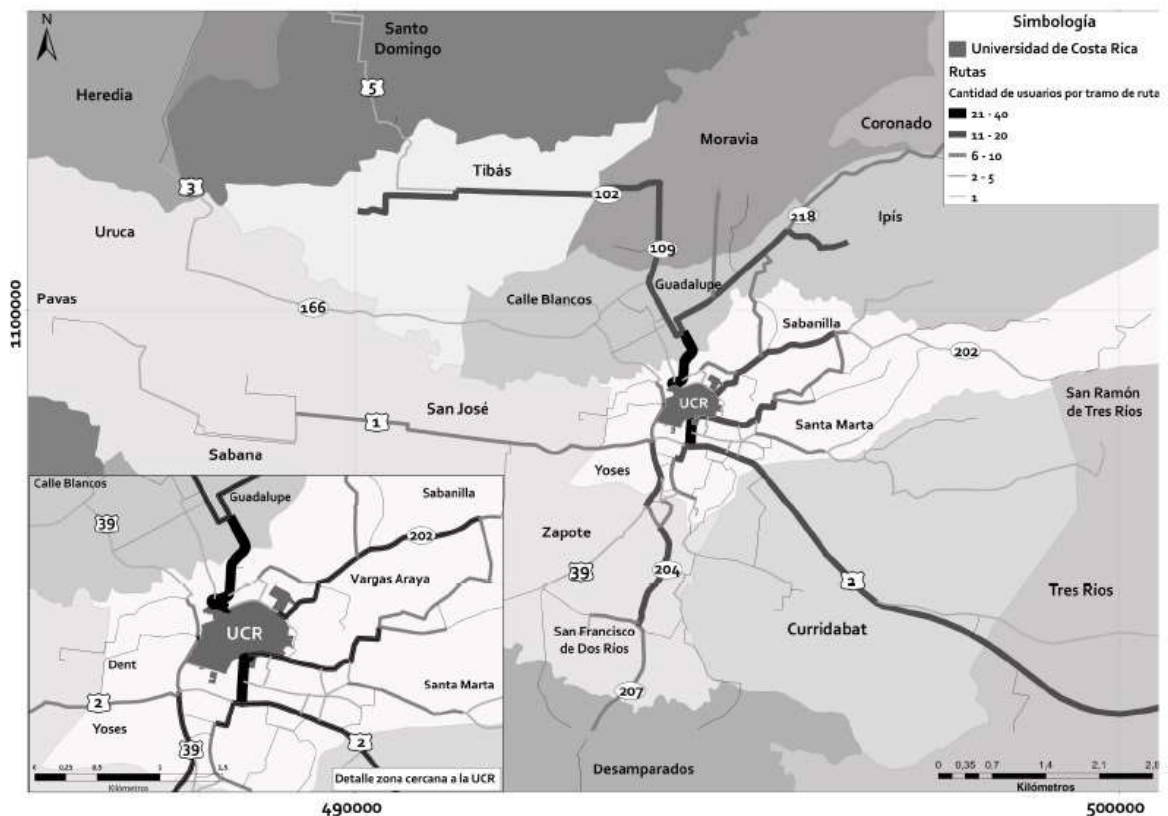
Respecto a las personas ciclistas, se recopila información en términos de edad, nivel educativo y de ingreso, ocupación, percepción respecto a las facilidades para ciclistas existentes, entre otros. Durante el proceso de las entrevistas también se hace una inspección visual relacionada con el uso de dispositivos de seguridad al usar la bicicleta y la cantidad de personas por bicicleta.



**Figura 7. Encuesta a ciclista en el cantón Puntarenas. Imagen tomada por Hernández-Vega (2015).**

En ciertos casos las encuestas electrónicas pueden ser de ayuda para estimar los principales flujos ciclistas, por ejemplo donde se tiene una red de carreteras más densa, un porcentaje muy bajo de ciclistas que transitan por un sector en particular y una limitada capacidad para recopilar información en campo. Para estos casos se requiere contar con las bases de datos de correos electrónicos de las personas a las que se desea encuestar.

La figura que se muestra a continuación, corresponde al caso de la Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica, donde se envió una encuesta electrónica al estudiantado y al personal docente y administrativo. Se recibieron más de cinco mil encuestas en total de las cuales 77 respondieron que utilizaban la bicicleta para movilizarse. Cada ciclista hizo una descripción detallada del recorrido realizado el cuál fue dibujado posteriormente en un mapa, permitiendo determinar cuáles eran los recorridos más utilizados por estos usuarios Hernández-Vega, Lezama-Jara y Gutiérrez-Barboza (2017).

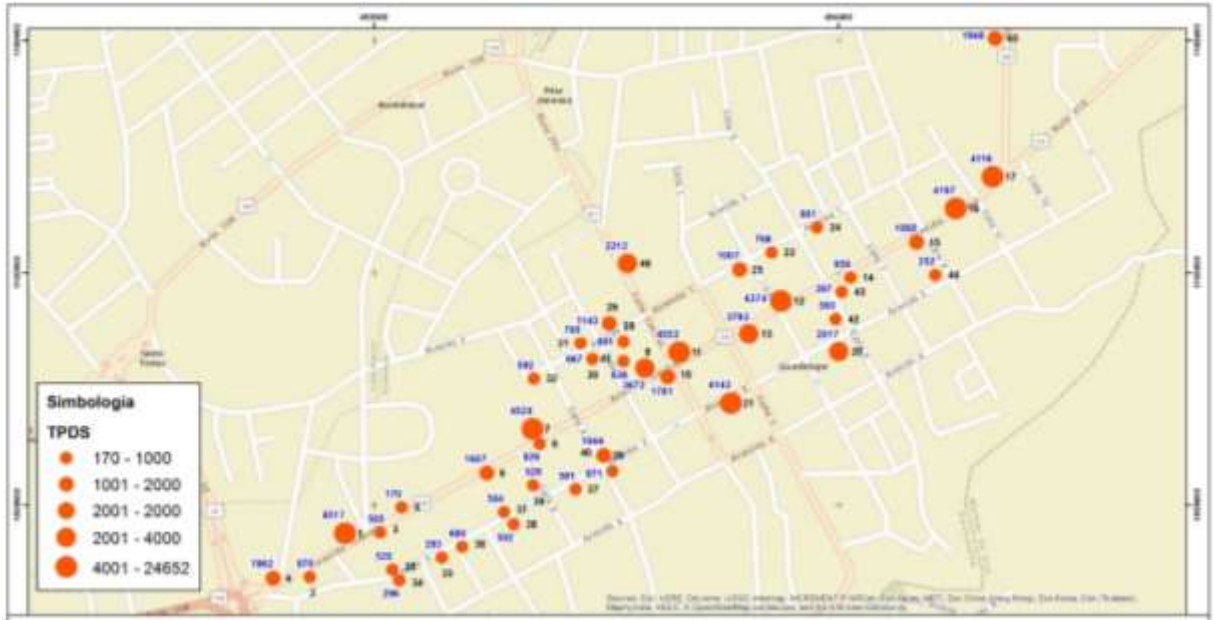


**Figura 8. Recorridos descritos por personas que viajan a la Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica (UCR). Imagen tomada de Hernández-Vega, Lezama-Jara y Gutiérrez-Barboza (2017).**

La recopilación de volumen peatonal requiere mucho más esfuerzo. El siguiente mapa muestra los resultados de los volúmenes obtenidos a partir de la colocación de contadores peatonales en más de cuarenta puntos en el distrito Guadalupe en el cantón Goicoechea.

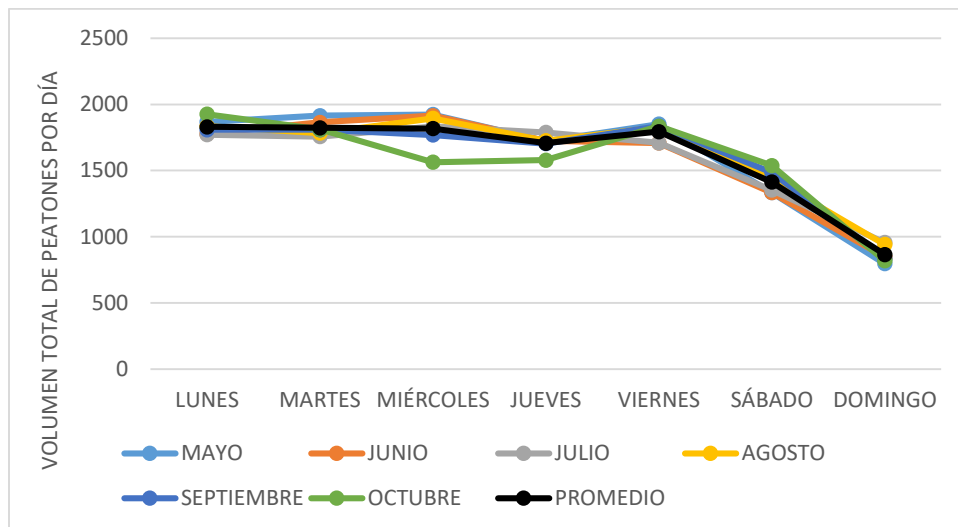
La colocación de equipo automático para contar peatones requiere de la disponibilidad de postes y posee ciertas limitaciones relacionadas con la superficie de fondo que requiere el dispositivo para realizar un monitoreo adecuado, por lo que no es posible realizar conteos automáticos en todas las aceras.

El monitoreo peatonal es más complejo que el monitoreo de la movilidad en bicicleta, debido a que los viajes son mucho más cortos y cada puerta corresponde a un punto de entrada y salida de personas, pudiendo presentarse cambios del flujo peatonal en distancias muy cortas.



**Figura 9. Tráfico promedio diario semanal (TPDS) en diferentes puntos del distrito Guadalupe en el cantón Goicoechea. Imagen tomada de Fernández (2017).**

Al igual que con los flujos vehiculares, se logró determinar que los conteos peatonales presentan flujos rítmicos y repetitivos. En este caso se muestra la variación promedio, por día de la semana, del volumen aforado de peatones por un contador que se encontró funcionando en un punto de estudio durante los diferentes meses analizados en el estudio.



**Figura 10 Volumen total de peatones diarios los diferentes meses del año que se analizaron. Tomado de Fernández (2017).**

#### 4. CONCLUSIONES

En los diferentes estudios realizados, se logró caracterizar de manera adecuada la movilidad en bicicleta. Estos insumos pueden ser utilizados para evaluar, por ejemplo, el éxito de políticas públicas que promuevan la movilidad activa, que permitan priorizar las intervenciones o que permitan entender los patrones de movilidad de los ciclistas.

La información procesada de los resultados (incluyendo aspectos demográficos y socioeconómicos de la población ciclista y peatonal, sus viajes, matrices origen/destino, sus rutas y la percepción en cuanto a la infraestructura disponible) sirve para implementar políticas y mejoras de la infraestructura en favor de los usuarios no motorizados. A partir de los estudios de movilidad en bicicleta se pudieron realizar mapas de flujo e identificar corredores donde la intervención para proteger y promover aún más el ciclismo debe ser una prioridad.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acuña-Leiva, R. (2015) *Desarrollo de una metodología para el diseño y la evaluación de ciclovías en Costa Rica*. Trabajo Final de Graduación.

Acuña-Leiva, R., Hernández-Vega, H., Jiménez-Romero, D., Zamora-Rojas, J., & Loría-Salazar, L. G. (2015). *Guía de diseño y evaluación de ciclovías para Costa Rica LM-PI-USVT-007-15*. San José, Costa Rica: Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR. Disponible en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/851>

Espinoza-Bolaños, J.; Hernández-Vega, H. & Jiménez-Romero, D. (2017). Caracterización de la movilidad ciclista en el cantón Puntarenas, Costa Rica: resultados de los distritos con mayor cantidad de ciclistas involucrados en colisiones. *Revista Tecnología MOPT*, 23-24. Disponible en: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/490>

Fernández, A. (2017) *Análisis de la movilidad peatonal y caracterización de peatones en el centro de Guadalupe Goicoechea como caso de estudio y aplicación*. Trabajo Final de Graduación

Hernández-Vega, Henry Campos-Campos, Noelia Jiménez Romero, Diana Loría-Salazar, Guillermo (2016) *Análisis descriptivo de volúmenes de vehículos, ciclistas y peatones a partir de conteos realizados en la Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica LM-PI-USVT-004-16*. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. Universidad de Costa Rica. Disponible en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/995/LM-PI-USVT-004-2016%20An%C3%A1lisis%20Descriptivo%20de%20volumenes%20de%20veh%C3%ADculos%2C%20ciclistas%20y%20peatones%20a%20partir%20de%20conteos%20realizados%20en%20la%20Sede%20Rodrigo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández-Vega, H.; Lezama-Jara, V. & Gutiérrez-Barboza, M. (2017). Caracterización de la movilidad en bicicleta en el Campus Universitario Rodrigo Facio, Universidad de Costa Rica. *Revista ABRA*, 37 (54), 1-21. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/abra/article/view/92415>

Torres, M.; Hernández-Vega, H. (2017). Estudio de la movilidad ciclista en un sector de los cantones Cartago y El Guarco, de la provincia Cartago, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 1 (58), 223-251. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/9382>

# **LA BICICLETA TAMBIÉN SE ESTACIONA, METODOLOGÍA PARA DESARROLLO DE CICLOPARQUEADEROS**

**Marcos Noguero Espinosa**

Cal y Mayor y Asociados, Ciudad de México, México [mnogueron@calymayor.com.mx](mailto:mnogueron@calymayor.com.mx)

**Luis Eduardo González Sanguino**

Cal y Mayor y Asociados, Bogotá, Colombia [lgonzalezs@calymayor.com.mx](mailto:lgonzalezs@calymayor.com.mx)

**Jeniffer María Niño Salazar**

Cal y Mayor y Asociados, Bogotá, Colombia [jnino@calymayor.com.mx](mailto:jnino@calymayor.com.mx)

## **RESUMEN**

En marco de la definición de la red de “cicloparqueaderos” en la ciudad de Bogotá D.C., el equipo de especialistas desarrollo una metodología para la planeación de las misma de manera que se atiendan las reales necesidades de los ciclistas, entendiendo que la bicicleta es un vehículo y las ciudades no pueden seguir promocionando su circulación sin brindar las condiciones apropiadas que incentiven el estacionamiento seguro y confortable. La metodología propuesta busca atender las necesidades de los ciclistas, que son diversas según el motivo de viaje, por ello la infraestructura de la red debe ser flexible y componerse por diversos tipos de elementos en el espacio urbano y en estacionamientos fuera de vía. Por ello se desarrollan recomendaciones generales según sea el interés del ciclista: intercambio modal, uso ocasional y uso frecuente. La red que se plantea es integral busca satisfacer las necesidades de viaje de los ciclistas y atraer nuevos usuarios a la bicicleta; teniendo en cuenta el motivo de viaje la red busca ser flexible y brindar oferta en espacio público y en usos de suelo privado que sean atractores de viajes.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Una red de cicloparqueaderos debe atender las necesidades de los ciclistas, que son diversas según el motivo de viaje, por ello la infraestructura de la red debe ser flexible y componerse por diversos tipos de elementos en el espacio urbano y en estacionamientos fuera de vía. Por ello se desarrolla una metodología para determinar una red de cicloparqueaderos según sea el interés del ciclista: intercambio modal, uso ocasional y uso frecuente.

La metodología expuesta fue aplicada en el marco de la promoción de la bicicleta inmerso en el Plan Maestro de Movilidad y en el Plan Distrital de Desarrollo Bogotá Mejor para Todos en la ciudad de Bogotá. Se desarrolla como producto la red de cicloparqueaderos proyectada al año 2027 para la Secretaría Distrital de Movilidad,



el presente documento describe brevemente la metodología y presenta algunas recomendaciones y resultados obtenidos para la ciudad de Bogotá.

Dentro del planteamiento de la red se establecen las ubicaciones de cicloparqueaderos de uso frecuente, el número de cupos y especificaciones técnicas básicas para un adecuado funcionamiento. El desarrollo de la metodología busca definir una priorización a la implementación de los mismos y un marco general para desarrollar un modelo financiero que permita su ejecución.

## **2. PROPUESTA METODOLÓGICA**

Para poder brindar una infraestructura apropiada a los ciclistas y la promoción de los mismos como movilidad activa de la ciudad se debe satisfacer las necesidades de viaje de los ciclistas urbanos existentes y buscar satisfacer las necesidades de aquellos que aún no los son; teniendo en cuenta el motivo de viaje la red debe ser flexible de manera que permita los cambios dinámicos de la ciudad, brindando oferta tanto en espacio público como en usos de suelo privado que sean atractores de viajes como centros comerciales u universidades.

Para ello es importante generar una caracterización de los ciclistas de la ciudad y la proyección de los viajes en bicicleta como partición modal para un día típico, a partir de la información secundaria como las encuestas de movilidad o planes de movilidad y de la información primaria que pueda ser recopilada en campo, especialmente aquellos usuarios que se consideren potenciales.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo resumen con la propuesta metodológica para la creación de una red de cicloparqueaderos como infraestructura para el estacionamiento de bicicletas, buscando atender las necesidades crecientes de los ciclistas y la promoción de la bicicleta como una forma sostenible de transporte.

**Figura 22: Diagrama de propuesta metodológica**



Fuente: Elaboración propia Cal y Mayor y Asociados, 2018

### **3. RED DE CICLO PARQUEADEROS, CASO CIUDAD DE BOGOTÁ**

El desarrollo de nueva infraestructura se propone en las zonas de análisis de transporte ZAT con mayor demanda de cupos de estacionamiento, buscando además brindar una alternativa de ubicación específica teniendo en cuenta los

predios disponibles en el espacio público de la ciudad (incluyendo la vía), los sitios de interés en la zona y en algunos casos la conexión con la malla vial arterial y el transporte público de la ciudad.

Adicionalmente se brindan recomendaciones para mejorar la red, la implementación de nuevos cupos en desarrollos urbanos y en información al ciclista, que permita realmente brindar un servicio de estacionamiento seguro confortable y continuo para los viajes en bicicleta de la ciudad.

A continuación, se presentan brevemente los resultados de la propuesta metodológica aplicada en la ciudad de Bogotá, donde se expone únicamente el componente técnico del producto entregado a la Secretaría Distrital de Movilidad.

### **3.1. Diagnóstico de la demanda**

La ciudad no solo ha cambiado la funcionalidad de la bicicleta de un uso recreacional al urbano, sino que sus políticas públicas y el desarrollo de nueva infraestructura tienden a promocionar la bicicleta como una forma sostenible de transporte.

Los viajes en bicicleta incrementan día a día en la ciudad, no solo de acuerdo a la tasa de crecimiento poblacional, sino con un incremento causado por el cambio modal; la ciudad se apropia de la bicicleta como un vehículo que permite a la población disminuir sus tiempos de viaje, un vehículo para el intercambio modal y un vehículo económicamente más rentable.

La línea de tiempo expuesta en las encuestas de movilidad - EM 2011 y 2015 muestran como la ciudad genera un cambio de prioridades, un cambio en la pirámide de transporte de la ciudad. La ciudad que conocíamos hace unos pocos años (EM 2011) priorizaba el vehículo particular y deja de último a la bicicleta y al peatón. En esta etapa (EM 2015) la ciudad se encuentra en un cambio, un giro que avanza poco a poco con nueva infraestructura, promoción y sobre todo viajes multimodales, donde se toma conciencia de las consecuencias del uso del vehículo particular asociadas principalmente a la congestión.

La ciudad tiende a recuperar la prioridad del peatón, el ciclista y el transporte público, a convertirse en una ciudad amigable en su movilidad, por ello la proyección de la demanda se debe tener en cuenta este cambio de comportamientos, que invierten la pirámide modal tradicional y por ende incrementaran los viajes peatonales, en bicicleta y en transporte público.

**Figura 23: Diagnostico de la demanda en Bogotá, 2017**



Fuente: Elaboración propia a partir de las proyecciones de población DANE y del Tomo IV Informe Final Informe Indicadores versión 4 Contrato de consultoría SDM- 2014-1485.

### **3.2. Diagnóstico de la oferta**

De acuerdo a la oferta de cicloparqueaderos analizados la infraestructura de la ciudad presenta cuatro esquemas de operación actualmente.

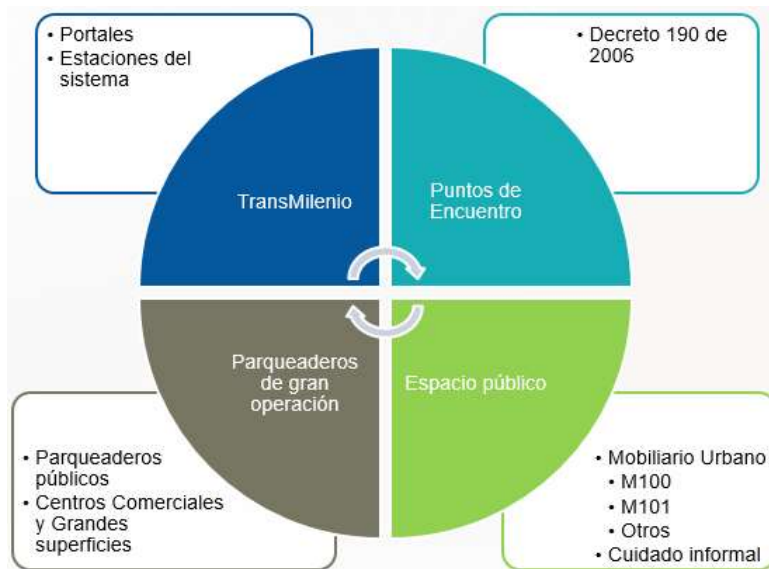
El primero de ellos asociado al transporte BRT de la ciudad, donde se proyecta un desarrollo de las troncales TransMilenio y el nuevo TransMiCable en construcción. Con cobro únicamente de acceso al sistema, con horarios de operación dados por el Sistema TransMilenio y seguridad brindada por el mismo sistema.

El segundo está asociado a los Puntos de Encuentro establecidos por la ciudad en el Decreto Distrital 190 de 2006, donde la ciudad a la fecha ha construido cuatro Puntos de Encuentro y el funcionamiento está asociado a infraestructura que permita el intercambio modal y sin cobro.

El tercero está asociado a los parqueaderos de gran operación, donde se tienen desarrollos económicos importantes en la ciudad y un cambio de negocio, donde la bicicleta es un vehículo en crecimiento y por ello en demanda. Es importante en este caso tener en cuenta los futuros desarrollos urbanísticos que puedan brindar espacios para el parqueo de bicicletas, así como el crecimiento de una demanda de nuevos ciclistas que el sector privado empieza captar como fuente de ingresos. Con tarifa o sin cobro asociado, y brindando seguridad a la bicicleta.

En cuarto está asociado al estacionamiento en vía, por medio de mobiliario y puntos informales que deben ser tenidos en cuenta para la red de cicloparqueaderos de la ciudad, siendo una parte de infraestructura asociada a la promoción de la bicicleta, sin cobro y con actividades de corta duración.

**Figura 24: Diagnostico de la oferta en Bogotá, 2017**



Fuente: Elaboración propia Cal y Mayor y Asociados, 2017

### 3.3. Demanda insatisfecha

Es importante resaltar que de acuerdo al diagnóstico de oferta y demanda de cicloparqueaderos en Bogotá D.C. y la información secundaria, el diagnóstico presenta que en la ciudad existen más de 16 mil cupos para bicicletas.

Teniendo en cuenta que para el 2017 la ciudad cuenta con más 440 mil bicicletas realizando viajes en la ciudad y demanda más de 14 mil cupos (estimados bajo la rotación y el porcentaje de usuarios que utilizan algún cicloparqueadero existente), podría pensarse que existe una sobre oferta en la ciudad de Bogotá. Sin embargo, es importante resaltar que esta oferta hoy en día se encuentra dada en gran medida por establecimientos privados que generalmente tienen un cobro asociado, lo que no incentiva el uso de la bicicleta y que no atienden el 100% de la demanda en las zonas de atracción de viajes en bicicleta; como resultado las ocupaciones son bajas en los cicloparqueaderos.

La infraestructura de cicloparqueaderos no solo debe atender la demanda de cupos, sino que además debe estar asociada a un incentivo para su utilización y de

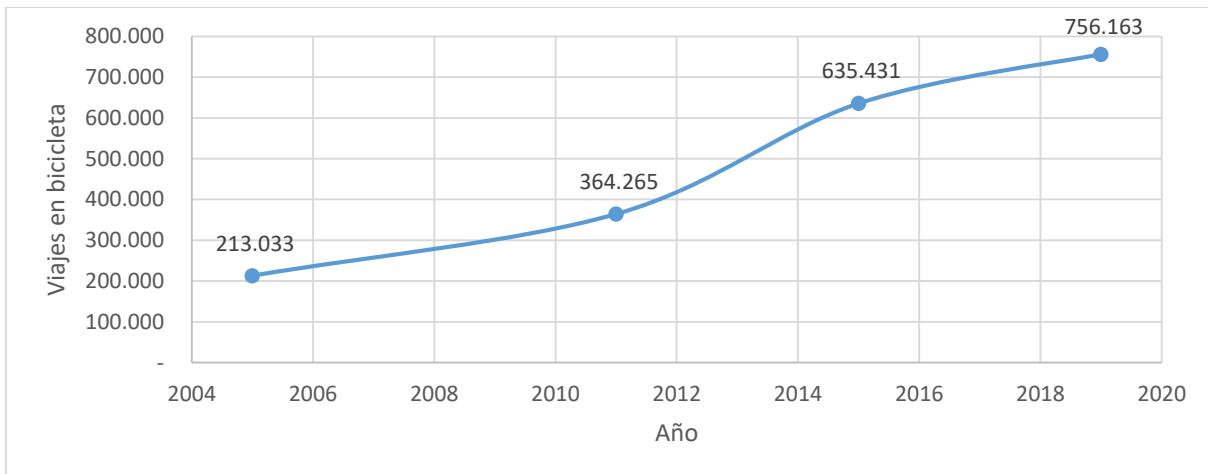
promoción de la bicicleta, que permita bajos costos de estacionamiento al ciclista, seguridad de la bicicleta y accesibilidad a los lugares de destino, un cicloparqueadero sin costo (adicional al de la tarifa del sistema) y con seguridad como los del TransMilenio de la ciudad en muchos casos no presentan altas ocupaciones debido a una posible equivocación en la ubicación general del mismo.

### 3.4. Proyección de los viajes en bicicleta

Bajo el desarrollo de un modelo econométrico, se busca proyectar el crecimiento de los viajes en bicicleta para la ciudad. Es importante notar que para la definición final de las variables y el modelo, se seleccionó el modelo que se ajusta más a la realidad, teniendo finalmente en cuenta las siguientes variables y sus series históricas:

- Población urbana residente en la ciudad
- Kilómetros de ciclorrutas construidas
- Velocidad de desplazamiento promedio ponderada
- Proporción de viajes en bicicleta respecto a motorizados particulares (autos y motos)

**Figura 25: Diagnostico de la oferta en Bogotá, 2017**



Fuente: Elaboración propia a partir de información secundaria Cal y Mayor y Asociados, 2017

La generación de infraestructura nueva para el estacionamiento de bicicletas para la red que se debe proponer en el proyecto, deberá tener en cuenta no solo la demanda proyectada, sino la oferta en la zona que realmente sea segura y accesible a los destinos del ciclista y sus motivos de viaje, que principalmente son trabajo y estudio.

### 3.5. Modelos de operación y recomendaciones para la ciudad

La definición de una red de cicloparqueaderos se establece bajo las necesidades del ciclista y el motivo de viaje, definiendo entonces 3 modelos de operación:

- Intermodalidad cuando el ciclista requiere dejar la bicicleta para continuar su viaje en otro modo.
- Uso ocasional cuando el ciclista realiza un viaje de corta duración y poco habitual como realizar una compra.
- Uso frecuente cuando el ciclista realiza un viaje cotidiano, especialmente por trabajo y estudio donde su duración puede ser por varias horas.

A continuación se presenta el diagrama asociado al modelo de operación:

**Figura 26: Diagrama de modelos de operación**



Fuente: Elaboración propia Cal y Mayor y Asociados, 2017

Es importante que en la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial POT se tengan en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los cicloparqueaderos que se necesitan son de tamaño pequeño, distribuidos en todas las zonas y no únicamente sobre los corredores de movilidad.
- Habilitar cicloparqueaderos en zonas de antejardín.
- Habilitar mecanismos para que el sector privado y las zonas residenciales pueda usar el espacio público para instalar cicloparqueaderos.
- La priorización establecida por la ciudad para la implementación de cicloparqueaderos en todas las estaciones de TransMilenio TM, debe contemplar otro tipo de cicloparqueaderos ya que hoy en día la necesidad del ciclista urbano no es solo de intercambio modal. Vale la pena evaluar que su uso esté habilitado sin tener que pagar el pasaje del sistema TM, es decir una operación similar a la de los Puntos de Encuentro.

Adicionalmente, se hace necesario:

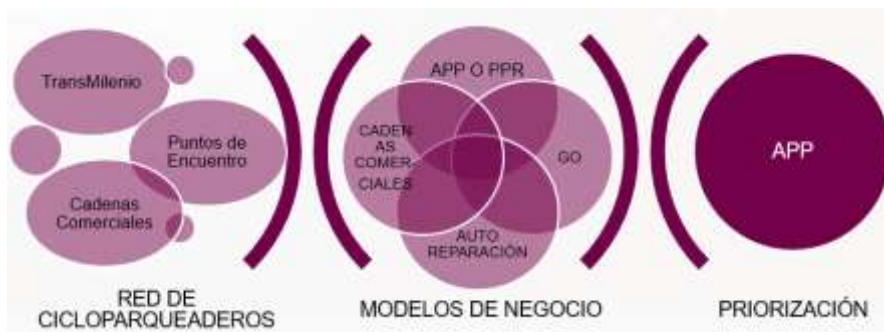
- Reglamentar los cupos para bicicletas en estacionamientos multinivel.

- Regular que los cupos se definan en función de los metros cuadrados desarrollados y no en función de los cupos de vehículos habilitados, el desarrollo de la ciudad debe promover formas sostenibles de transporte.
- Definir las especificaciones técnicas para los cupos.

### 3.6. Plan de priorización e implementación para la ciudad

La priorización e implementación de los cicloparqueaderos se encuentra asociada a dos componentes, uno técnico y uno financiero. En el componente técnico se brinda la infraestructura apropiada para mejorar la cobertura y brindar el mayor número de cupos posibles, sin embargo, es necesario en la priorización determinar dos etapas: la primera de corto plazo e implementación más rápida y la segunda a mediano y largo plazo donde la ciudad reevalúa y desarrolla la infraestructura de acuerdo a las necesidades manifiestas de la ciudad.

**Figura 27: Diagrama para establecer un plan de priorización**



Fuente: Elaboración propia Cal y Mayor y Asociados, 2017

### 3.7. Modelo de estación de cicloparqueadero propuesto para el estacionamiento de uso frecuente

En el presente numeral se incluye un diseño conceptual de cicloparqueaderos con el cual se busca brindar un mobiliario y lineamientos que sean más confortables y seguros, pero que a su vez tengan un diseño atractivo, característico de la ciudad y de menor presupuesto de inversión. Es importante resaltar que una propuesta de diseño conceptual debe ser evaluada por la ciudad, para ser incorporada en el mobiliario y generar un diseño a nivel de detalle.



El diseño conceptual del cicloparqueadero presenta en su estructura básica cuatro módulos para la conformación del mismo, los cuales son: el módulo de acceso, el intermedio de servicios (en este se ubica el baño y el espacio del operador), el intermedio (la cantidad de estos define la capacidad de cupos del cicloparqueadero) y el módulo de cierre.

**Figura 28: Módulos de estación propuesta**

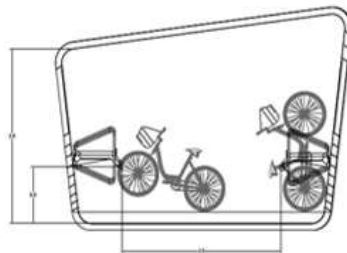


Fuente: Colaboración de Diseño Neko Global S.A. de C.V., 2017

Es importante precisar que los modelos de soporte son diversos y son solo algunas tipologías, la elección en el fondo debe garantizar que las bicicletas queden estacionadas de manera ordenada sin ser acumuladas y generar daños en los mecanismos o averiarlas. Sin embargo, es importante lograr y mejorar condiciones de confort y seguridad para el ciclista y la bicicleta.

Desde ese punto de vista, el gancho es claramente el que menos proporciona confort y seguridad, sin embargo, presenta beneficios en su instalación, economía y mantenimiento. Por el contrario, los soportes verticales asistidos o de doble piso proporcionan confort al ciclista para ubicar la bicicleta y presentan puntos de anclaje de la bicicleta que brindan seguridad a la misma, pero que están asociados a mantenimiento y mayores costos de inversión iniciales.

**Figura 29: Detalle interior del módulo de estación propuesto**



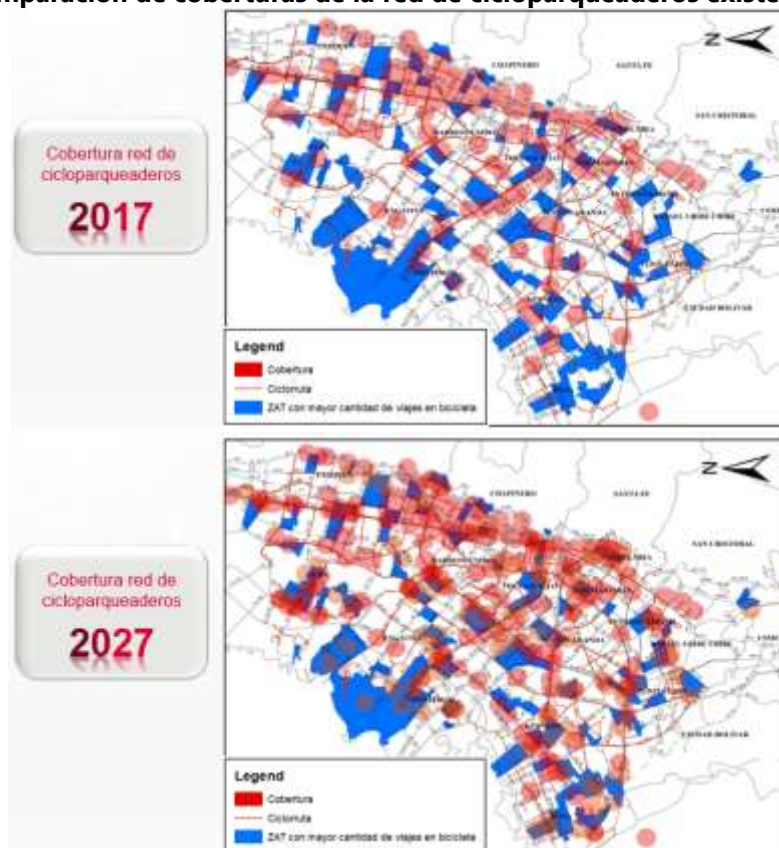
Fuente: Colaboración de Diseño Neko Global S.A. de C.V., 2017

### 3.8. Red propuesta para la ciudad

Como desarrollo del análisis técnico y la metodología propuesta donde se evaluaron las condiciones del ciclista y las necesidades de este, exponiendo como se mencionó previamente que la oferta existente en la ciudad no es la apropiada principalmente por la ubicación y los cobros tarifarios al ciclista urbano, se desarrolla una red de cicloparqueaderos para los tres modelos de operación.

A continuación, se presenta la oferta existente 2017 y la propuesta para la ciudad en el 2027, que busca satisfacer las ZAT donde se presentan mayor número de viajes como destino en la ciudad y donde se expuso la falta de cobertura.

**Figura 30: Comparación de coberturas de la red de cicloparqueaderos existente y propuesta**



Fuente: Elaboración propia Cal y Mayor y Asociados, 2017

Como se evidencia la red propuesta busca densificar aquellas zonas donde la demanda lo requiere y actualmente la oferta no logra suplir la necesidad de los ciclistas. Resultado de las priorizaciones y la matriz multicriterio, se propone el desarrollo de la red (teniendo en cuenta el desarrollo de los proyectos de infraestructura en la ciudad) en dos etapas aumentando el número de cupos en más de 13 mil.



## MOVILIDAD, EQUIDAD E INCLUSIÓN

# **¿PATRON DE GENERO? UN ANALISIS COMPARADO DE LA MOVILIDAD COTIDIANA EN CIUDADES ARGENTINAS.**

**Andrea Gutiérrez**

CoNICET-UBA/ IIGEO-Programa Transporte y Territorio, Buenos Aires, Argentina.  
angut2@gmail.com

**Leda Pereyra**

UBA/IIGEO-Programa Transporte y Territorio, Buenos Aires, Argentina.  
ledapereyra@hotmail.com

## **RESUMEN**

Argentina no tiene una larga tradición en la realización de encuestas de movilidad domiciliaria. Sin embargo, entre 2008 y 2013 se efectuaron de manera oficial en 10 ciudades capitales del país, generándose bases de datos estadísticos sobre transporte y movilidad de acceso público que, llamativamente, aún permanecen subutilizadas tanto por los estudios técnicos como académicos. En este marco, el trabajo realiza un análisis comparado y con enfoque de género de las encuestas disponibles con el objetivo de generar evidencia a escala nacional sobre la movilidad cotidiana de las mujeres, y por su intermedio, hacer posible el cotejo de las generalidades y las singularidades que identifican un patrón de género en la ciudad de la globalización, a pesar de los cambios sociales, culturales y tecnológicos de la época.

## **1. MOVILIDAD Y GENERO: RASTREANDO EL DEVENIR DE LA CUESTION**

Cómo son los desplazamientos cotidianos de las mujeres en las ciudades, cómo son sus experiencias de viaje y de uso del espacio público, son preguntas presentes en el panorama actual de los estudios urbanos y de la agenda de políticas, un panorama que busca visibilizar roles de género a través de la accesibilidad y del acceso a las oportunidades para concretar los derechos ciudadanos de mujeres y varones.

La pregunta sobre la movilidad cotidiana de las mujeres no es novedosa a nivel internacional, pero en los últimos años fue recuperada y enriquecida de manera interdisciplinar, vitalizándose la integración del enfoque de género en el estudio de patrones de movilidad (Jirón et al, 2017). Aún no hay consenso sobre la constitución de un campo de investigación específico, uniforme o claramente delimitado (Breengaard et al, 2007; Hanson, 2010) pero ha tomado más relevancia a nivel global, y también en América Latina. Aunque son pocos los trabajos latinoamericanos en fase de diagnóstico, es visible un nivel exploratorio con profundidad en la

indagación, así como la incipiente emergencia de la movilidad de las mujeres como una cuestión en la agenda de las políticas públicas de la región (Jirón, 2017; Gutiérrez, 2015; Banco Mundial, 2014, entre otros).

Esta recuperación actual del interés sobre la movilidad cotidiana de las mujeres habilita a repensar los vínculos que unen conceptualmente a la movilidad cotidiana y el género. Dicha vinculación comenzó a estudiarse en los años 60 y 70 del siglo XX, e inicialmente en los países del norte global, recuperando en parte la crítica feminista a la neutralidad de los estudios de transporte respecto a las implicancias de género en la movilidad de mujeres y varones (Breengaard et al, 2007). Hanson (2010) clasifica dos líneas principales de trabajo: la que aborda cómo el movimiento cotidiano influye sobre el género, y la que aborda cómo el género imprime forma a la movilidad. La primera hace foco en género, y enfatiza dimensiones como el poder, la agencia, la identidad, la subjetividad, dando relativamente menor atención a la movilidad. La segunda hace foco en la movilidad, ocupándose de describirla y medirla con atención mediante dimensiones como las distancias y tiempos de viaje, los modos de transporte utilizados, los motivos del desplazamiento y los viajes multipropósito.

La vinculación entre movilidad cotidiana y género tiene eco en la planificación del transporte de la época, en coincidencia con la importancia dada conceptualmente por los estudios urbanos a la producción y reproducción del espacio (Lefebvre, 1974) y la estructura urbana (Castells, 1974). Se reconoce la "interacción con" y la "importancia de" la estructura social como condicionante histórico de los procesos que dan forma a las ciudades. Estos estudios pioneros aportaron evidencia sobre necesidades y usos diferenciados de varones y mujeres (Rosenbloom, 1978; Giuliano, 1979 en Breengaard et al, 2007), enfocando en la dinámica económica y en la movilidad por motivos laborales, diferenciando el trabajo en ocupaciones remuneradas (producción) y aquel dedicado a las tareas de reproducción de la unidad familiar. La movilidad laboral de las mujeres se pensaba desde su potencial emancipador, capaz de erosionar los roles de género tradicionales (Hanson, 1980), y era analizado en función del contexto familiar y en particular del estado civil (solteras, casadas), identificando las relaciones sociales dadas en el hogar y en el lugar de trabajo como mecanismos clave en la posición subordinada de las mujeres.

El énfasis dado a la dimensión económica como predominante (o determinante) de la subordinación de las mujeres, fue progresivamente puesto en cuestión desde distintas perspectivas, entre ellas, desde la Geografía del Género (Karsten et al, 1992). Pero recién hacia principios del siglo XXI se hace visible esta mencionada

recuperación del interés por estudiar la vinculación entre movilidad y género, con una incipiente pero progresiva exploración sobre la participación de otros factores - sociodemográficos, socioculturales, urbanísticos, espacio - temporales, entre otros- en la comprensión de la movilidad de las mujeres (Law, 1999; Díaz Muñoz, 2002).

### **1.1 Las mujeres como trabajadoras, dentro y fuera del hogar**

El rol de la mujer como trabajadora y su inserción en el mercado laboral fue y sigue siendo un eje atenta y mundialmente estudiado en cuanto al género. Según Joan Scott (1993) la inserción de la mujer en el mercado laboral no es un producto específico de la revolución industrial, pero sí es a partir de entonces que se problematiza su participación en el empleo asalariado. La autora remarca cómo el proceso discursivo iniciado en el siglo XIX aporta y da forma a la división sexual del trabajo a partir de la legitimización de las diferencias biológicas y funcionales entre varones y mujeres. Con la institucionalización de la *ideología de la domesticidad*, la división sexual del trabajo se constituyó en un eje organizador de la sociedad, contraponiendo de manera enfática la producción en el ámbito público asociada a los varones, y la reproducción en el ámbito doméstico asociada a las mujeres.

Es desde el feminismo que comienza a cuestionarse la artificialidad de esta división de roles entre mujeres y varones, visibilizando cómo aquellas tareas asociadas al cuidado, bienestar y supervivencia de los miembros del hogar también son un trabajo (y un derecho) (Pautassi, 2017), reconocido como la base del propio trabajo "productivo" (remunerado) aun cuando no genera ingresos económicos.

D'Alessandro (2017) sostiene que el arreglo económico al interior de las familias - que identifica a las mujeres con *el hogar, el cuidado y lo privado*- operó sin mayores cuestionamientos hasta mediados del siglo XX, momento a partir del cual las mujeres aceleraron su participación en el mundo "productivo". En un trabajo de 1980, Ruth Sautu analiza la situación en tres países de América Latina -Argentina, Paraguay, Bolivia- y verifica la participación incremental de las mujeres en mercado laboral hacia fines de la II Guerra Mundial y durante los años 50 y 60 del siglo XX. Asumiendo esta situación como emancipadora, la autora indaga en los factores que influyen en la búsqueda activa de las mujeres por incorporarse al mercado laboral, y destaca especialmente al nivel educativo.

La situación actual en Argentina revela observaciones interesantes sobre la inserción laboral, la calificación educativa, y la emancipación de los roles de género. Según la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) del Instituto Nacional de Estadísticas y

Censos (INDEC) realizada en 31 aglomerados urbanos, la tasa de actividad<sup>27</sup> de la población en 2017 fue del 57%. Es decir que 6 de cada 10 personas mayores de 14 años (mujeres y varones) está inserta actualmente en el mercado de trabajo o busca activamente empleo. Mientras que la tasa de actividad entre los varones es del 70%, entre las mujeres alcanza el 46%. No obstante, la participación las mujeres argentinas en el mercado de trabajo se incrementó alrededor de 10 puntos en los últimos 25 años, manteniéndose relativamente estable entre los varones: en 1990 las tasas de actividad eran del 36,8% y 72,6% para mujeres y varones, respectivamente.

La creciente pero menor tasa de actividad de las mujeres tiene correlato en la tasa de empleo<sup>28</sup> para el total de los 31 aglomerados urbanos: alcanza el 41% entre las mujeres, mientras es del 64% entre los varones. En contraste, la tasa de desempleo es mayor entre las mujeres que entre los varones (10,2% y 8,5% respectivamente) (Tabla 1). Se observa que en los aglomerados urbanos de menor tamaño (hasta 500.000 habitantes) la tasa de actividad de las mujeres es del 40%, mientras que en los de más de 500.000 habitantes asciende hasta un 47,6%.

Se evidencia así que las mujeres mayores de 14 años buscan insertarse en el mercado de trabajo en menor proporción que los varones. Y que cuando lo hacen, experimentan mayores niveles de desocupación. Resulta asimismo saliente que sean más proclives a buscar unirse al mercado de trabajo en las ciudades más grandes.

Las mujeres participan en el mercado de trabajo principalmente en actividades vinculadas con los servicios, concentrándose allí el 73% de las asalariadas. Entre los servicios se incluyen ocupaciones vinculadas con la docencia, la salud y el servicio doméstico, expresando la vigencia de la división sexual del trabajo (Vozzi et al, 2017). A la par, la escasa presencia de mujeres en cargos y puestos jerárquicos -incluso a igual o mejor formación profesional que los varones- contrasta con el hecho de que son mujeres el 54% de la población argentina mayor de 20 años que finalizó el nivel universitario (INDEC, 2010). Esto constata la vigencia del "techo de cristal" que experimentan las asalariadas, que asimismo se refuerza con una mayor precariedad en la relación laboral entre las mujeres.

La situación descrita con respecto a la participación en el mercado de trabajo tiene, además, correlato con una desigual distribución de las tareas domésticas y de

---

<sup>27</sup> Tasa de actividad: calculada como porcentaje entre la población económicamente activa y la población total de referencia (de 14 años y más). [http://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/indicadores\\_eph\\_1trim17.pdf](http://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/indicadores_eph_1trim17.pdf)

<sup>28</sup> Tasa de empleo: calculada como porcentaje entre la población ocupada y la población total de referencia (de 14 años y más). [http://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/indicadores\\_eph\\_1trim17.pdf](http://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/indicadores_eph_1trim17.pdf)

cuidado no remuneradas. La última Encuesta sobre Trabajo No Remunerado y Uso del Tiempo realizada en 2013 por el INDEC muestra que, con independencia de la edad, el 89% las mujeres argentinas mayores de 18 años participan en los quehaceres domésticos<sup>29</sup> y las actividades de cuidado de niños, enfermos o adultos mayores miembros del hogar. Entre los varones, esta participación alcanza a 5 de cada 10. La mayor participación de las mujeres se da en los quehaceres domésticos (86,7%), el cuidado de personas (31,3%) y el apoyo escolar (19,3%). En términos del tiempo promedio diario dedicado a estas tareas, entre las mujeres es el doble que entre los varones (6,4 versus 3,4 horas, respectivamente). La dedicación horaria máxima entre las mujeres se alcanza entre los 30 y 59 años, momento clave de la vida adulta para el desarrollo del proyecto personal.

Los datos nacionales evidencian que existe una cuestión de género en Argentina, y que se mantiene como tal en el presente, no obstante los cambios culturales del contexto epocal, que marcan diferencias.

Entendiendo a la movilidad cotidiana como una práctica social de desplazamiento en el territorio que habilita la satisfacción de necesidades de conexión y de acceso a actividades, personas y lugares (Gutiérrez, 2012), el trabajo propone indagar en la movilidad cotidiana de las mujeres argentinas haciendo un análisis comparado y con enfoque de género sobre 10 aglomerados urbanos.

## **2. LAS ENCUESTAS DE MOVILIDAD DOMICILIARIA EN ARGENTINA**

Entre 2008 y 2013 la Unidad Ejecutora del Proyecto de Transporte Urbano para Áreas Metropolitanas de Argentina (PTUMA) -bajo la órbita del actual Ministerio de Transporte- llevó adelante 10 Encuestas de Movilidad Domiciliaria en aglomerados urbanos (EMD), llamadas también Encuestas de origen y destino (Tabla 2).

**Tabla 2. Las Encuestas de Movilidad Domiciliaria (EMD) en Argentina.**

---

<sup>29</sup> Incluye las tareas de limpieza de la casa, aseo y arreglo de ropa; preparación y cocción de alimentos, compras para el hogar; reparación y mantenimiento de bienes de uso doméstico.



Aglomerado urbano	Año de realización	Población estudiada	Viajes diarios	
			Mujeres	Varones
Rosario	2008	1.305.380	961.975	922.547
Córdoba	2009	1.581.113	1.369.186	1.335.852
Mendoza	2010	900.290	791.109	739.322
Posadas	2010	334.059	290.261	277.359
Tucumán	2011	1.069.656	679.783	760.262
Salta	2012	599.011	601.906	535.512
Neuquén-Cipolletti	2012	447.575	301.578	328.384
Buenos Aires	2009-2010	12.985.885	10.268.833	9.499.150
Santa Fe-Paraná	2012-2013	800.304	1.143.347	1.078.089
Corrientes-Resistencia	2012-2013	678.182	445.355	469.681

Fuente: Elaboración propia en base a UEC Movilidad, Ministerio de Transporte

Las EMD se realizaron en ciudades capitales (principales aglomerados provinciales), considerando sus áreas conurbadas. En Santa Fe - Paraná y Corrientes - Resistencia, cuyas áreas conurbadas pertenecen a diferentes provincias, los relevamientos se hicieron de manera unificada, considerando la posibilidad de flujos diarios interjurisdiccionales. El mismo criterio aplicó a Neuquén - Cipolletti, aunque sólo Neuquén es capital provincial (no Cipolletti).

Se relevó de manera modular información acerca de hogares y viviendas, personas, viajes y etapas<sup>30</sup>. La metodología utilizada fue similar en los 10 aglomerados, habilitando la generación de información comparable, aunque se identifican ciertas limitaciones vinculadas con el diseño de las muestras, la definición de los conceptos clave y los instrumentos de recolección (formularios).

No obstante, todas las bases de datos publicadas cuentan con la variable "sexo" que permite distinguir mujeres y varones, de manera dicotómica: ningún formulario previó una categoría para aquellas personas que no se reconocieran ni como varón ni como mujer. Y también incluyen información sobre la condición de actividad de las personas, aunque con diferencias. En las encuestas realizadas a partir de 2012 se indagó sobre "la actividad que realizó durante la mayor parte del tiempo la semana pasada", en las anteriores solo por la ocupación o la ocupación principal sin período de referencia. Hay asimismo variaciones en las categorías de respuesta: 2 de los 10 formularios no incluyeron la categoría "ama de casa", por ejemplo.

Aunque las EMD relevan datos según sexos, este trabajo considera posible recuperar información valiosa para analizar patrones de género a través de la movilidad cotidiana. El género, como se vio, es una construcción social. Las formas en la que mujeres varones han sido y son socializados y cómo se relacionan entre sí, genera

<sup>30</sup> Se define como etapa de viaje a cada cambio de modo de transporte (o línea de colectivo) a lo largo de un viaje. En general se consideraron etapas a los viajes a pie, cuando eran de más de 400 metros.

posiciones distintas (y desiguales) a nivel de la estructura social que transforma las diferencias de "sexo" (varón/mujer) en categorías sociales: femenino/masculino. También se vio que la ocupación fue y sigue siendo un eje central de indagación.

El trabajo adopta estos ejes para analizar comparativamente las bases de datos de las EMD con enfoque de género. Apuntando a evidenciar roles socialmente contruidos, selecciona las variables sexo (varones, mujeres) y ocupación (trabaja, amas de casa), y diferencia la situación de roles observando la movilidad/inmovilidad mediante la variable realización de viajes (o no) el día anterior a la encuesta, el tipo de actividades mediante la variable motivo de viaje, y la flexibilidad y autonomía de movimiento mediante la variable modo de transporte.

### 3. ANALISIS COMPARADO DE LAS CIUDADES ARGENTINAS: ¿PATRON DE GENERO EN LA MOVILIDAD COTIDIANA?

Una primera observación saliente que arroja la comparación nacional es que en todos los aglomerados encuestados más de la mitad de quienes no realizaron viajes el día anterior a la encuesta, son mujeres (Tabla 3). Este dato contrasta con la composición poblacional de Argentina según el último censo (2010) (51% de mujeres y 49% de varones), reflejada también por las EMD. En 3 de los 4 aglomerados en los que más de la mitad de los viajes son de varones (AMBA, Corrientes-Resistencia y Tucumán), la proporción de mujeres que no viajaron es de las más elevadas (Tabla 3). Esto indica una movilidad menor entre las mujeres argentinas, al menos en estos términos: son más proclives a no viajar; y si viajan, hacen menos cantidad de viajes que los varones.

Posadas (ciudad del noreste del país) aparece como un caso especial: 6 de cada 10 personas que no realizaron viajes, son mujeres. Y de los viajes efectivos, aquellos realizados por mujeres representan más de la mitad. Es decir, la proporción de mujeres que no viajan es alta, pero aquellas que lo hicieron generaron un volumen de viajes superior al de los varones.

**Tabla 3. Personas que no viajaron y viajes realizados, según sexo (en %)**  
Aglomerado urbano

	Sexo	Buenos Aires	Córdoba	Corrientes-Resistencia	Mendoza	Neuquén-Cipolletti	Posadas	Rosario	Salta	Santa Fe-Paraná	Tucumán
Personas que no realizaron viajes el día anterior	Mujer	56,2	56,1	57,4	53,9	54,7	60,2	54,8	52,7	54,8	58
	Varón	43,8	43,9	42,6	46,1	45,3	39,8	45,2	47,3	45,2	42
Viajes realizados	Mujer	48,1	50,6	48,7	51,7	47,9	51,1	51	52,9	51,5	47,2
	Varón	51,9	49,4	51,3	48,3	52,1	48,9	49	47,1	48,5	52,8

Fuente: Elaboración propia en base a UEC Movilidad, Ministerio de Transporte

Al observar la distribución de las etapas de viaje según el medio de transporte usado, emerge que la movilidad cotidiana de las mujeres se asocia con los viajes a pie en mayor proporción que entre los hombres: realizan alrededor del 60% de las etapas de viaje hechas caminando en todos y cada uno de los 10 aglomerados (Tabla 4).

La movilidad cotidiana de las mujeres argentinas se asocia también con los viajes en autotransporte público<sup>31</sup> (denominado comúnmente “colectivo”). En todos los aglomerados las mujeres representan entre el 55% y el 65% del total de usuarios.

**Tabla 4. Participación de las mujeres en el total de etapas del medio de transporte (en %)**

Aglomerado urbano	Buenos Aires	Córdoba	Corrientes-Resistencia	Mendoza	Neuquén-Cipolletti	Posadas	Rosario	Salta	Santa Fe-Paraná	Tucumán
Autoconductor	24	26	26	31	30	20	26	31	26	22
Autoacompañante	59	58	69	60	57	69	58	62	66	59
Taxi	63	71	66		80	60	74	55	73	
Remis	65	79	65	73	82	69	57	74	73	64
Colectivo	56	56	61	59	65	58	61	58	63	58
Moto/Ciclomotor	14	30	35	24	20	23	24	26	34	23
Bicicleta	34	36	25	19	31	13	42	33	42	19
A pie	61	62	59	58	61	58	61	60	59	57

Fuente: Elaboración propia en base a UEC Movilidad, Ministerio de Transporte

Se evidencia asimismo que en todos los aglomerados representan más del 60% de quienes usan taxis o remises (automóviles de alquiler conducidos por un chofer) y de quienes viajan como acompañantes en autos particulares. En Posadas llegan al 69% frente al 31% de los varones que viajan en auto como acompañantes.

Y en contraste, en los 10 aglomerados las mujeres utilizan en menor proporción que los varones al automóvil particular como conductoras, la motocicleta y la bicicleta. Las mujeres argentinas representan entre el 20% y el 30% de los viajes hechos por quienes conducen automóviles; entre el 14% (AMBA) y el 34% (Santa Fe-Paraná) de aquellos hechos por quienes conducen motocicletas; y entre el 13% (Posadas) y el 42% (Santa Fe-Paraná) de aquellos hechos por quienes conducen bicicletas.

El uso de la caminata y del autotransporte público así como el viajar como acompañantes en automóviles, converge en un perfil de movilidad con menor flexibilidad y/o autonomía, ya sea por razones de cobertura física, horaria o de dependencias, sea de la disponibilidad del vehículo o de quien lo conduce, de los esquemas y calidades de la prestación de los servicios de transporte, o mismo del

<sup>31</sup> Es el único modo de transporte masivo disponible en todos los aglomerados encuestados. Solo el AMBA dispone de subterráneos y de una red de ferrocarriles de superficie de magnitud.

espacio público, su infraestructura y condiciones de seguridad, etc., que en conjunto operan como restricciones o condicionantes a la movilidad.

El hecho de que entre el 55% y el 80% de quienes usan taxis, sean mujeres; y que en la mitad de los aglomerados encuestados sean más del 70% de quienes usan remises, puede interpretarse como una forma de compensar el acceso eventual a las ventajas de movilidad que brinda el transporte motorizado particular, cubriendo necesidades y resolviendo situaciones con impacto en sus decisiones y estrategias de movilidad: evitar la espera del transporte público en horarios nocturnos o ante la percepción de inseguridad en el espacio público (Allen et al, 2017, Pereyra et al, 2018).

También emerge un patrón de género al observar la distribución de los viajes según motivo. Alrededor de un 40% (o menos) del total de viajes realizados por trabajo (varones y mujeres) en todos y cada uno de los aglomerados encuestados, corresponde a mujeres. Aquellos por estudio se distribuyen en partes iguales entre varones y mujeres (alrededor del 50% o poco más). Y los viajes con motivos vinculados al cuidado (compras, salud, dejar y/o recoger o acompañar a miembro del hogar a centro educativo o a otro lugar) son realizados en más de un 60% por mujeres, en los todos los aglomerados comparados (Tabla 5).

**Tabla 5. Participación de las mujeres en el total de viajes por cada motivo (en %)**

Aglomerado Urbano	Buenos Aires	Córdoba	Corrientes-Resistencia	Mendoza	Neuquén-Cipolletti	Posadas	Rosario	Salta	Santa Fe-Paraná	Tucumán
Trabajo	38	38	38	38	36	39	39	40	36	34
Estudio	52	51	53	52	52	52	52	53	50	51
Dejar el hogar a un miembro del hogar a un centro educativo	78	69	77	79	63	74	70	69	67	67
Salud	69	68	66	73	69	70	70	71	70	70
Compras	68	70	62	67	57	62	66	75	63	62

Fuente: Elaboración propia en base a UEC Movilidad, Ministerio de Transporte

Entre un 60% y un 70% de los viajes por compras son realizados por mujeres. En Salta esta participación alcanza el 75%. Alrededor del 70% de los viajes por motivos de salud, son viajes de mujeres en todos los aglomerados argentinos. Y 6 de cada 10 viajes realizados para dejar y/o recoger o acompañar a un miembro del hogar a un centro educativo u otro lugar, son realizados por mujeres. Corrientes-Resistencia, AMBA y Mendoza alcanzan máximos de hasta el 77%, 78% y 79%, respectivamente.

### 3.1 La movilidad de las mujeres según su condición de actividad.

El análisis de los 8 aglomerados que permiten discriminar la condición de actividad de las mujeres según su auto definición como amas de casa o como trabajadoras, muestra que más del 70% de las mujeres cuya ocupación principal es trabajar, realizó viajes el día anterior a la encuesta; mientras que más del 40% de las amas de casa no lo hizo, en 7 de los 8 aglomerados (Tabla 6). En 5 aglomerados este porcentaje fue mayor al 55%. Esta primera observación sugiere que las mujeres dedicadas principalmente al trabajo doméstico no remunerado mantienen una cotidianidad en el hogar o en entornos de proximidad restringidos (menores a 400 metros) -no considerados como viajes por las encuestas- y recorridos fundamentalmente a pie.

**Tabla 6. Movilidad cotidiana de las mujeres según su ocupación principal (en %)**

Aglomerado urbano	Trabajan		Amas de casa	
	Realizaron viajes el día anterior	No realizaron viajes el día anterior	Realizaron viajes el día anterior	No realizaron viajes el día anterior
Buenos Aires	80	20	53	47
Corrientes-Resistencia	84	16	27	73
Neuquén-Cipolletti	78	23	44	57
Posadas	82	18	45	55
Rosario	72	28	43	57
Salta	90	10	57	43
Santa Fe-Paraná	91	9	73	27
Tucumán	71	29	34	66

Fuente: Elaboración propia en base a UEC Movilidad, Ministerio de Transporte

La Tabla 7 muestra que los desplazamientos por trabajo representan entre el 45% y el 80% del total de viajes de las mujeres que lo indican como ocupación principal (en 6 de los 8 aglomerados encuestados rondan el 60% del total). Entre las mujeres que se auto definen como amas de casa, en cambio, los viajes asociados al cuidado (salud, compras, dejar, recoger o acompañar a miembro del hogar a centro educativo u otro lugar) son los que representan el mayor porcentaje (entre el 60 % y el 75%).

**Tabla 7. Motivos de viaje según ocupación principal: mujeres y varones que trabajan y mujeres amas de casa (en %).**

Aglomerado urbano	Ocupación principal														
	Trabajan								Amas de casa						
	Motivo de viaje				Motivo de viaje				Motivo de viaje						
	trabajo		estudio		cuidado		otros		trabajo		estudio		cuidado		otros
mujer	varón	mujer	varón	mujer	varón	mujer	varón	mujer	varón	mujer	varón	mujer	varón	mujer	varón
Buenos Aires	61,5	75	4,1	2,8	11,9	22	10,3	12,4	1,6	2,2	70,4	25,7			
Corrientes-Resistencia	80,9	86	2,3	1,9	8,5	13,6	3,7	3,2	2,3	2,4	80,2	15,1			
Neuquén-Cipolletti	69,5	74	3,7	1,4	15,2	15,2	9,4	11,7	1,4	2,8	67,7	28,1			
Posadas	65	73,3	1,7	1,5	14,8	19,7	10,4	13,6	3,3	1,2	63,2	32,4			
Rosario	58	69,4	4,7	8,5	5,5	20,6	16,6	16,7	1,3	1	59,5	38,3			
Salta	62,5	74	3,3	1,6	13,5	23	10,8	11,3	1,3	3	75	20,7			
Santa Fe-Paraná	44,6	57,2	2,1	1	25,4	35,3	16,5	18	1,7	1,5	72,8	24			
Tucumán	58,6	75,8	17,3	2,9	13,7	13,8	7,6	10,3	2	1,9	72,2	23,9			

Nota: Datos disponibles para Mendoza y Córdoba no permiten diferenciar estas categorías ocupacionales.

Fuente: Elaboración propia en base a UEC Movilidad, Ministerio de Transporte

Cabe destacar, sin embargo, que las mujeres que se auto definen como *trabajadoras* realizan más viajes por cuidado que los varones que declaran la misma ocupación principal (trabajo). Sólo en el caso de Neuquén-Cipolletti los viajes por cuidado tienen igual proporción en varones y en mujeres: 15,2% (Tabla 7). Los viajes por cuidado predominan entre las mujeres que trabajan, por sobre los demás motivos no laborales que componen su movilidad cotidiana. Representan entre el 13% y el 35% del total. Mientras los viajes por otros motivos rondan algo más del 10% del total en 5 de los 8 aglomerados urbanos. Es notable entre las *amas de casa* el crecimiento de los otros motivos distintos al trabajo, estudio y cuidado. Entre 2 y 3 de cada 10 viajes son por actividades que las encuestas registran como sociales, familiares, trámites, compras y recreación, indicando una movilidad más diversa en lugares y horarios.

La movilidad de las mujeres argentinas evidencia así la atención de una diversidad de necesidades del cotidiano, independientemente de su ocupación principal, y que engloban actividades distintas a las laborales o al estudio.

#### **4. A MODO DE CONCLUSION**

La evidencia analizada de manera comparada para 10 aglomerados urbanos de Argentina confirma la vigencia de una regularidad no sólo histórica sino también global: que la movilidad cotidiana de las mujeres es diferente a la de los varones, debido a sus actividades y roles de género en la estructura social. La movilidad de las argentinas muestra que sostienen una canasta diversa de actividades, asociadas a los roles domésticos y denominados reproductivos, aun trabajando fuera del hogar, en proporciones mayores que los varones. Y que viajan usando transportes que ofrecen menor cobertura, flexibilidad y autonomía de movimiento, como la caminata y el transporte público, lo cual converge en señalar la vigencia de una movilidad fuertemente condicionada temporalmente (Sabaté, 1984), que conlleva -entre otros- constreñimientos a una mayor proximidad física o a una menor frecuencia en la movilidad, como se evidencia entre las amas de casa. Este desigual acceso a la ciudad según género se refuerza en contextos territoriales monofuncionales (sean barrios precarios o residenciales de la expansión difusa) o periféricos a las redes troncales de transporte, ambos presentes en los aglomerados argentinos (Argentina Urbana, 2011). Su interacción con la percepción de

inseguridad en el espacio público (Figueroa et al, 2015) e incluso a bordo del transporte público (Allen et al, 2017), retroalimenta cargas extras a lo cotidiano (en tiempos, costos, esfuerzos de organización) que inciden en las decisiones de viaje, y aparejan diversas adaptaciones y modificaciones, usualmente invisibilizadas (Pereyra et al, 2018).

El aumento histórico de la inserción en el mercado de trabajo de las mujeres argentinas, con predominancia en el sector terciario (más ubicuo y precario) - tendencia en línea con la evidencia internacional (Hanson et al, 1980; Breengaard et al, 2007;)- no parece favorecer una ruptura con la convencional división sexual del trabajo. La distribución de los motivos de viajes corrobora la cuestionada pero vigente identificación de roles "productivos" (realizados por varones) y "reproductivos" (realizados por mujeres). Estos roles socialmente construidos -dichos como "artificiales"- muestran sin embargo estar profundamente arraigados según esta simple pero reveladora lectura a través de la movilidad cotidiana de las mujeres, con datos comparados de cobertura nacional. Aun dejando por fuera factores otros explicativos de relevancia (como los sociodemográficos, culturales, espacio - temporales o los urbanísticos), el análisis de la (no) realización de viajes, los modos de transporte utilizados, y en especial, de los motivos de viaje, deja ver con claridad un patrón de género en la movilidad cotidiana de los aglomerados argentinos.

En síntesis, el uso del transporte evidencia necesidades diferenciadas de movilidad de varones y mujeres, a la vez que expresa, contiene y reproduce formas desiguales de satisfacerlas. En conjunto impactan en la forma y el alcance con que las mujeres acceden a los bienes, servicios, relaciones sociales, familiares y laborales entre otras oportunidades que hacen a la inclusión y calidad de vida urbana en la globalización.

## **Bibliografía**

Allen, H.; Pereyra, L.; Sagaris, L.; Cárdenas, G. (2017). *Ella se mueve segura. She moves safely. A study on women's personal security and public transport in three latin american cities.* FIA Foundation Research Series, Paper 10. Recuperado de: <https://www.fiafoundation.org/media/461162/ella-se-mueve-segura-she-moves-safely.pdf>

Argentina - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas.*

Argentina - Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (2011). *Plan Estratégico Territorial Avance II: Argentina Urbana.*

Argentina - Ministerio de Transporte de la Nación. (2008-2013). *Encuestas de Movilidad Domiciliaria para Áreas Metropolitanas.*

Argentina - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). (2013). Encuesta sobre Trabajo No Remunerado y Uso del Tiempo.

Argentina - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). (2017). Encuesta Permanente de Hogares.

Banco Mundial (2014) Are women 'forced' to work closer to home due to other responsibilities? Does this contribute to gender wage differentials? Recuperado de: <https://blogs.worldbank.org/transport/are-women-forced-work-closer-home-due-other-responsibilities-does-contribute-gender-wage>

Breengaard, M.; Christensen, H.; Oldrup, H.; Poulsen, H.; Malthesen, T. (2007). TRANSGEN - Gender mainstreaming european transport research and policies: Building the knowledge base and mapping good practices. Copenhagen: University of Copenhagen.

Castells, M. (1974) La cuestión urbana. Siglo XXI Editores, Madrid.

D'Alessandro, M. (2017). Si hay futuro, es feminista. En: ¿El futuro es feminista?, Ediciones Le Monde Diplomatique, Serie La media distancia, Buenos Aires.

Díaz Muñoz, M.; Jiménez, F. (2007). Transportes y movilidad: ¿necesidades diferenciales según género? En: Terr@ Plural, Ponta Grossa, 1, jun.-jul, pp. 91-101.

Figuerola, C, y Waintrub, N. (2015). Movilidad femenina en Santiago de Chile: reproducción de inequidades en la metrópolis, el barrio y el espacio público. *Gestão Urbana*, 7(1), pp. 48-61.

Gutiérrez, A. (2012). ¿Qué es la movilidad? En: Revista Bitácora 21(2). Universidad Nacional de Colombia, pp. 61-74.

Gutiérrez, A. (2015). Movilidad cotidiana y metrópolis: desafíos de una dinámica contradictoria. En: M. Arroyo, M. y R. Cruz (coord.) *Território e Circulação. A dinâmica contraditória da globalização*. São Paulo: AnnaBlume.

Gutiérrez, A. (coord.) (2017) Manual sobre metodologías de estudio aplicables a la planificación y gestión del transporte y la movilidad: recomendaciones sobre el uso de herramientas cuali-cuantitativas de base territorial. Buenos Aires: EUDEBA. Recuperado de: <https://transporteterritorio.wixsite.com/pttuba>

Hanson, S.; Hanson, P. (1980). Gender and urban activity patterns in Uppsala, Sweden. En: *Geographical Review*, vol. 70, N°3, pp. 291-299.

Hanson, S. (2010) Gender and mobility: new approaches for informing sustainability. En: *Gender, Place & Culture: A Journal of Feminist Geography*, vol. 17, N°1, pp. 5-23.

Jirón, P.; Zunino, S. D (2017). Dossier Movilidad urbana y género: experiencias latinoamericanas. En: *Revista Transporte y Territorio*, 16, pp. 1-8. Recuperado de: [revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/rtt](http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/rtt)

Jirón, P. (2017). Planificación urbana y del transporte a partir de relaciones de interdependencia y movilidad del cuidado. En: Rico, M y Segovia, O. (eds.) *¿Quién cuida en la ciudad? Aportes para políticas urbanas de igualdad*, Libros de la CEPAL, N°150.

Karsten, L.; Meertens, D. (1992). La geografía del género: sobre visibilidad, identidad y relaciones de poder. En: *Documents d'analisi geogràfica*, 19-20, pp. 181-193.

Law, R. (1999). Beyond 'women and transport': towards new geographies of gender and daily mobility. En: *Progress in Human Geography* 23, N° 4, pp. 567-88.



- Lefebvre, H. (1974). La producción del espacio. En: Papers, N°3, pp. 219-229.
- Pautassi, L. (2017). Movilidades invisibles: recorridos escolares en la región metropolitana de Buenos Aires. En: Rico, M y Segovia, O. (eds.) ¿Quién cuida en la ciudad? Aportes para políticas urbanas de igualdad, Libros de la CEPAL, N°150.
- Pereyra, L.; Gutiérrez, A.; Nerome, M. (2018). La inseguridad en el transporte público del Área Metropolitana de Buenos Aires. Experiencias y percepciones de mujeres y varones. En: Territorios, N°39. Bogotá: Universidad del Rosario. En prensa.
- Sabaté, A. (1984). La mujer en la investigación geográfica. Anales de geografía de la Universidad Complutense, 4, pp. 273-282.
- Sautu, R. (1980). The female labor force in Argentina, Bolivia, and Paraguay. En: Latin American Research Review, Vol. 15, No. 2, pp. 152-161.
- Scott, Joan (1993). La Mujer trabajadora en el siglo XIX, En Duby, Georges; Perrot, Michelle (eds). Historia de las mujeres, Taurus, Madrid.
- Vozzi, F.; Lafuente Duarte, R. (2017). Desigualdad de género en el mercado laboral argentino actual. Congreso Nacional de Estudios del Trabajo. Recuperado de: [http://www.aset.org.ar/2017/ponencias/6\\_Vozzi\\_Lafuente.pdf](http://www.aset.org.ar/2017/ponencias/6_Vozzi_Lafuente.pdf)

# **ESTRATEGIA DE MANEJO DE MOVILIDAD A TRAVÉS DE LA INCORPORACIÓN DE LA BICI EN LAS CIUDADES VENEZOLANAS.**

## **Carmen Velásquez**

Universidad del Zulia Facultad de Arquitectura y Diseño, Maracaibo Estado Zulia, Venezuela.  
Asociación de Investigadores y Expertos en Movilidad y Transporte Urbano Sostenible.  
cvm68@gmail.com / emtusfundacion@gmail.com

## **Rosa Virginia Ocaña O.**

Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela  
Asociación de Investigadores y Expertos en Movilidad y Transporte Urbano Sostenible  
rosavocana@gmail.com / emtusfundación@gmail.com

## **RESUMEN**

La bicicleta para muchos, representa una posibilidad de revitalizar la experiencia de lugar y resistir a la invasión de los no-lugares, "descubrir lo indescifrable", para otros una alternativa para mejorar la movilidad, no solo pensando en la sostenibilidad sino en la inclusión.

En el caso de Venezuela, esta última década, a pesar de las grandes inversiones realizadas por el estado adquiriendo vehículos de transporte público, existe una carencia de unidades producto de la ausencia de esquemas de mantenimiento y de repuestos. Hoy, el parque automotor de transporte público urbano es considerado como el más deteriorado de Sudamérica, junto a Haití.

El venezolano ha optado por distintas alternativas para movilizarse, como realizar caminatas de largas distancias y muy pocos han optado por la bicicleta.

Esta ponencia, presenta los resultados de una investigación acción llevada a cabo en dos ciudades venezolanas Maracaibo y Caracas, por la Fundación EMTUS en alianza con dos colectivos organizados de ciclista Bicultura Venezuela y Ciclovías Maracaibo.

Cada una de las etapas de la investigación presenta productos que permitieron definir estrategias para la incorporación de la bici, como un modo de transporte alternativo, sostenible e inclusivo.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las ciudades más vanguardistas y de competitividad mundial están privilegiando a los peatones, los ciclistas y los usuarios del transporte público sobre el transporte individual motorizado.

La bicicleta, ha demostrado ser flexible y eficiente en la ciudad; no requiere pago de tarifas, combustible, licencia ni registro. Andar en bicicleta es una de las formas más económicas y accesibles de movilidad.

Marc Augé (1996), decía en sus escritos, "andar en bicicleta, es una aproximación diferente al territorio: nos permite unir puntos, lugares y recorridos que otros medios de transporte no pueden articular". De allí su afirmación, "andar en bicicleta nos predispone a habitar los espacios al margen de los planes prescritos, a deambular según nuestras propias intuiciones y habilidades, subvirtiendo reglamentos y normas".

El espacio público, en esos lugares y recorridos descritos por Augé, actúa como espacio de inclusión social, da respuesta a la movilidad, a la accesibilidad y a la conectividad. Pero a su vez disminuye la dureza de un sistema de transporte a través de la incorporación de otros modos de transporte no motorizados.

Es por esto que, andar en bici, para el caso de América Latina y el Caribe, donde existe una marcada diferencia sociocultural, no solo es un modo de transporte sostenible, sino que es una forma de habitar el espacio público, favoreciendo la equidad, la inclusión y oportunidad socioeconómica.

No obstante, el caso de Venezuela, uno de los países más urbanizados de América Latina, caracterizada por un crecimiento importante de la movilidad urbana, poco planificado, en donde la demanda de transporte supera la oferta, como consecuencia de la situación de flota existente, de los altos costos de repuestos automotriz, ha ocasionado que el venezolano invierta gran parte de su tiempo en espera del servicio, obligándolo a tomar otras opciones de desplazamientos como el caminar largas distancias o usar la bici sobre una infraestructura para el vehículo. "Ciudades planificadas para el auto y no para el peatón".

Esta ponencia, presenta estrategias de integración de la bici a la vida urbana venezolana, enfocada hacia la exigencia de una planeación ciclista que esté integrada en la corriente principal de planeación urbana y del transporte, que favorezca al entorno, reduzca externalidades del transporte automotor, genere cambios en la ciudadanía y sea de poca inversión.

## **2. METODOLOGÍA DE ESTUDIO**

El método empírico resulta un aporte al proceso de investigación, cuyo resultado es la experimentación. Como método fáctico se ocupa de los hechos, brindando la posibilidad de revelar las relaciones esenciales y características fundamentales de nuestro objeto de estudio, a través de procedimientos prácticos.

El estudio se realizó en dos áreas metropolitanas con distintas condiciones morfológicas y climáticas, los municipios de Libertador, Chacao, Sucre, Baruta y El Hatillo y en el área Metropolitana de Maracaibo, los municipios de Maracaibo y San Francisco.

## **2.1 Etapas y estrategias de investigación**

La investigación se estructuró en tres etapas:

### Etapa 1: Recolección de información a través de las entrevistas

Las Entrevistas fueron diseñadas de manera estructurada a través de preguntas específicas según el grupo encuestado. Se realizaron tres tipos de entrevistas dirigidas a: a) Entes gubernamentales (Alcaldías e Instituto de Transporte) y no gubernamentales (Asociaciones, colegios, Fundaciones, Universidades), b) Colectivos organizados de ciclistas y c) Ciclistas no organizados.

Se determinó un mes dentro del cronograma de actividades para el desarrollo de las entrevistas, las cuales fueron a su vez grabadas y fotografiadas.

Cada grupo de entrevista tiene objetivos específicos:

- Instituciones gubernamentales y no gubernamentales: a) Determinar si existen planes o proyectos por partes de las Alcaldías o Institutos Municipales relacionados con el Transporte en la ciudad, fundaciones o empresas que promuevan el uso de la bicicleta, bien sea a través de la dotación de infraestructura o de préstamos de bicicletas y b) Indagar el tipo de apoyo (económico, jurídico, técnico, entre otros) a los colectivos organizados.
- Colectivos organizados: a) Determinar la cantidad de organizaciones existentes en la ciudad de Caracas y Maracaibo, su estructura organizativa y las estrategias que utilizan para promover el uso de la bici.
- Ciclistas no organizados: primero, se identificó primero las razones de uso de la bici, clasificándolos en ciclistas urbanos (aquellos que usan la bici como medio de transporte y ciclistas deportivos (quienes usan la bici para hacer ejercicios)

A partir de la definición de estos tres modelos, se hizo una búsqueda de los principales entes gubernamentales, universitarios e instituciones que tienen acción directa sobre los cambios estructurantes en el transporte de la ciudad. Para el caso las ciudades de Maracaibo y San Francisco se entrevistaron: IMTCUMA, Fundación Cinco de Julio y Universidad del Zulia (MINFRA).

Dentro del listado de colectivos urbanos se encuentran Ciclovías Maracaibo, Ciclovías San Francisco, Running, Bicicultura Venezuela, Bicioeste, RuedalaSimón, Bicimamis Venezuela, Welab.

Etapa 2: Mesas de trabajo simultáneas en las ciudades de Caracas y Maracaibo, con el fin de proponer lineamientos para la implementación de ciclovías en las ciudades venezolanas.

Primera sesión un taller inductivo conceptual, con el fin de presentar las razones del porque la bici puede ser una alternativa para la movilidad, para lo cual fueron tratados los siguientes tópicos: a) beneficios de la bicicleta para la ciudad, b) beneficios de la integración de la bicicleta para el transporte público, c) selección y diseño de instalaciones de ciclovías, d) marco para la elaboración de una red y e) políticas que generan o fortalecen el uso de la bici.

La participación de especialistas latinoamericanos y europeos fue fundamental, para aprender de las buenas prácticas, como Santiago de Chile y Barcelona (España). Esta participación se realizó a través de video conferencias. También hubo intercambios a través del correo electrónico.

La segunda sesión permitió asentar los conocimientos a través de mesas de trabajos simultáneas (Caracas y Maracaibo). El taller estuvo constituido por académicos de prestigiosas universidades venezolanas, ciclistas no organizados, profesionales de la rama de arquitectura e ingeniería, colectivos organizados de bicicletas y estudiantes de arquitectura. Cabe destacar que se formalizó la invitación a los entes gubernamentales que tienen inherencia en la toma de decisiones de la ciudad, contando solo con un representante.



**Figura 1: Mesas de Trabajo Maracaibo (izquierda y Caracas (derecha)**

Etapa 3: Actividades conjuntas organizadas por la Fundación y promovida por el Museo de Arquitectura en Caracas con la participación de diferentes asociaciones organizadas de ciclistas urbanos.

La ciudad de Caracas, fue la sede para albergar distintas actividades el día mundial de la bicicleta, bajo el eslogan "La Bici toma el MusarQ" se realizó un foro que permitió el encuentro entre expertos y ciclistas sobre la importancia de la bicicleta como alternativa para la movilidad.

Adicionalmente, durante el encuentro se entregó una propuesta de red de ciclovías para la ciudad de Caracas al Alcalde del municipio Libertador, resultados obtenidos de esta investigación.



**Figura 2: Foro en el Musarq**

Paralelamente, se realizaron actividades para promover el uso de la bici con el apoyo de instituciones públicas como el Instituto Municipal de Deporte y Recreación de la Alcaldía de Caracas y educativas como el Centro de Estudios de la Movilidad en Bicicleta de la Universidad Simón Bolívar (CEMBI).

También se llevó a cabo una exposición de bicicletas en el MusarQ, la cual tendrá una duración de 2 meses, lapso durante el cual continuarán reuniones de trabajo ampliadas, con grupos organizados de bicicletas, con el fin de profundizar y desarrollar parte de las propuestas resultantes del taller de estrategias.

### **3. MARACAIBO METROPOLITANA**

El área metropolitana de Maracaibo, está formada por el Municipio de Maracaibo y el municipio de San Francisco. La ciudad de Maracaibo, posee una población de 1459.448 habitantes, según el censo poblacional año 2011. Dado que el área del municipio es de 393 km<sup>2</sup> tiene una densidad de población de 3.713,61 hab/km<sup>2</sup>, muy superior a la media nacional de 29,71 y a la estatal de 58,71, En el caso de San Francisco, ubicado al sur del municipio Maracaibo, su población oscila durante el año 2011, en 446 757 habitantes (INE 2011) y una densidad de población de 2759,63 hab/km<sup>2</sup>, siendo el segundo municipio más poblado del Estado Zulia.

En general ambos municipios, presentan un clima semiárido, con temperatura promedio anual de 27,8°C. La precipitación media anual es de 700mm.

aproximadamente, incrementándose en sentido norte-sur. La evaporación es mayor que la precipitación, definiendo el clima seco estacional de cinco meses y dos períodos lluviosos comprendidos entre mayo y octubre.

### 3.1 Propuestas de ciclovías para la ciudad de Maracaibo

Para la propuesta de ciclovías en la ciudad de Maracaibo, se identificaron las vías estructurantes que si permiten la incorporación de ciclovías por sus dimensiones, estas vías son Milagros, 5 de julio, Universidad, a partir de allí, se identificaron vías alimentadoras o ciclovías secundarias, aquellas calles o avenidas, que abastecen los diferentes barrios y urbanizaciones de la ciudad.

Posteriormente identificados los elementos referenciales dentro de los distintos centros urbanos, se ubican los posibles intermodales, donde se señalan como lugares potenciales como centros de préstamos de bicis públicas. Estos lugares son, universidades, comercios, o hitos urbanos.



Figura 3. Propuesta de Ciclovías para el Municipio Maracaibo

### 3.2 Propuestas de ciclovías para la ciudad de San Francisco



En el municipio San Francisco, se identificó dentro de la red vial del Municipio, las conexiones interurbanas, urbanas y locales, así como elementos referenciales urbanos, a partir de estos elementos estructurantes, se realizó la propuesta de potenciales intercambiadores integrando el sistema de transporte actual con las bicis.

La inclusión de ciclovías en el municipio San Francisco, permitirá la intermodalidad entre diferentes medios de transportes. Para la propuesta se sugieren cuatro (04) estaciones intermodales: km4, Plaza Las Banderas, Zoológico y Puente Rafael Urdaneta; las estaciones intermodales integrando el uso de la bicicleta como medio de transporte en miras de un sistema de movilidad integrado.

Por otro lado, la propuesta busca cubrir la demanda del ciclista, garantizando rutas para desplazamientos dentro y fuera del municipio así como mayor accesibilidad y protagonismo al ciclista, a través de a) *rutas intermodales*, de entrenamiento (26,5 Km de paseos planificados y espacios adaptados para los entrenamientos de alta competencia), b) *utas expresas*, que permiten conectar la periferia con el centro, garantizando el acceso a las zonas de mayor demanda, c) *rutas urbanas*, conectando las parroquias del municipio en distancias mayores a 5 km. Estas rutas urbanas serían la red principal de ciclovías y a partir de allí se conectan las *rutas alimentadoras* que permiten servir a los barrios y urbanizaciones.



**Figura 4. Propuesta de Ciclovías para el Municipio San Francisco**

Finalmente, se plantean estacionamientos de bicis, en lugares referenciales, de la ciudad y de mayor tránsito. “los parqueaderos para bicicletas, darán mayor acceso al ciudadano en la disciplina de ciclismo urbano, para así conectarse con la ciudad, sin

limitaciones de infraestructura y dándole mayor permanencia e integración social, así como también seguridad, cobertura, capacidad para más bicicletas y conexión entre los distintos tipos de transporte".(Mercadante y Lozano, 2018)

#### **4. AREA METROPOLITANA DE CARACAS**

El AMC está conformada por un valle principal y dos valles secundarios. Sobre el valle principal existe un corredor oeste-este entre Catia y Petare. Ese corredor concentra los principales centros de empleo (comercial, financiero, gubernamental) y de servicios de la ciudad. Tiene una población total de 3.319.849 habitantes y una densidad de 42,7 hab/ha.

##### **4.1 Propuestas de ciclovías para Caracas**

La ciudad de Caracas cuenta con 9 kilómetros de ciclovías o infraestructura especial para la circulación de bicicletas, así como de 36,1 kilómetros de ciclovías recreativas dominicales (13,7 kilómetros del Plan Caracas Rueda Libre del municipio Libertador, y 22,4 kilómetros de vías habilitadas en el resto de la ciudad) para incentivar el uso de este vehículo como modo de transporte sostenible.

Para desarrollar la propuesta de ciclovías se considera las iniciativas de algunos municipios:

El municipio Chacao (2004) demarcó 14 kilómetros de ciclocarriles para la circulación de bicicletas en la misma calzada para el vehículo. Iniciativa que no estuvo acompañada de educación ciudadana, ni campañas de información por lo que tuvo una vida tan efímera como la duración de la pintura sobre el pavimento.

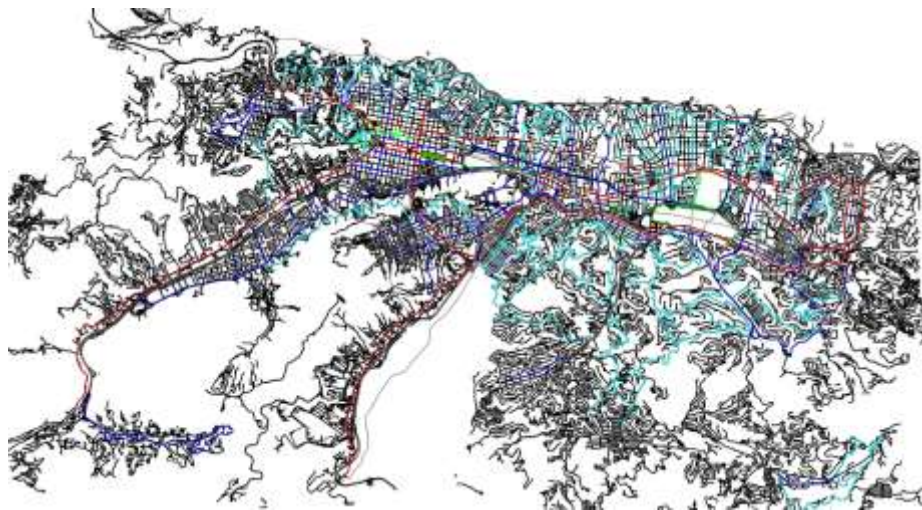
Desde 2012 se implantó por la Alcaldía del municipio Libertador el Plan Caracas Rueda Libre, quien actualmente ofrece 7 circuitos, a través del Instituto Municipal de Deporte y Recreación (IMDERE)

- El Circuito 1 consta de 2,1 km de distancia cuyo recorrido abarca desde la plaza Las Tres Gracias hasta el Paseo Los Próceres.
- El Circuito 2 recorre una distancia de 2,2 km entre Plaza Venezuela y Parque Los Caobos, esta ruta permite a los usuarios recorrer los alrededores del Bulevar de Sabana Grande.
- A través del Circuito 3 con 2,2 km de extensión, los usuarios pueden recorrer la avenida Bolívar hasta la plaza O'leary en el centro de la ciudad.

- Con el Circuito 4 con 0,6 km recorre toda la avenida El Cuartel en la parroquia Sucre, mientras que el Circuito 5 con la misma distancia, permite a los caraqueños transitar la avenida Intercomunal de El Valle hasta Coche.
- Desde la avenida Panteón hasta la avenida Fuerzas Armadas se conforma el Circuito 6 de las ciclovías con 1,8 km de distancia.
- El Circuito 7 conecta la avenida Fuerzas Armadas hasta Los Ilustres y tiene una extensión de 4,2 km.

El municipio Libertador, inaugura en los años 2014, los primeros kilómetros de ciclovías, segregadas físicamente del tránsito vehicular, exclusivas para la circulación de bicicletas. Iniciativa acompañada en el 2015, con un Sistema Público de Bicicletas bastante precario que actualmente posee 8 bici - puntos y escasas bicicletas.

Con fines recreativos, desde hace muchos años en Caracas se realiza el cierre de la Avenida Boyacá, que cruza desde el centro norte hasta el extremo oeste tres municipios de la capital. En Baruta se hace lo propio desde hace algunos años con la avenida Río de Janeiro a la altura de Las Mercedes.



**Figura 5. Propuesta Ciclovías para la ciudad de Caracas**

## **5. ENTREVISTAS**

Se realizaron las siguientes entrevistas:

- Catorce (14) entrevistas a ciclistas no organizados
- Cuatro (4) Organizaciones de ciclistas: Ciclistas del Zulia, Ciclovías de Maracaibo y Ciclovías de San Francisco, Bicultura Venezuela, Bicimamis Venezuela, BiciOeste y biciwelab

- Tres (3) Entrevistas a instituciones, fundaciones y/o universidades que forman parte de la transformación urbana de la ciudad. Esto fueron: Fundación 5 de julio, Dirección de Infraestructura de la Universidad del Zulia y el Instituto Municipal de Transporte público urbano de la Ciudad de Maracaibo.

### **5.1 Interpretación de las entrevistas**

Los resultados del análisis de las entrevistas dirigida a los colectivos organizados, arrojaron que solo 2 tienen organización legal, como asociación, el resto son líderes organizados, asociados por intereses, estos grupos no supera los 20 integrantes registrados. A pesar de esto, son el motor de las actividades programadas para incentivar la bici en toda Vzla, capaces de movilizar grandes masas de ciclistas, al momento de las convocatorias.

El objetivo común de los colectivos es la promoción de la bici como medio de transporte sostenible, a pesar que la ciudad no está acondicionada para tal fin, ni ellos con apoyo económico de instituciones son capaces de liderizar grandes rodadas dominicales "masa crítica" y encuentros fortaleciendo su uso. Colectivos como bici-oeste y Ciclovías San Francisco, promueven la bici-escuela como actividad para generar el uso de la bici. Mientras que welab que incentiva el uso de la bici para generar nuevos empleos en mujeres.

Estas organizaciones funcionan autogestionadas, es decir, todas las actividades para promover el uso de la bicicleta la realizan con sus propios recursos, apoyados ocasionalmente por instituciones públicas y privadas, como el Teatro Teresa Carreño, la Alianza Francesa, el MusarQ, Emtus y la Asociación Civil de ciclistas femeninos welab. No cuentan con apoyo del exterior.

Estas organizaciones tienen su origen en la Ciudad de Caracas, por iniciativa de países vecinos, correspondiendo la más antigua al año 2008 y la más reciente, al 2017 (welab).

Existen proyectos puntuales de ciclovías en ciudades venezolanas que no fueron materializados. En el caso de Valencia, la Dra. Isandra Villegas presentó un proyecto de tamaño mediano co-financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con una donación más de un millón de dólares (2004-2008, denominado "Río Valencia" cuyo objetivo era "Lograr una mitigación de las emisiones de gases por efecto invernadero (GEI), promoviendo un sistema de transporte ambientalmente

sostenible en la ciudad de Valencia, generando desplazamientos a modalidades más eficientes y menos contaminantes” (Villegas, 2008).

En Maracaibo, recientemente la Fundación 5 de julio realizó una propuesta de recuperación de una de las principales avenidas comerciales de la ciudad. El proyecto contemplaba la organización del espacio vial, cambio de bidireccional a unidireccional (dirección oeste-este). Incluyó la creación de un canal exclusivo para autobuses y ciclistas. Esta propuesta no se ejecutó, como otras tantas que fueron realizadas en los distintos espacios universitarios.

## 6. ESTRATEGIAS DE MOVILIDAD PARA LAS CIUDADES VENEZOLANAS

El estudio permitió determinar que los colectivos organizados son fundamentales para la promoción de la movilidad en bicicleta. Sin embargo, también se requieren estrategias que generen el uso de la bici, tales como:

### a) Estrategias en Infraestructura:

*Plan de acción: “carriles inclusivos.”* los principales ejes viales estructurantes de las ciudades venezolanas son amplias vías donde las velocidades superan los 50 km/h, por lo tanto, la incorporación del ciclista debe realizarse a través de carriles para bici, que garanticen la seguridad del ciclista. El objetivo debe ser que a pesar de no tener un carril bici exclusivo, las mujeres, jóvenes y personas de tercera edad se atrevan andar en bici. En el caso de las vías secundarias, alimentadoras a esta red, no hace falta carril bici, porque el tráfico no supera los 30 km /h.

Para esto es importante valorar las encuestas origen y destino a quienes usan actualmente el modo de transporte.

*Caminos escolares en bici,* que atienda las zonas más desfavorecida, barrios no planificados con alto grado de precariedad, donde el sistema de transporte no accede.

*Ciclo-estacionamientos,* la presencia de estacionamientos seguros en espacios comunales públicos, instituciones y universidades, harían que los usuarios que actualmente se limitan el uso de la bici, por temor al robo, sientan que es posible trasladarse puerta a puerta con ella.

### b) Estrategias participativas

*Planes de movilidad en bici* que surja desde la comunidad a través de su participación protagónica.

*Plataformas digitales* material informativo promovido por el gobierno local sobre el beneficio del uso de la bici.

*Educación ciudadana*, desde las aulas escolares, donde se debe concientizar a los niños que la bicicleta es otro modo de transporte.

c) Estrategias de Inversión:

*Inversión* a la implementación de nuevos servicios de transporte sostenibles, las bicicletas públicas, valoradas por su carácter amigable con el planeta, estos sistemas son hoy un must para las ciudades que desean inscribirse en la llamada "cultura verde".

La bicicleta en las ciudades venezolanas presenta un importante potencial como modo de transporte.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Acosta G, Campos M., Chacón G., Paz S., y Sumosa Y. (2018) Propuesta de ciclovías para Caracas Área Metropolitana. Resultados del Taller Implementación de Estrategias para la inclusión de ciclovías en las ciudades venezolanas Maracaibo, Venezuela

Aldea J., Badell L., Guerrero C., Melean H., León M., Bracho J., López A y Zapata A., (2018) Propuesta gráfica de Ciclovías para Maracaibo. Resultados del Taller Implementación de Estrategias para la inclusión de ciclovías en las ciudades venezolanas Maracaibo, Venezuela

Augé Marc (1992) Elogio de la Bicicleta Ediciones Gedisa

Mercadante Grisel y Lozano Andrés (2018) *Propuesta de ciclovías para San Francisco, Maracaibo, Venezuela Resultados del Taller Implementación de Estrategias para la inclusión de ciclovías en las ciudades venezolanas* Maracaibo, Venezuela

Ocaña Rosa Virginia y Velásquez Carmen (2018) *Curso de Implementación de Estrategias para la inclusión de ciclovías en las ciudades venezolanas* Material Instruccional. Maracaibo Venezuela

Villegas Isandra (2008) *Rie Valencia*. Valencia Venezuela.

# **Equidad, desarrollo y la contribución del transporte público a la inclusión productiva: análisis de accesibilidad, informalidad y exclusión en la región de Bogotá**

**Daniel Oviedo**

University College; Londres, Reino Unido, d.oviedo.11@ucl.ac.uk

**Julio Davila**

University College; Londres, Reino Unido

**Nicolas Oviedo**

London School of Economics, Londres, Reino Unido

**, Luis Guzman**

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

## **Resumen**

Nuestra investigación explora los niveles de equidad en el acceso al empleo en la ciudad-región de Bogotá, la capital de Colombia. Sobre la base de metodologías consolidadas para la evaluación de la accesibilidad, estimamos indicadores de accesibilidad a nivel de zona, evaluando cómo varía la accesibilidad potencial entre los grupos de ingresos, y presentando evidencia relacionada con la contribución del transporte público a las desigualdades sociales y espaciales producidas por la distribución de accesibilidad a empleo. Nuestro análisis se basa en los conceptos de inclusión social y económica, confrontando el potencial de accesibilidad con la cobertura de Transmilenio y su influencia en la capacidad de diferentes grupos sociales para acceder a oportunidades de generación de ingresos formales e informales. Esta investigación cuestiona los efectos de las inversiones de BRT en la mejora de la accesibilidad a las oportunidades de trabajo de calidad, interpretando una mayor dependencia de las oportunidades informales como el empleo precario. Nuestro estudio reúne dos perspectivas que a menudo no se combinan, proporcionando herramientas y evidencia empírica que buscan contribuir a informar el desarrollo de políticas en América Latina y otros contextos en desarrollo. Este documento también alimenta los debates actuales sobre el papel de la accesibilidad al abordar las desigualdades sociales y espaciales derivadas de la movilidad urbana y la focalización de las políticas para los trabajadores poco calificados y de bajos ingresos en la economía informal.

## **1. Introducción**

Este documento se basa en los conceptos de accesibilidad del transporte e inclusión social y productiva para analizar la relación recíproca entre ambos conceptos. La accesibilidad al transporte se define como "la facilidad para llegar a los destinos deseados, dada la cantidad de oportunidades disponibles y la impedancia intrínseca de los recursos utilizados para viajar desde el origen hasta el destino" (Bocarejo y

Oviedo 2012: 143). En este contexto, la provisión de alternativas de transporte y la forma física de una ciudad juegan un papel clave en los niveles de accesibilidad y su distribución. Es fundamental reconocer que tanto las oportunidades como la impedancia están en una relación recíproca con la posición social de los usuarios de transporte, la estructura espacial y la distribución de las actividades en las ciudades, particularmente en el Sur Global.

En lo que se refiere a la inclusión social y productiva, no solo es importante que las oportunidades a las que accede un trabajador sean abundantes, sino que también proporcionan las condiciones laborales necesarias para garantizar la estabilidad y el bienestar. En este sentido, es fundamental diferenciar entre las oportunidades laborales formales e informales y analizar cómo varía la accesibilidad entre los trabajadores formales e informales. La dimensión específica de la formalidad no se ha estudiado lo suficiente y la literatura que la aborda es relativamente nueva y escasa. Ejemplos específicos de su aplicabilidad en el Sur Global incluyen los casos de Sao Paulo (Boisjoly et al., 2017) y Ciudad de México (Suarez et al., 2016). El acceso a los mercados laborales formales está estrechamente relacionado con los conceptos de inclusión social y productiva. Un primer acercamiento a los determinantes de estos tipos de inclusión desarrollado por Bhagwati (1988) asume un enfoque pragmático considerando una ruta indirecta (impactando los ingresos a través de la aceleración del crecimiento) como la creación de ingresos, y una ruta directa (política social) como la provisión de consumo. El principal problema relacionado con estas dos rutas, que puede resumirse como la posibilidad de participar en la economía formal de una ciudad y, por lo tanto, el acceso a la red de seguridad social que proporciona, es que dichas rutas deben ser complementarias: por un lado, la ruta indirecta no puede garantizar objetivos de política debido al crecimiento económico, y bajo ciertas circunstancias, puede ser compatible con aumentos de pobreza. Por otro lado, la ruta directa no puede financiar la reducción de la pobreza por sí misma (Angulo, 2015). En este sentido y siguiendo a Martínez y Sánchez (2014), si los gobiernos quieren aumentar el bienestar de la mayoría de la población que vive en una ciudad, deberían promover simultáneamente la incorporación al mercado y a la sociedad.

Teniendo esto en cuenta, procedemos a analizar el caso de Bogotá, ya que su desarrollo histórico ha llevado a una configuración específica de la ciudad donde los trabajos de naturaleza formal e informal forman un continuo en lugar de una dicotomía. En Bogotá, las economías informales y formales coexisten diariamente dentro del mismo espacio físico, y los trabajos informales normalmente se pueden encontrar junto a los lugares de trabajo formales. Sin embargo, en lo que se refiere



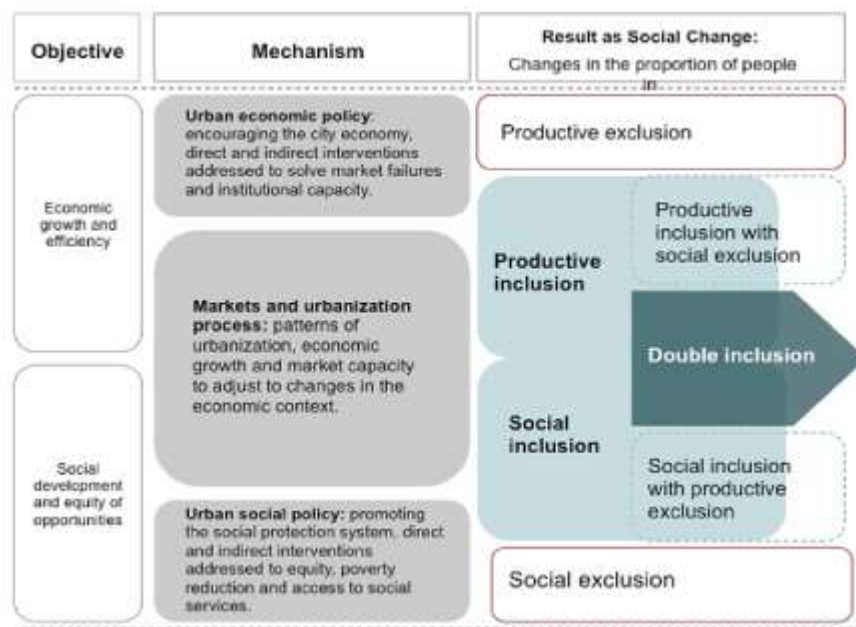
a la vivienda, la coexistencia espacial de la formalidad y la informalidad ya no es una constante en toda la ciudad: los informales tienden a ubicarse en la periferia sur y sur-oriental de la ciudad, mientras que la vivienda formal se puede encontrar en el centro y las zonas más al norte de Bogotá. Esta división espacial coincide con la ubicación de los habitantes de las ciudades en función de sus ingresos económicos, representados por lo que se conoce como 'sistema de estratos socioeconómicos'. El sistema de estratos en Colombia categoriza a los individuos en una escala que va de 1 (más pobre) a 6 (más rico) y se usa para asignar subsidios específicos relacionados con el ingreso.

## **2. Marco conceptual**

Geurs y Van Wee (2004) desarrollaron un modelo en el que se llevan a cabo diferentes definiciones de inclusión en función de los elementos de la ciudad a los que puede acceder un individuo. Esto se relaciona con lo que previamente definimos como mercado (productivo) e inclusión social. En el caso de Bogotá, segmentos específicos de la población tienen acceso a políticas de apoyo social, para lo que utilizamos el acceso a servicios de salud como un proxy, ya que el sistema público subsidiado de salud está estrechamente relacionado con los mecanismos de focalización para la política social. En este sentido, es probable que las personas que se encuentran en los niveles básicos de acceso a la atención médica dentro del sistema subsidiado tengan acceso a otros programas sociales y a la red de seguridad social. En lo que se refiere a las poblaciones de mayores ingresos, también se espera que las personas con acceso a un programa de atención médica, en este caso no necesariamente subsidiado, también tengan acceso a otras formas de bienestar social. Por lo tanto, aquellos que tienen acceso a servicios de salud, subsidiados o no, son considerados dentro del marco de este documento como los socialmente incluidos.

Al aplicar estos conceptos de inclusión social y productiva en el marco desarrollado por Angulo (2015) (ver figura 2), vemos que la 'exclusión social' se da en nuestro caso en los trabajadores sin ningún tipo de acceso a servicios de salud. Este grupo de trabajadores y siguiendo la definición de e informalidad también formará parte de los excluidos productivamente (trabajadores informales), ya que la ausencia de atención médica clasifica automáticamente a un trabajador como informal. Esto significa que, para el propósito de este documento y considerando que nuestra población de análisis son trabajadores de Bogotá, no es posible ser socialmente excluido y productivamente incluido, ya que alguien sin cobertura de salud será

inevitablemente considerado informal y, por lo tanto, productivamente excluido. Sin embargo, no se aplica necesariamente lo contrario, ya que otros determinantes de la informalidad más allá de la asistencia sanitaria también pueden explicar el estado de formalidad de un trabajador. En este sentido, un trabajador con cobertura de salud, pero, por ejemplo, sin contrato por escrito, se considerará excluido productivamente. Por último, aquellos trabajadores que cumplan con todas las condiciones de formalidad (los 'trabajadores formales') también cumplirán simultáneamente con todas las condiciones necesarias de inclusión social y productiva y, por lo tanto, el grupo de trabajadores formales será el mismo conjunto de trabajadores con lo que Angulo (2016) define como "doble inclusión". Ampliando la definición de inclusión y exclusión de Angulo, nuestro objetivo es espacializar los conceptos de inclusión productiva y social, para analizar el impacto diferenciado sobre el acceso que la provisión y accesibilidad del transporte tiene entre estos grupos.



**Figura 1. Marco conceptual**

Fuente: Elaboración propia con base en Angulo (2015)

### 3. Metodología

Innovamos al vincular dos fuentes de datos que nos permitirán, en primer lugar, ubicar la ubicación de la fuerza de trabajo informal y luego analizar el destino de trabajo de las personas que viven en dichas áreas. Para hacerlo, contamos con la Encuesta Multipropósito 2014 de Bogotá, llevada a cabo por la Oficina Nacional de Estadísticas de Colombia (DANE), y la Encuesta de Movilidad 2015 de Bogotá, llevada

a cabo por la Oficina de Movilidad de Bogotá. La Encuesta Multipropósito 2014 de Bogotá incluye 61,725 observaciones individuales que contienen datos sobre el acceso a la atención médica, las pensiones y el trabajo formal, entre muchas otras variables socioeconómicas. Comenzamos por reducir el conjunto de datos, al considerar solo el subconjunto de la población que se considera 'empleado' según la definición de empleo del DANE. Luego procedemos a categorizar la formalidad y el estado de inclusión de cada trabajador, de acuerdo con las definiciones proporcionadas en la sección 2. A 2014, el 5,31% del total de trabajadores en la capital de Colombia trabajaba sin ningún tipo de cobertura de salud, quedando a merced de los riesgos laborales que entrañaba su trabajo. Así mismo, 40.0% del total de la población trabajadora lo hizo con cobertura de salud, pero sin un contrato por escrito, un plan de pensiones o cubriendo su propia atención médica, constituyendo lo socialmente incluido pero excluido productivamente. La suma de ambos grupos de trabajadores representó una tasa de informalidad del 45,3% en Bogotá en 2014, dejando casi el 55% de la población trabajadora restante, tanto social como productivamente incluida, y por lo tanto, considerada como trabajadores formales. Entre la información presentada en la Encuesta, también se informa la localidad (de 19) y el estrato (de 6) de un individuo. En el caso de Bogotá. Los diferentes hogares dentro del mismo barrio tienden a tener los mismos estratos. Esto, combinado con la categorización de estratos dentro de una localidad específica, conduce a un conjunto teórico de posibilidades de estratos por localidad 19x6 en las que un trabajador podría caer. En realidad, y teniendo en cuenta que no todas las localidades incluyen todos los estratos, esta posibilidad se reduce a [86], lo que permite un número bastante alto de posibles áreas distribuidas homogéneamente en las que un trabajador podría vivir. Por otro lado, la Encuesta de Movilidad 2015 de Bogotá muestra una serie de viajes en Bogotá e incluye información sobre el propósito, la duración y los orígenes y destinos de cada viaje geo codificados.

La encuesta de movilidad nos permite identificar dónde trabajan los habitantes de un lugar específico. Para hacerlo, consideramos solo aquellos viajes cuyo propósito era "ir al trabajo", dejando fuera del análisis cualquier viaje con diferentes propósitos. Procedemos a superponer la Encuesta de Propósitos Múltiples con la Encuesta de Movilidad, en un intento de identificar los destinos de trabajo de los trabajadores que viven en áreas altamente informadas, áreas altamente informales, áreas altamente excluidas productivamente y áreas altamente excluidas socialmente. Esto nos permitirá espacializar destinos de informalidad laboral y exclusión en Bogotá.

### **3.2. Calculo de accesibilidad**

Para medir los niveles diferenciados de exclusión en cada uno de los grupos, aplicamos un modelo de accesibilidad tradicional que incluye una fórmula potencial utilizada ampliamente en la literatura (ver Bocarejo y Oviedo, 2012) y el contexto de Bogotá. Esta fórmula evalúa el nivel de accesibilidad de un origen (en este caso, el estrato por localidad), considerando el número total de oportunidades potenciales que un individuo puede alcanzar desde dicho origen dados los recursos en tiempo y dinero que se requieren para acceder a tales oportunidades.

$$A_i = \sum_j^n a_j (f(d_{i,j}))$$

$$f(d_{i,j}) = e^{-\beta C_{i,j}}$$

$$C_{i,j} = Ct_{i,j} + Cm_{i,j}$$

Los parámetros beta de la fórmula se calibraron según la Encuesta de movilidad de 2011, que incluye una muestra mucho más grande en comparación con la de 2015. Los parámetros fueron estimados para cada uno de los seis estratos socioeconómicos y diferenciando entre transporte público y privado.

VARIABLES	(1) Strata 1	(2) Strata 2	(3) Strata 3	(4) Strata 4	(5) Strata 5	(6) Strata 6
UtilidadFc	-0.0286*** (0.000647)	-0.0405*** (0.000550)	-0.0517*** (0.000939)	-0.0548*** (0.00168)	-0.0545*** (0.00290)	-0.0550*** (0.00305)
Observations	459	2,012	1,662	762	186	179
R-squared	0.810	0.730	0.646	0.582	0.656	0.646

Standard errors in parentheses

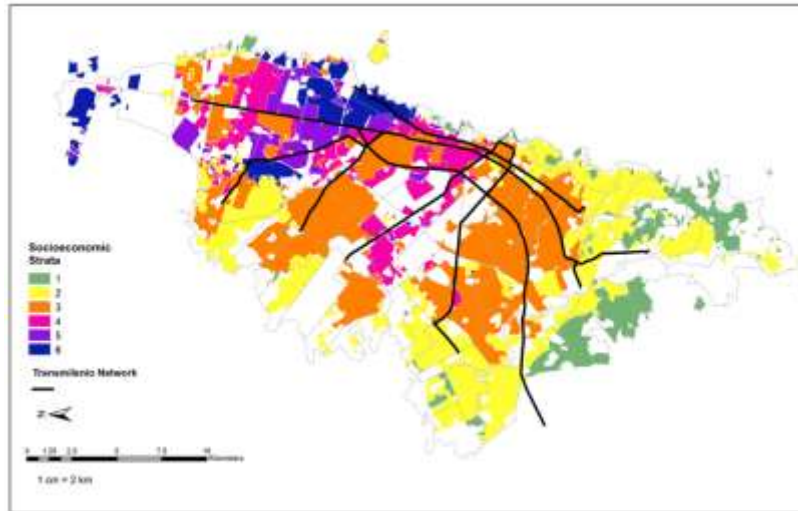
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

**Tabla 1. Parámetros de impedancia por estrato**

Fuente: elaboración propia

## 4. Resultados

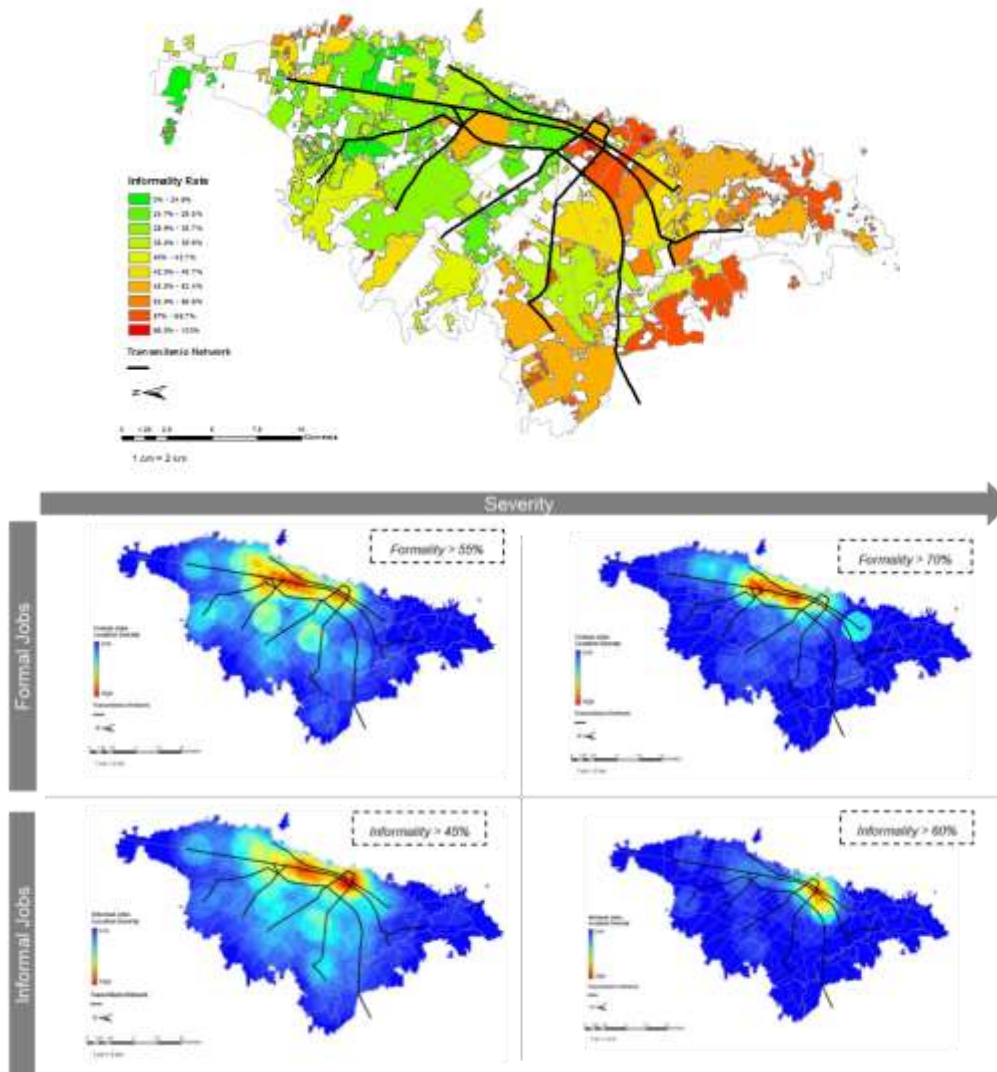
### 4.1. Labour informality



**Figura 2. Estratificación socioeconómica**

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 2, los hogares de estratos más bajos se ubican en la ciudad informal. Asimismo, al observar los orígenes y destinos de los viajes de trabajo, parece evidente cómo la mayoría de las oportunidades de trabajo (destinos de viaje) se ubican en la ciudad formal mientras que la mayoría de la mano de obra (origen de los viajes de trabajo) se ubica en los barrios de estratos más bajos de la ciudad, lejos de donde están las oportunidades de trabajo. Confrontando esto con el desarrollo de sistemas de transporte público y en particular la expansión de la red de BRT, Transmilenio, el único sistema de transporte masivo de Bogotá, es claro que tales desarrollos han respondido a la ubicación concentrada de empleos, conectando el centro de la ciudad con barrios de ingresos medianos. La implementación del sistema BRT ha obedecido a los paradigmas de la planificación del transporte convencional, como la velocidad y la capacidad, dejando fuera del análisis cuestiones relacionadas con la sociedad como la informalidad y las relaciones de poder. En este sentido, este trabajo intenta incorporar al análisis de la accesibilidad del transporte los temas de informalidad laboral tanto en lugares de trabajo como de vida, así como los efectos distributivos de la combinación de una estructura urbana segregada y una disposición de transporte desigual.

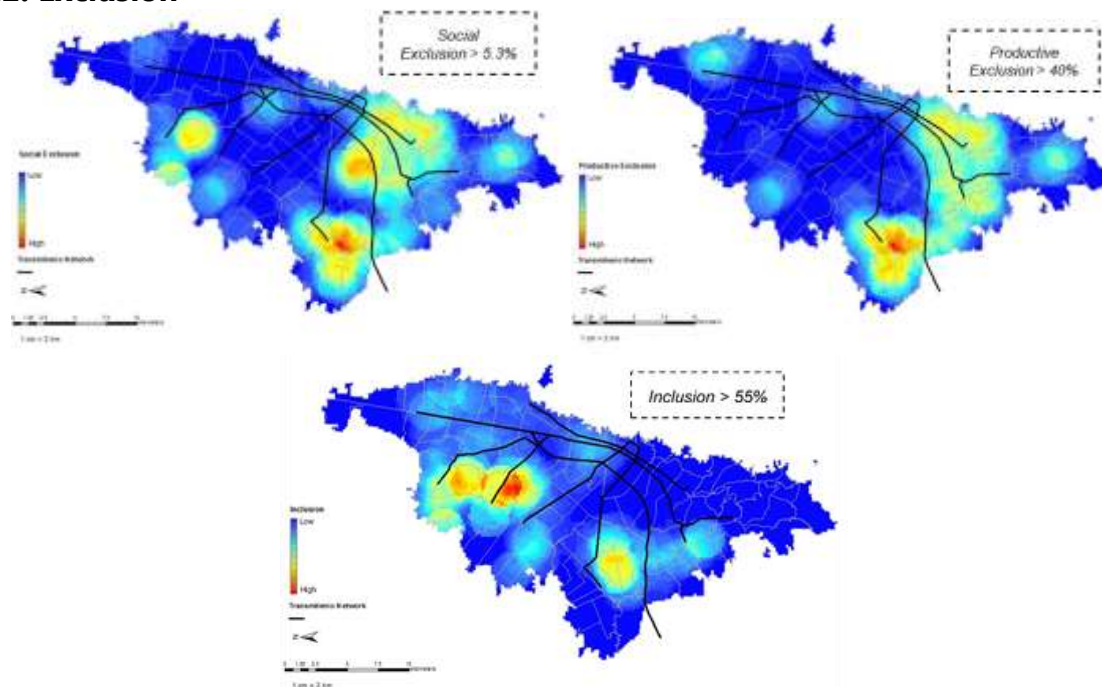


**Figura 3. Informalidad y destinos de empleo por nivel de informalidad**  
Fuente: Elaboración propia

El primer hallazgo que vale la pena mencionar es el mapa de la informalidad laboral de Bogotá que es nuestro análisis utilizando la Encuesta de Multipropósito 2014. En este mapa y según lo definido previamente, un trabajador formal debe i) tener y cubrir su propio programa de atención médica, ii) pertenecer al sistema de pensiones contribuyendo a un plan de pensiones y, iii) trabajar bajo un contrato por escrito. Si un trabajador no cumple con todos estos criterios, se considerará informal. De la Figura 3, se puede observar que las áreas con mayor informalidad coinciden con las áreas de estrato socioeconómico más bajo, que también coincide con asentamientos informales de vivienda. Esto sugiere una fuerte correlación entre el ingreso y el estado formal y apoya la idea de que el trabajador informal vive en la ciudad informal. Después de identificar los orígenes informales y utilizar la Encuesta de Movilidad 2015, procedimos a mapear el destino principal de los trabajadores

formales e informales. Para ello y considerando que tenemos la tasa de informalidad de la zona de origen, pero no el estado de formalidad específico de cada viajero, dividimos la muestra de viajes de trabajo de acuerdo con la informalidad promedio o la tasa de formalidad del área donde se originaron, y por lo tanto, la probabilidad de que el viajero sea un trabajador informal o formal. Los resultados muestran que a medida que aumenta el nivel de severidad en la formalidad, la concentración del trabajo formal e informal se reduce rápidamente a puntos de acceso formales e informales específicos. En el caso de los empleos formales, esta área coincide y se distribuye equitativamente a lo largo de los corredores donde se concentran los puestos de trabajo, a pesar de su estado de formalidad. Cuando comenzamos a avanzar hacia destinos cada vez más informales, el empleo informal está disperso por la ciudad, pero luego se reduce a un único punto bien definido en el centro de la ciudad. Este es un hallazgo bastante interesante en términos de entender cuál es la contribución del transporte público y la conectividad a la oferta de trabajo informal. Existen diferencias visibles entre las geografías de los mercados laborales agregados e informales en Bogotá: los empleos informales se ubican en un área acotada, cercana a la ciudad informal.

#### 4.2. Exclusión



**Figura 4. Distribución espacial por niveles de inclusión**

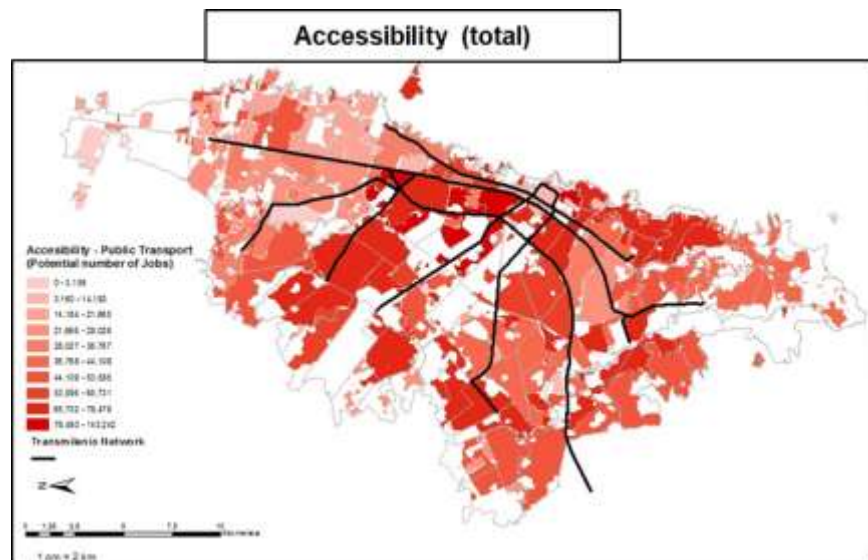
Fuente: Elaboración propia

Avanzamos hacia el intento de espacializar la exclusión, sobre la base de las definiciones de exclusión social, exclusión productiva e inclusión mencionadas

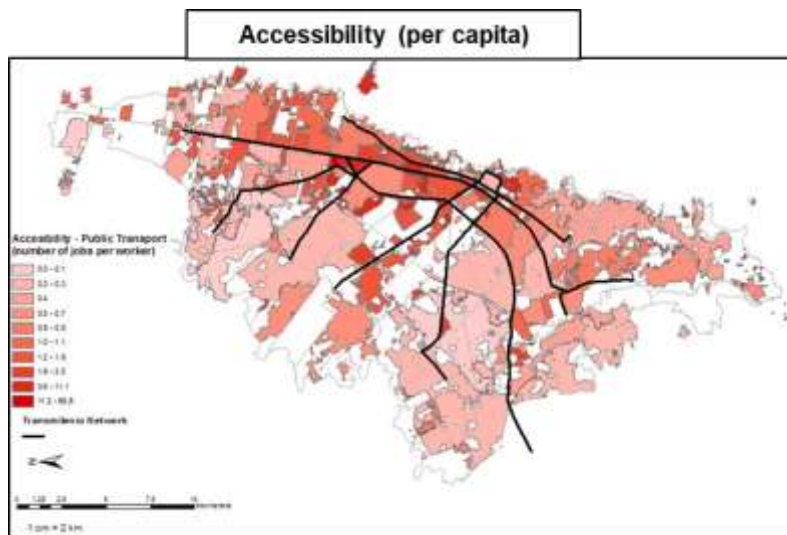
anteriormente. Según Angulo (2016), Bogotá, a pesar de ser la capital, ocupa el sexto lugar entre las 13 áreas metropolitanas más inclusivas. Este es un diagnóstico preliminar de la situación bastante lamentable de inclusión laboral en la ciudad. Los resultados del análisis de la naturaleza espacial de los tres niveles de exclusión/ inclusión previamente definidos muestran que la exclusión social y productiva tiende a concentrarse en las mismas áreas, a excepción de un punto de exclusión social ubicado en el extremo noroccidental de la ciudad no presente en la exclusión productiva. Además, estas áreas de concentración coinciden una vez más con las áreas de menores ingresos previamente identificadas, mientras que las áreas "altamente incluidas" tienden a ubicarse hacia las partes más septentrionales de ingresos medios y medios bajos. Es fundamental recordar eso, ya que estos puntos críticos consideran también la concentración de la población.

### 4.3. Accesibilidad

	Overall	Social Exclusion	Productive exclusion	Inclusion
Total Number of Jobs	2,660,688	1,469,990	1,388,440	1,212,680
Mean by stratum	42,233	45,937	43,389	40,423
Standard deviation	29,913	25,917	25,056	22,511







**Figura 5. Distribución de la accesibilidad total y por habitante**

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, intentamos espacializar el acceso al transporte a los trabajos en transporte público y por grupo de exclusión. Intuitivamente, nuestros resultados muestran que las áreas que tienden a tener un mayor nivel de accesibilidad agregada son las que están más cerca de los corredores troncales de Transmilenio. Sin embargo, al analizar la distribución espacial de la accesibilidad per cápita, la distribución espacial de la accesibilidad total cambia hacia uno en el que las áreas más pobres y alejadas en las que se concentran los informales y excluidos, lejos del lugar de trabajo, presentan niveles significativamente más bajos de accesibilidad potencial a empleos por habitante.

## 5. Conclusiones

La distribución socio-espacial y productiva de la ciudad contribuye a los niveles de exclusión observados en este documento. La provisión desigual de transporte público combinada con una distribución segregada de la vivienda por nivel de ingresos ha creado y ha reforzado la dinámica de exclusión social y productiva en la ciudad. Bogotá ha tenido éxito a través de la ruta directa (inclusión de políticas sociales) para proporcionar una red de seguridad para las personas en la fuerza de trabajo. Sin embargo, la distribución espacial de las personas socialmente excluidas hace que sea difícil focalizar la política social para eliminar la restricción. Pese a esto, casi la mitad de la población de Bogotá aún no tiene acceso a condiciones de empleo no precarias (exclusión productiva).

También identificamos cómo la conectividad del transporte tiene el potencial de aumentar el acceso a actividades formales para personas socialmente excluidas, lo que permite el acceso a servicios médicos y otras redes de seguridad social. Es interesante cómo el desarrollo incremental del transporte público masivo en Bogotá se enfocó primero en la demanda formal y la oferta de empleo, obedeciendo a los paradigmas de posguerra de la planificación del transporte. A pesar que la estructura de transporte actual proporciona una mejor cobertura, la mayor capacidad todavía se concentra en áreas incluidas y de altos ingresos. El análisis de accesibilidad para las diferentes categorías de exclusión permite identificar las brechas en los beneficios relacionados con el transporte público y las intervenciones objetivo para la redistribución, teniendo en cuenta algunos de los beneficios de utilizar este enfoque para analizar los impactos de la provisión de transporte. Persiste una gran desigualdad entre los excluidos productivamente y los socialmente excluidos, aunque existen niveles similares de exclusión en los grupos en peor situación. Investigaciones adicionales se requieren para examinar la accesibilidad al mercado laboral informal para determinar las áreas donde el transporte está contribuyendo más a la economía informal. Además, son necesarios esfuerzos adicionales en la política intersectorial para mejorar el acceso al empleo de calidad y lograr una cobertura completa de la política social y la asistencia sanitaria.

## Referencias

- Angulo, R (2015). MEASURING PATTERNS OF SOCIAL AND PRODUCTIVE INCLUSION IN COLOMBIAN URBAN AREAS: Main facts and policy recommendations to foster social change. Development Planning Unit. Dissertation. Unpublished.
- Bhagwati, J. N. (1988). Poverty and public policy. *World development*, 16(5), 539-555.
- Bocarejo S, J. P., & Oviedo H, D. R. (2012). Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*, 24, 142-154.
- Boisjoly, G., Moreno-Monroy, A. I., & El-Geneidy, A. (2017). Informality and accessibility to jobs by public transit: Evidence from the São Paulo Metropolitan Region. *Journal of Transport Geography*, 64, 89-96.
- Martínez Franzoni, J., & Sánchez-Ancochea, D. (2014). The Double Challenge of Market and Social Incorporation: Progress and Bottlenecks in Latin America. *Development Policy Review*, 32(3), 275-298.
- Suárez, M., Murata, M., & Delgado Campos, J. (2016). Why do the poor travel less? Urban structure, commuting and economic informality in Mexico City. *Urban studies*, 53(12), 2548-2566.

# **A INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA TEMPORAL EM UM CONTEXTO LATINO-AMERICANO**

**Witiuk R. L.**

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil,  
rlwitiuk@gmail.com

**von der Osten F. B.**

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil,  
fabiana.osten@pucpr.br

## **RESUMEN**

No contexto dos países latino-americanos a predominância dos sistemas de integração de transportes ainda estão muito atreladas aos modelos de integração física por terminais que se estruturaram a partir da década de 1980. Frente as atuais necessidades competitivas dos transportes públicos, que enfrentam fugas crescentes de usuários, e aos avanços tecnológicos nos sistemas inteligentes de transporte (ITS), a integração temporal tem sido discutida na bibliografia como alternativa para melhoria do serviço de transporte urbano. Nesse contexto, o presente trabalho apresentou os resultados de uma revisão sistemática da bibliografia em que os dados obtidos permitiram elucidar os conceitos relacionados às modalidades de integração física, tarifária e temporal, discutindo as vantagens que o modelo temporal oferece para o usuário e o operador de transporte quando comparado aos demais modelos. Para tanto foram confrontadas as possibilidades da integração baseada em tempo com os modelos de integração tarifária e física largamente utilizados no Brasil, sendo este último caracterizados pela necessidade de terminais fechados de integração em um sistema que opera em tarifas únicas elevadas acarretando perdas de competitividade frente aos demais modais. Conclui-se que a integração temporal, apesar dos ainda incipientes resultados obtidos nos principais casos de aplicação, podem ser consideradas alternativas promissoras para melhoria dos serviços de transporte público no continente latino-americano.

## **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento acelerado das cidades brasileiras somado a políticas de priorização do transporte motorizado individual culminou em um cenário marcado pela ineficiência do transporte público coletivo (Vasconcellos, 2013). A Lei Federal 12.587/12, conhecida como Política Nacional de Mobilidade Urbana, institui diretrizes que tem como tripé: a acessibilidade universal; eficácia e eficiência do transporte público; e a sustentabilidade das cidades (Brasil, 2012). Todavia, segundo Vasconcellos (2013), é marcante a contradição entre as referidas diretrizes e as atuais

políticas públicas de transporte, regidas por incentivos aos meios de transporte motorizado individual em detrimento do coletivo ou modos ativos.

Historicamente, dentre as parcas propostas para a solução do problema de mobilidade urbana, destacam-se os esforços para a integração dos serviços de transporte público (Silva et al., 1994; Oliveira, 2013). Tais esforços culminaram, na última década, em reformas no transporte público voltadas para a criação de sistemas de integração tarifária e temporal baseados em tecnologias de informação aplicadas em transportes como o bilhete eletrônico. São exemplos notáveis desse processo a criação dos bilhetes únicos (BU) nas cidades do Rio de Janeiro (Neri, (2011); Mihessen et al., 2013) e, principalmente, na cidade de São Paulo (SPTrans, 2018; Rolnik & Klintowitz, 2011; Cadaval, 2006; Novaes, 2014). Sendo, para Novaes (2014), a capital paulista o único exemplo efetivo de integração temporal em território brasileiro, haja vista que foram implementadas alternativas de tarifação aplicadas diária e mensalmente, além das conexões temporais no transbordo.

Contudo, em decorrência da crescente perda de competitividade dos serviços de transportes públicos urbanos (NTU, 2018; Brinco, 2017), a proposta da tarifa integrada tem sido questionada em seu modelo predominantemente utilizado de tarifa única, também conhecida como integração tarifária. Alguns autores apontam equívocos na premissa relacionada ao viés social da tarifa integrada, haja vista que o seu elevado custo operacional e baixo nível de serviço (em termos de qualidade e capacidade), provoca a fuga de usuários que não dependem financeiramente do sistema, encarecendo a tarifa para usuários de baixa renda que não possuem outra alternativa de transporte (Cadaval, 2006; Gomide, 2013).

Em que pese as disfunções da integração tarifária, políticas de mobilidade urbana por ônibus voltadas para a criação de integração tarifária temporal (ITT) foram implementadas recentemente em cidades brasileiras, objetivando melhorar as ofertas de serviço (EMTU, 2008). Tais propostas têm contribuído para a diversificação das tarifas e se apresentam como uma alternativa viável de otimização do tempo de permanência do usuário no sistema de transporte, melhorando sua qualidade e condições de operação (Oliveira, 2013).

Nesta perspectiva, o presente estudo busca explorar as potencialidades da integração tarifária temporal como uma modalidade de integração alternativa para a melhoria do transporte coletivo urbano em cidades de grande porte da América Latina, enquanto faz um paralelo com os problemas e dificuldades de implantação deste sistema.

## **2. METODOLOGIA**

No processo de análise e sistematização buscou-se identificar na bibliografia os aspectos favoráveis à criação e manutenção dos sistemas de integração tarifária temporal (ITT) passando por um breve histórico da implementação da integração, seu desenvolvimento e os novos fatores que suportam a implementação da referida modalidade tarifária e de integração. Será demonstrado, a partir das informações coletadas, em que medida o processo histórico de criação da integração dos transportes por via física, pode ser melhorado ou substituído pela adoção de métodos de integração baseada em tempo.

A busca de produções científicas realizada segundo o método da revisão sistemática de bibliografia levou em consideração as bases de publicações da ANTP, SCOPUS®, Ebsco® e Periódicos Qualis de Janeiro de 1987 a Janeiro de 2018 utilizando as palavras-chave "integração tarifária", "integração tarifária temporal" e "*fare integration system*". A partir do conjunto de trabalhos levantado nas buscas de produções científicas foi estruturada uma matriz de síntese em que estes últimos foram classificados segundo sua data de publicação, ocorrência de palavras chave de interesse e importância dos autores. Foram considerados ainda o tipo de periódico em que foi publicado o artigo, o nível das produções científicas em tese de doutorado, dissertação de mestrado, e relatórios técnicos. Por fim, o conjunto de produções científicas resultante deste método foi revisado e usado como base para a produção do presente trabalho.

## **3. RESULTADOS**

A metodologia adotada gerou um banco de 42 (quarenta e dois) artigos dos quais foram selecionados os 20 (vinte) melhores classificados para a estruturação da fundamentação teórica. A relação das principais produções científicas e autores revisados no presente estudo estão indicados na tabela 1.

**Tabela 1: Principais artigos levantados na bibliografia**

Nome do Artigo	Ano	Autor
Integração tarifária temporal nos sistemas de transporte público por ônibus	2013	Oliveira G.
Integração Tarifária e diversificação	2006	Cadaval M.
A regulação dos serviços de mobilidade urbana por ônibus no Brasil	2013	Gomide et al.
Integração sem terminais	1987	Lapate R.
Propensão ao uso de bilhetes temporais do transporte coletivo em função dos padrões de viagens	2014	Novaes
Integração tarifária no transporte por ônibus: com ou sem terminal	1994	Silva et al.
Operação de sistemas de transporte público metropolitano: Terminais fisicamente integrados ou integração temporal?	2016	Soriano et al.
Modelagem de redes multimodais integradas de transporte público: discussão conceitual e aplicada	2013	Maia C.
Smart and Integrated Ticketing Strategy	2009	Department for Transport
Tarifação e gratuidade no transporte público urbano	2017	Brinco R.
Public transport pre-pay tickets: Understanding passenger choice for different products	2011	Mulley et al.
Mobilidade na cidade de São Paulo	2011	Rolnik & Klintowitz
Mobilidade Urbana e Pobreza no Rio de Janeiro	2013	Pero & Mihessen
Operação de Sistemas de Transporte Público Metropolitano: terminais fisicamente integrados ou integração temporal?	2016	Soriano et al.
Sistemas Inteligentes de Transportes	2012	ANTP

### 3.1 Integração do transporte público urbano: um breve histórico

A temática abordada nesta seção apresentou vasta bibliografia, de modo que serão apresentados neste item apenas os conceitos, benefícios e desvantagens principais da integração no transporte público.

O fenômeno da integração dos transportes urbanos surge com o processo de sistemas de integração com barreiras físicas no Brasil principalmente na década de

1980 e 1990, estruturado em forma de terminais de transporte público urbano estando presentes até 2012 em 77% das grandes cidades brasileiras (ANPET, 2012; Silva *et al.*, 1994, Oliveira, 2013) Estes terminais surgem em decorrência de cruzamentos de linhas em áreas centrais, estando acompanhado muitas vezes do surgimento de sistemas tronco-alimentadores de transporte devido a superposição de linhas em determinadas regiões (Ferraz, 1985; Lapate, 1987). Esse processo proporcionou diversas melhorias na operação e qualidade dos sistemas de transporte, porém tornou frequente o fenômeno da integração forçada nos principais corredores de transporte, viagens negativas e a fragmentação dos deslocamentos por ônibus no sistema de transporte público nacional (ANPET, 2007; Lapate, 1987).

A integração tarifária, como definida por Cirianni *et al.* (2009), possibilita ao passageiro a utilização de diferentes modos de transporte com apenas um bilhete, sistema este que foi instituído e viabilizado nacionalmente mediante a criação de terminais de transporte em decorrência das limitações relacionadas ao controle de acesso ao sistema de transporte (ANPET, 2007). A modalidade de integração tarifária foi instituída nas cidades devido ao interesse nesse sistema como ferramenta de promoção da equidade social (Novaes, 2014). Nessa perspectiva, tal processo garantiu que habitantes dos circuitos mais externos das metrópoles não pagassem mais para alcançar os centros urbanos, bem porque, dada a condição econômica dessas populações, estes são forçados a habitar em regiões de menor valor imobiliário. Deste modo, os terminais estendem o alcance de uma tarifa paga pelo usuário e se tornam elementos atrativos em um sistema de transporte, o que segundo Lapate (1987) promoveu um processo ainda maior de centralização de determinadas regiões na cidade, agravando as condições de trânsito. Na tabela 2 estão relacionadas as principais desvantagens do uso da integração física no sistema de transporte urbano.

Com a evolução dos sistemas inteligentes de transporte, a integração tarifária se tornou mais ágil e prática, notadamente através da implementação da bilhetagem eletrônica (Oliveira, 2013). Tais tecnologias, atualmente mais baratas e acessíveis, têm sido implementadas no Brasil e no mundo, proporcionando avanços para a operação dos sistemas de integração (ANPET, 2012). Todavia, a utilização da bilhetagem eletrônica na América Latina ainda é limitada, e apenas na última década foi iniciada nacionalmente a implantação de sistema de integração tarifária mediante o uso dessas tecnologias, como é o caso na criação dos bilhetes únicos nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo e em outras cidades brasileiras (SPTrans, 2018).

A implementação dos sistemas de bilhetagem eletrônica além de tornar mais ágil o acesso ao sistema de transporte, quando comparado ao pagamento em dinheiro, consolidou os benefícios sociais relacionados à integração tarifária das redes de transporte através do bilhete único (Vasconcellos, 2013; Neri, 2011). Em uma perspectiva operacional, os sistemas inteligentes de transportes permitiram identificar as principais rotas de transportes, garantir a articulação entre os diferentes modais de transporte e melhorar o direcionamento de investimentos por parte das concessionárias no serviço de transportes, ao subsidiar tomadas de decisões que podem elevar os níveis de eficiência do sistema (Neri, 2011). Para Oliveira (2013) o bilhete eletrônico e as demais tecnologias dos sistemas inteligentes de transporte permitem ainda a utilização em outras modalidades de integração, principalmente o sistema de integração temporal.

**Tabela 2: Principais desvantagens decorrentes da integração física.**

Desvantagens	Principais autores
Alto custo e uso de grandes espaços para a criação e operação de terminais em áreas centrais das cidades	Silva <i>et al.</i> (1994, 2014); Lapate (1987); Novaes (2014); Gomide (2013); Oliveira (2013)
Despesas administrativas de manutenção dos terminais	Silva <i>et al.</i> (1994); Lapate (1987); Oliveira (2013)
Ocupação de áreas que poderiam ser usadas para outra finalidade	Novaes (2014); Silva <i>et al.</i> (2014)
Criação de zonas de atratividade e decorrente aumento do congestionamento ao redor dos terminais	Silva <i>et al.</i> (1994)
Incremento do número de ônibus que circulam em zonas centrais, ao redor do terminal	Ferraz (1985); Silva <i>et al.</i> (1994); Lapate (1987)
Criação de integração forçada do sistema	Gomide (2013); Cadaval (2006)

### **3.2 Integração tarifária: a tarifa única como uma possível causa da retração da demanda**

Com o intuito de viabilizar o sistema integrado de transporte, políticas relacionadas a criação da integração tarifária, ou seja, de uma tarifa de transporte unificada, culminaram na definição de valores de referência para o preço dos transportes metropolitanos, estes valores foram chamados de tarifa técnica e tarifa do usuário de transporte (Novaes, 2014). A partir destes dois conceitos, foi possível instaurar um sistema de transporte totalmente integrado em que é vigente a tarifa do usuário,



que não corresponde porém aos custos de transporte por passageiro, a chamada tarifa técnica, sendo essa diferença paga a partir de repasses do governo do Estado (URBS, 2018; Novaes, 2014).

Todavia, a recente perda de competitividade dos sistemas de transporte coletivo urbano, principalmente no que se refere aos ônibus urbanos, frente a outros modais tem acarretado o progressivo abandono do transporte coletivo, como indicado na tabela 3. Tal processo gerou críticas relacionadas ao modo de tarifação, principalmente em relação a tarifa única assumindo que o viés social da integração atualmente se torna equivocado, isto por que os usuários com condições mínimas de renda, passaram a migrar para meios de transporte individual ou meios de transporte baseados no conceito de economia colaborativa, deixando de utilizar o sistema de transporte público, de modo que são os próprios pagantes de baixa renda que arcam com os custos adicionais da tarifa integrada (Cadaval, 2006; Gomide, 2013).

**Tabela 3 - Evolução da demanda do transporte público por ônibus no Brasil**

Indicadores	1994-2012	2013-2016		2013-2014	2014-2015	2015-2016
Passageiros equivalentes transportados	-24,4%	-18,1%		-2,0%	-9,0%	-8,20%

Indicadores	1994-2016	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Passageiros transportados/ônibus/dia	-40,1%	0,6%	-2,1%	0,9%	-3,1%	-7,5%	-4,6%

Ainda no que se refere a perda de competitividade do sistema de transporte por ônibus, destaca-se a baixa competitividade principalmente nos deslocamentos de curta distância em decorrência da rigidez que a tarifa única impõe sobre o sistema tarifário do transporte público urbano (Gomide, 2013). Desta forma, emerge a discussão relacionada aos dilemas econômicos do serviço de transporte público urbano, devido às suas características elásticas de preço relacionada à demanda, existindo, portanto, benefícios de rendimento na diminuição do preço do serviço mas que se tornam inviáveis em decorrência dos custos de operação dos transportes, ou seja, do aditivo metropolitano da tarifa técnica.

### 3.3 Integração tarifária temporal: uma alternativa ao "tradeoff" tarifário

A integração tarifária temporal (ITT) por definição é um sistema de integração que não necessita obrigatoriamente de terminais de transbordo, sendo considerada uma

alternativa para a integração física do sistema (Novaes, 2014; Silva et al, 2014). Maia (2013) define ainda a integração temporal como um deslocamento articulado, de prazo limitado, entre diferentes rotas no qual a tarifa paga corresponde a um valor inferior a soma das tarifas individuais para cada trajeto. O sistema de ITT já vem sendo discutido na bibliografia nacional desde a implantação dos primeiros sistemas de integração tarifária na década de 1980 e foi aplicado em diferentes cidades no Brasil e no mundo (Lapate, 1987; Ferraz, 1985; Silva *et al.*, 1994; Novaes, 2014).

Todavia, foi com o advento da bilhetagem eletrônica e os avanços nos sistemas de informação aplicados ao transporte público, conhecidos como sistemas inteligentes de transporte (ITS) (NTU, 2013), que a modalidade de ITT se tornou tema recorrente e muito explorado como solução para a conectividade das redes de transporte público (Oliveira, 2013; ANPET, 2007). As soluções de integração temporal aplicadas na década de 1980 descritas por Lapate (1987) baseados em cartões de papel passaram por diversas melhorias, sendo atualmente realizadas eletronicamente, o que possibilita seu uso para sistemas de transporte das mais variadas características e para diferentes escalas de tempo: como integrações de validades diárias, semanais, mensais, semestrais e até mesmo anuais (Novaes, 2014).

Na tabela 4, é apresentado os valores do bilhete mensal na cidade de São Paulo que, em escala nacional, deve ser destacada sua iniciativa de integração temporal em decorrência de: (i) sua proposta de integração temporal que possibilita acesso ao sistema por meio do bilhete único diário e mensal; (ii) dimensão da rede paulistana de transporte público urbano, atendendo em média 9 milhões de usuários diariamente; (iii) sua grande variedade de modais, dos quais ônibus, metrô e trens urbanos são acessíveis por meio do bilhete único mensal (SPTrans, 2018). Existem ainda outras cidades brasileiras que aplicam o conceito de ITT, porém, tal aplicação existe apenas como suporte para o transbordo. A cidade do Rio de Janeiro se constitui como um exemplo, pois a ITT ocorre apenas nos transbordos com validade de 120 minutos, ou ainda em outras cidades como Curitiba na qual tal integração só é permitida para linhas de ônibus sem integração física (URBS, 2018).

**Tabela 4 - Exemplos de cidades com sistemas de ITT pelo mundo**

Cidade	Tarifa Unitária	Tarifa Temporal mensal	Tarifa Mensal/Tarifa unitária	Observações
São Paulo, BRA	R\$ 6,96	R\$307,00	44,1	2 horas até 4 embarques
	R\$4,00	R\$194,30	48,58	SPTrans(2018)

Porém, não existem evidências na bibliografia que apontam para o maior uso do sistema de transporte público urbano de São Paulo após a implementação da ITT, todavia a Prefeitura de São Paulo (2016) apresentou resultados de crescente adesão do usuário à tarifa integrada atingindo resultados da ordem de 500mil usos diários. Na revisão bibliográfica foram encontrados ainda exemplos de cidades europeias em que, após a criação de sistemas de ITT, foram observados aumentos de passageiros transportados na ordem de 2% em médio prazo e de 12% em longo prazo (Abrate, 2008). Segundo relatado por Havlick (2005) em experiência semelhante de implantação de sistemas integrado de transporte na Morávia, República Tcheca, foram experimentados aumentos na ordem de 18% em 2003, no ano de integração e de 7% no ano subsequente.

Ainda que não possam ser evidenciados resultados práticos dos efeitos da implementação da integração temporal no cenário brasileiro, Ceftru (2007) destaca a vocação da integração temporal como uma ferramenta de melhoria da mobilidade urbana por trazer soluções para os problemas do sistema atual como: exclusão relacionada a falta de terminais; ocorrência de internações forçadas e deslocamentos negativos no sistema; impossibilidade e dificuldade no pagamento de tarifas de integração. A principal característica da ITT que permite combater esse fenômeno procede da flexibilização de itinerários possíveis dentro do sistema, porém, vale ressaltar que o sistema de tarifa temporal não implica na definição de uma tarifa única assim como não excluem a utilização de tarifas baseadas em zonas ou distância, tais características são particulares para cada sistema.

A utilização dos bilhetes de validade temporal em uma perspectiva de mercado, além de diversificar a oferta de tarifas de transporte, apresentam atribuições que afetam percepção e comportamento do usuário de transporte. No que se refere ao comportamento, Wittmer (2014) afirma que apesar dos principais direcionadores de consumo do usuário para esse tipo de serviço ainda sejam econômicos, a praticidade e a agilidade dos bilhetes temporais afetam na escolha de compra do usuário. O autor afirma ainda que a percepção dos usuários em relação a um sistema de integração temporal, se caracteriza pela liberdade e flexibilidade que este sistema possibilita.

Em contrapartida, sobre as desvantagens do sistema de ITT pode-se destacar os aspectos relacionados ao regime de arrecadação e aos custos do sistema de transporte, que em alguns casos as possíveis mudanças de tarifação, não acompanhadas de incentivos ao uso do sistema, poderiam acarretar em aumentos de custo e diminuição de arrecadação em um curto e até médio prazo (Gomide,

2013; Corrêa et al., 2015). De modo que alternativas relacionadas aos meios de financiamento do sistema devem ser levados em consideração principalmente para viabilizá-lo sem afetar negativamente seus principais usuários, geralmente a população de baixa renda (Mulley, 2011; Gomide, 2013; Cadaval, 2006).

É importante salientar ainda que os dados gerados pelo sistema de ITT podem apenas ser utilizados para melhorias do serviço de transporte público. Sendo assim, políticas de segurança de dados devem se definidas e implementadas para garantir a proteção do usuário, tendo em vista que, de modo geral, são empresas privadas que operam os serviços de transporte público (Department of Transportation, 2009). Essas medidas se tornam extremamente importantes pois o usuário que utiliza esse tipo de sistema não admite que seus trajetos sejam registrados e suas rotinas monitoradas (Puigserver, Payeras-Capellà, et al., 2012).

#### **4. CONCLUSÃO**

Em suma, o sistema ainda hoje hegemônico de integração baseado em terminais de transporte urbano, representa uma herança dos defasados modelos de transporte público da década de 1980 e 1990. Tais infraestruturas, apesar de caras, centralizadoras e espaçosas, ainda são indispensáveis para a oferta do serviço de transporte. No entanto, a integração temporal surge como uma alternativa para racionalizar os trajetos dentro do sistema de transporte urbano, diminuindo a necessidade de integrações forçadas e trajetos negativos além de diversificar a oferta de tarifa.

Sendo assim, apesar de não terem sido encontrados na bibliografia evidências do incremento do uso dos transportes públicos mediante a implantação da ITT de modalidade diária, semanal e mensal na cidade de São Paulo, tal sistema apresenta grande potencial de melhoria na qualidade e operação do serviço. Essas melhorias estão traduzidas na perspectiva do usuário principalmente pela flexibilização dos trajetos de transporte e melhorias na percepção de liberdade do usuário, enquanto que na perspectiva das empresas operadoras pode significar uma melhor gestão das operações de transporte por uma investimento relativamente baixo para sua implantação. Além disso em uma perspectiva operacional, existe a possibilidade de aproveitamento dos dados gerados pelo sistema integrado temporal, como apresentado na bibliografia para a identificação e estudo dos fluxos de passageiros nas cidades, desde que sejam tomadas medidas de segurança de dados adequada.

Por fim, ficam evidentes alguns aspectos limitadores para a aplicação do sistema, principalmente relacionados aos problemas de arrecadação e a necessidade de financiamento do sistema para preservar o viés social da integração mantendo a competitividade do sistema através da diversificação da tarifa e melhoria operacional. Deste modo são sugeridos, para estudo futuros, pesquisas mais aprofundadas a respeito das estratégias de tarifação temporal que possibilitem maior competitividade ao sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRATE G, M PIACENZA, D VANNONI. (2008) - The impact of Integrated Tariff Systems on public transport demand: Evidence from Italy - *Regional Science and Urban Economics* 39 (2009) p. 120–127.
- Associação Nacional dos Transportes Públicos - ANTP. (2012) *Sistemas Inteligentes de Transportes. Séries Cadernos Técnicos* – Volume 8. Corprint Gráfica e Editora. São Paulo
- BRINCO R (2017) Tarifação e gratuidade no transporte público urbano *Revista Fundação de Economia e Estatística*. Vol. 45 p. 79-96
- CADAVAL M. (2006) Integração tarifária e diversificação *Revista de Transportes Públicos - ANTP*, Ano 28, p. 29-33.
- CORRÊA MS, AR SOUZA, MC MARÇAL, MS GUERRA, SCB MELLO (2015). Os sistemas de bilhetagem eletrônica e suas múltiplas dimensões: um estudo sobre o SBE da região metropolitana do Recife. *NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia*, Vol. 5:3, p. 60-73.
- CIRIANNI F (2009). Intermodality and fare integration for public transport in a metropolitan area. *Association for European Transport and contributors*
- DEPARTMENT OF TRANSPORT - DfT (2009). *Smart and Integrated Ticketing Strategy*. Crown. London
- DUDUS KAS (2007). *Impactos positivos da gestão da rede integrada de mobilidade urbana - Estudo de caso: Lima, Curitiba, Singapura e Montreal*. Dissertação de Mestrado em Gestão Urbana PUCPR.
- GOMIDE AA, CHR RIBEIRO (2013). *A regulação dos serviços de mobilidade urbana por ônibus no Brasil*. Cidade e Movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano. Livraria Ipea p. 303-326
- HAVLICK, K. (2005) Integrated Public Transport of the Southern Moravia Region and the City of Brno. *European Local Transport Information Service (ELTIS)*.
- LAPATE R (1987) Integração sem terminais. *Revista de Transportes Públicos - ANTP*, Ano 9, p. 71-80.
- MAIA CA (2013) *Modelagem de redes multimodais integradas de transporte público: discussão conceitual e aplicada*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes UFC.
- MULLEY C, P GRAHAM (2011) Public transport pre-pay tickets: Understanding passenger choice for different products *Transport Policy* Val. 19 p. 69-75

- NERI M. (2011) Impactos sociais do Bilhete Único intermunicipal no Grande Rio. *CPS/FGV – RJ*
- NOVAES RR (2014). *Propensão ao uso de bilhetes temporais do transporte coletivo em função dos padrões de viagens*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes UnB.
- NTU (2013) Sistemas inteligentes de transportes. *12º Encontro de Boas Práticas*. Relatório de atividade.
- OLIVEIRA G (2013). *Integração tarifária temporal nos sistemas de transporte público por ônibus*. Dissertação de Doutorado em Engenharia de Transportes UFRJ.
- PREFEITURA DE SÃO PAULO (2016). Política Tarifária e seus efeitos no sistema de transporte. *Estudo tarifa 2017*. Acesso em: 02 abr. 2018. Disponível em: [www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/estudo\\_tarifa\\_2017\\_1500388954.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/estudo_tarifa_2017_1500388954.pdf)
- ROLNIK R, D KLINTOWITZ (2011) Mobilidade na cidade de São Paulo Estudos Avançados Vol. 25(71), p. 89-108.
- SILVA ANR, SH DEMARCHI, ACP FERRAZ. (1994) Integração tarifária no transporte por ônibus: com ou sem terminal. *Revista dos Transportes Públicos - ANTP*, Vol. 63 p. 30-38.
- SHARABY N, Y SHIFTAN (2013) Equity Aspects in Transportation Projects: Case Study of Transit Fare Change in Haifa, *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol. 8:1, p. 69-83
- SORIANO MAG, LAS SILVA, NAH CAVALCANTI, PRG SANTOS, LH MEIRA (2016). Operação de Sistemas de Transporte Público Metropolitano: terminais fisicamente integrados ou integração temporal?. *VII Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável - PLURIS*.
- SPTRANS. (2018) Tarifas. Disponível em: <[http://www.sptrans.com.br/a\\_sptrans/tarifas.aspx](http://www.sptrans.com.br/a_sptrans/tarifas.aspx)>. Acesso em: 02 abr. 2018.
- URBS. (2018) Tarifa Técnica. Disponível em: < <https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/tarifas-custos>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

# **ACCESIBILIDAD TERRITORIAL COMO INDICADOR DE CALIDAD DE SERVICIO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE MASIVO. CASO DE ESTUDIO: SISTEMA MIO, SANTIAGO DE CALI – COLOMBIA**

## **Hector Alejandro Huertas Rodríguez**

Universidad del Valle, Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia,  
hector.huertas@correounivalle.edu.co

## **Carlos Alfonso Serrano Flórez**

Universidad del Valle, Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia,  
carlos.serrano@correounivalle.edu.co

## **Ciro Jaramillo Molina**

Universidad del Valle, Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia,  
ciro.jaramillo@correounivalle.edu.co

## **Jackeline Murillo Hoyos**

Universidad del Valle, Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia,  
jackeline.murillo@correounivalle.edu.co

## **RESUMEN**

Este estudio evaluó la accesibilidad al sistema de transporte masivo en el territorio de Santiago de Cali como parámetro e indicador de calidad del mismo, utilizando indicadores de accesibilidad como el indicador de densidad absoluta, densidad ponderada e indicador de tiempo global, los cuales emplean la malla vial del sistema MIO y su red de rutas. Para análisis enfocados en la población se implementó el indicador de Hansen que relaciona el estrato socioeconómico de la población. Los resultados globales de estos indicadores reflejaron condiciones de accesibilidad favorables para la mayor parte de la zona urbana de la ciudad. Los barrios de estrato social medio (aproximadamente el 62% de la población), registraron los niveles de accesibilidad más favorables, menores tiempos de viaje y mayores posibilidades a oportunidades de empleo. Por otro lado, los barrios de estrato bajo ubicados en la periferia (aproximadamente el 13% de la población), presentan las condiciones menos favorables en términos de acceso al SITM-MIO. En cuanto a cobertura territorial, se encontró que el SITM-MIO permite brindar un servicio adecuado para la zona urbana de Cali. Por lo tanto, las dificultades que actualmente se presentan en el servicio no se derivan directamente de la planeación del sistema, sino de una serie de factores que convergen, tales como el estado y disponibilidad de la flota, la competencia con otros modos de transporte, las condiciones de la infraestructura vial, y los tiempos de expansión y mejoramiento de la infraestructura del sistema.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Con el continuo crecimiento poblacional y comercial de la ciudad de Santiago de Cali, la demanda de movilidad y transporte de sus habitantes requiere especial

atención por parte de la administración municipal y de los entes gestores de sistemas de transporte. La implementación de buses de tránsito rápido (BRT) ha sido el método propuesto para atender dicha demanda en la ciudad de Santiago de Cali. Aunque la cobertura de infraestructura vial del sistema BRT implementado en la ciudad, SITM-MIO, es de aproximadamente un 93%, según cifras expuestas por el ente gestor de este sistema, Metro Cali S.A, en la actualidad se reflejan problemas e inconformismo por el servicio que se presta en algunos sectores de la ciudad. El Sistema Integrado de Transporte Masivo MIO surgió con el propósito de reemplazar el Transporte Público Colectivo tradicional (TPC), articularse a otros modos de transporte, reducir emisiones contaminantes y desestimular el uso del transporte particular, buscando con esto facilitar las condiciones de accesibilidad y movilidad de las personas en la ciudad de Cali y en ese orden de ideas, mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Teniendo en cuenta que el tema de movilidad es crucial para el cumplimiento de los estándares de calidad de vida de una comunidad y que la movilidad de las personas es dinámica y está en continuo cambio, se requiere realizar un monitoreo y evaluación constante de sus parámetros para así tener herramientas que permitan formular acciones de mejoramiento continuo. Considerando los inconvenientes actuales del servicio del MIO tales como: la disminución de oferta, el incremento de tiempos de desplazamiento y la migración de usuarios a otros modos de transporte, que repercuten negativamente en la accesibilidad de los usuarios dentro del sistema, es importante y pertinente realizar estudios que permitan analizar la situación actual del mismo, las fortalezas y falencias del servicio y proporcionar recursos para proponer y seleccionar alternativas de mejora, que a su vez podrán contribuir a mitigar el problema de movilidad de la ciudad (Huertas y Serrano, 2017).

## **2. MARCO REFERENCIAL**

**2.1. Accesibilidad:** se define como la cualidad de fácil acceso para que cualquier persona pueda llegar a un lugar, objeto o servicio en condiciones de seguridad, comodidad e igualdad. Esta es, por tanto, una variable fundamental para garantizar el cumplimiento del principio de igualdad de oportunidades y permitiendo una mejora de la calidad de vida de todos los ciudadanos. Geurs y van Wee (2004) identificaron cuatro componentes de accesibilidad, los cuales se definen a continuación:

**Componente de transporte:** describe el sistema de transporte y principalmente, los inconvenientes que ofrece el sistema a una persona para poderse movilizar de un



lugar a otro mediante un modo de transporte específico, incluyendo variables como tiempos, costos, esfuerzos y riesgos, y oferta y demanda.

**Componente de usos del suelo:** refleja los usos del suelo, las oportunidades de distribución de cantidad, calidad y espacio de las diferentes actividades (comerciales, de servicios, educativas, etc.) de cada destino, así como su demanda en los lugares de origen de los habitantes.

**Componente temporal:** se refiere a la disponibilidad de oportunidades de transporte en distintos momentos del día y disponibilidad temporal de las personas para realizar ciertas actividades.

**Componente individual:** refleja las necesidades, habilidades y oportunidades de la persona como tal y que influyen en el nivel de acceso de una persona a los modos de transporte.

**2.2. Niveles de Accesibilidad:** antes de analizar los indicadores de accesibilidad más utilizados interesa realizar algunas consideraciones cerca de la escala y ámbito de estudio, ya que solo es posible establecer comparaciones cuando estos coinciden. A tal fin, pueden distinguirse tres niveles de accesibilidad (Izquierdo, R., 1994):

**Accesibilidad Relativa:** Es el grado de conexión que tienen dos lugares situados en el mismo territorio. Es interesante señalar que la accesibilidad relativa entre dos puntos no tiene por qué ser igual en los dos sentidos, pues la distancia puede no ser simétrica.

**Accesibilidad Integral o Absoluta:** Es el grado de interconexión que tiene un punto con todos los demás que están en el mismo territorio. La fórmula operativa de la accesibilidad integral dependerá del tipo de accesibilidad relativa que utilicemos y en términos generales podemos expresar su relación del siguiente modo:

$$A_i = \sum_j^n a_{ij}$$

Donde,  $A_i$  es la accesibilidad integral del punto  $i$ ,  $a_{ij}$  la accesibilidad relativa entre  $i$  y  $j$ ,  
y  $n$  el número total de puntos en la zona

**Accesibilidad Global:** Es la suma de las accesibilidades absolutas o integrales de todos los puntos de la zona en estudio, entendiéndose del siguiente modo:

$$A = \sum_i A_i$$

Donde,  $A$  es la accesibilidad relativa y  $A_i$  la accesibilidad integral.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Caracterización zona de estudio

Para la caracterización de la zona de estudio es necesario recopilar información alfanumérica y cartográfica referente al territorio y al sistema de transporte masivo como: identificación de la totalidad de los barrios situados en Santiago de Cali, área de cada barrio, población residente, estrato socioeconómico moda, longitud total de corredores del sistema (troncales, pretroncales y alimentadores), tipos de vehículos del sistema y sus respectivas capacidades, número total de rutas y sus respectivas tipologías, longitud de cada ruta, intervalos y frecuencias de paso por cada ruta en hora pico, tiempos de ciclo por ruta, velocidades promedio por ruta, listado de puntos de parada del sistema (estaciones y paraderos sobre las vías), y red de rutas y puntos de parada del sistema MIO y MIO Cable.

#### 3.2. Selección de indicadores

##### Indicador de densidad

Se entiende como la medida de la densidad de infraestructuras de comunicación de una zona ( $\text{km}/\text{km}^2$ ), el cual puede tener muchas variaciones según la ponderación que se haga de las vías o servicio de distinta categoría. El índice de densidad ( $D$ ) se puede obtener a partir de la siguiente ecuación:

$$D = \frac{\text{km de red}}{\text{Área zona de estudio}} \left( \frac{\text{km}}{\text{km}^2} \right)$$

Adicionalmente, con base en este indicador se decidió introducir una ponderación con la finalidad de considerar variables relacionadas con la oferta del servicio, como la cantidad de servicios ofrecidos (número de rutas) sobre las vías de cada barrio de la ciudad y la capacidad de los vehículos que prestan servicio en estas rutas. Esta densidad ponderada se planteó mediante la siguiente ecuación:

$$D_{pond} = \frac{\text{km corredor} * \text{Total rutas en el corredor} * C}{\text{Área barrio}}$$

El factor  $C$  en la ecuación anterior se tomó como la capacidad del mayor vehículo que sirva la zona de estudio, dependiendo del tipo de corredores y rutas que presten servicio en el sector: articulado (160 pasajeros), padrón (80 pasajeros) y complementario (51 pasajeros). Con esta ponderación entonces es posible realizar comparaciones con respecto a la densidad absoluta para cada zona de estudio. De

igual forma, para el cálculo de densidad absoluta y densidad ponderada se consideraron los límites administrativos de los barrios como condiciones de frontera para realizar la asignación de rutas a cada uno. En ambos casos se optó por seguir estos límites y tomar para cada sector las rutas que transitaran dentro de su jurisdicción.

### **Indicador absoluto de tiempo global**

Es un indicador que mide la suma de tiempos de desplazamiento desde un punto a todos los demás. El punto de menor sumatoria de tiempo es el mejor comunicado. Este indicador tiende a favorecer los puntos ubicados hacia el centro de una red por su localización geográfica, dado que los tiempos de viaje desde estos nodos hasta los otros son menores.

$$T_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}$$

Donde,  $t_{ij}$  es el tiempo mínimo de recorrido de  $i$  a  $j$  utilizando la red. El cálculo de este indicador se llevó a cabo mediante la extensión *Network Analyst* del programa ArcGis©, simulando la matriz origen-destino de tiempos mínimos entre centroides de barrios por medio de la red del sistema de transporte masivo para todos los barrios de Cali. Al realizar la sumatoria de tiempos para cada centroide, se obtiene un vector de tiempos de viaje (Escobar García, D. y García Orozco, F., 2012).

### **Indicador de Hansen**

Para evaluar la atracción de la población para una zona, Hansen consideró la cantidad de áreas disponibles para el desarrollo, y propuso la combinación del índice de accesibilidad con la disponibilidad de áreas para determinar el potencial de desarrollo de una región. Este potencial es definido como el producto del valor de accesibilidad integral por el área disponible de la manera siguiente (Hansen, W.G., 1959):

$$A_i = \sum_{j=1}^n A_{ij}, \quad A_{ij} = \frac{E_j}{d_{ij}^b}$$

Siendo,  $A_{ij}$  el nivel de accesibilidad de la zona  $i$  respecto a la zona  $j$ ,  $E_j$  el total de empleos en la zona,  $d_{ij}$  la distancia entre las zonas  $i$  y  $j$ ,  $m$  el número de zonas del área de estudio, y  $b$  el parámetro de calibración

Para este indicador, se optó por tomar el término  $d_{ij}$  como el tiempo en minutos entre centroides, el cual se obtuvo del análisis del indicador inmediatamente anterior, dado que tanto el tiempo como la distancia son factores de impedancia

para los viajes. De igual forma, se tomó el parámetro de calibración  $b$  como 1, dado que su imprecisión se incrementa en la medida en que este valor sea mayor.

#### **4. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

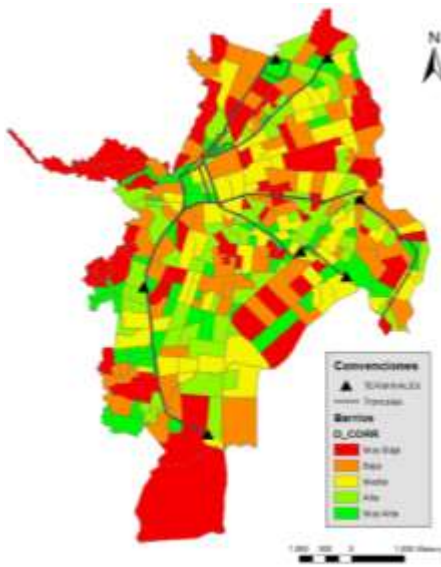
Después de realizar la caracterización de la zona de estudio, de las rutas actualmente ofrecidas por el sistema de transporte masivo MIO y de seleccionar los indicadores apropiados para realizar la evaluación de las condiciones de calidad del servicio en función de la accesibilidad, se realizó la aplicación de los indicadores de densidad, tanto absoluta como ponderada, tiempo global e indicador de Hansen. Los resultados de accesibilidad obtenidos, para los tres indicadores analizados, se expresaron en cinco categorías: Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta. Estas categorías permiten determinar la calidad del servicio por sectores de la ciudad y, por ende, identificar los barrios con condiciones de accesibilidad más y menos favorables.

##### **4.1. Indicador de densidad**

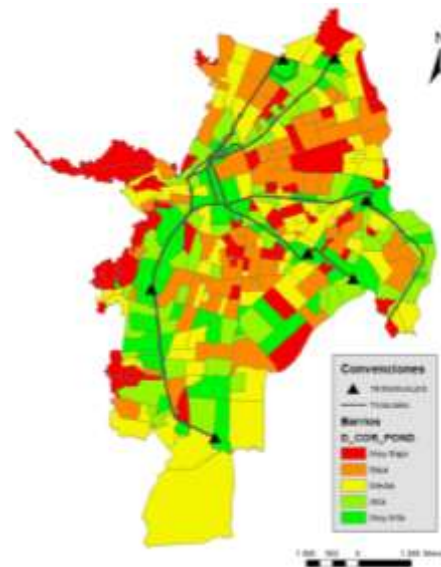
En el caso de densidad absoluta (caso A), considerando únicamente el corredor vial por donde se presta el servicio sin tener en cuenta las tipologías y rutas que transitan por el mismo, se encuentra que los sectores con los mayores niveles de accesibilidad están repartidos en varios puntos de la zona urbana. Sin embargo, hacia la zona céntrica de la ciudad se observan altos valores de accesibilidad, con algunos barrios periféricos al norte, sur y occidente teniendo los menores valores. Para esta variante del indicador, la longitud de las vías atendidas por el sistema y el área de cada uno de los barrios ejercen una gran influencia en los resultados, (Figura 1(a)).

Al considerar las tipologías de servicio del SITM (caso B) para el cálculo de densidad, se encuentra que los barrios con la accesibilidad más alta son aquellos alrededor en la zona de influencia de la Terminal Calipso, lo cual incide directamente en este hecho al tener la posibilidad de acceder a una mayor cantidad de servicios. Esto también se cumple para San Pedro, El Calvario y San Pascual, barrios atravesados por la troncal Centro (Calles 13 y 15), en la cual se concentran la mayor cantidad de servicios ofrecidos por el SITM-MIO, (Figura 1(b)).

**Figura 31. Indicador de densidad**



a) Indicador densidad absoluta



b) Indicador densidad ponderada

A diferencia del caso A, donde no se observan muchas zonas agrupando barrios de altos niveles de accesibilidad, en el caso B se observa que los barrios cercanos a los corredores troncales y estaciones terminales del sistema cuentan con niveles de accesibilidad mayores que los barrios más alejados de las troncales. Esto es debido a que las troncales son atendidas por vehículos con una mayor capacidad (articulados) y en algunos casos por vehículos padrones atendiendo rutas pretroncales, por lo que los usuarios residentes en estos sectores cuentan con una oferta de servicio mayor tanto en número de rutas como en capacidad y esto genera que en estos barrios existan mayores facilidades para acceder y utilizar el servicio. Igualmente, al comparar los resultados para densidad absoluta con los obtenidos para densidad ponderada, se encuentra que en el último caso los valores de accesibilidad aumentan en la gran mayoría de sectores de la ciudad. Aquí es donde se observa la influencia de la ponderación aplicada, ya que la mayor parte de los barrios son atendidos por rutas pretroncales y alimentadoras, las cuales operan con buses de menor capacidad, variable de la cual depende directamente la ponderación.

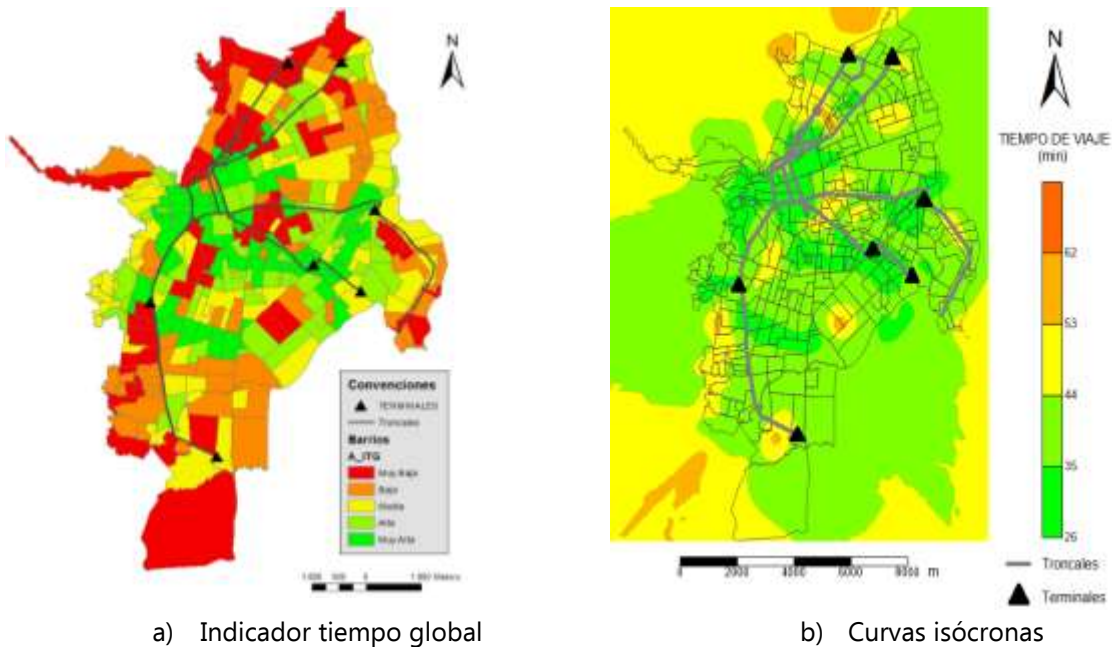
#### 4.2. Indicador de tiempo global

Los sectores con menor sumatoria de tiempos de desplazamiento y por ende, mayores niveles de accesibilidad, se ubican principalmente en el centro de la ciudad y alrededor de los corredores troncales de la Carrera 1 al norte, la Troncal de Aguablanca en el oriente y el tramo norte de la Calle 5. Los barrios ubicados alrededor de la Avenida Guadalupe hacia el sur cuentan igualmente con muy altos

valores de accesibilidad. Esto es consecuente con la teoría para este indicador, siendo las zonas centrales de la red aquellas con mejores resultados. De igual manera, los barrios cercanos a las troncales cuentan con la ventaja que, en estos corredores, dadas sus características, se dan las mayores velocidades de tránsito, lo que deriva en menores tiempos de desplazamiento.

Los barrios con mayores dificultades son aquellos ubicados en los extremos de la ciudad, principalmente hacia el norte y sur de la ciudad y el extremo oriente. Estos sitios, siendo los puntos más remotos, están más alejados de los barrios restantes de la ciudad y sus habitantes requieren hacer uso de rutas alimentadoras para acceder a los corredores troncales, por ende, presentan tiempos más altos de desplazamiento con respecto a los barrios ubicados hacia el centro, que están más concentrados y cercanos entre sí. También se presentan casos de barrios que a pesar de no estar localizados en los puntos extremos de la ciudad cuentan con altos tiempos de viaje, lo que se puede observar en la Figura 2, en la que se observan puntos con tiempos de viaje altos. Esta situación se debe a la estructura de la red de transporte, que en varios casos no permite rápidas integraciones entre corredores y rutas del sistema. De igual manera, algunas rutas alimentadoras deben recorrer una distancia larga desde algunos barrios hacia sus estaciones de integración con el resto del sistema, lo que incide directamente en el incremento de los tiempos en estas zonas.

**Figura 32. Indicador de tiempo global**



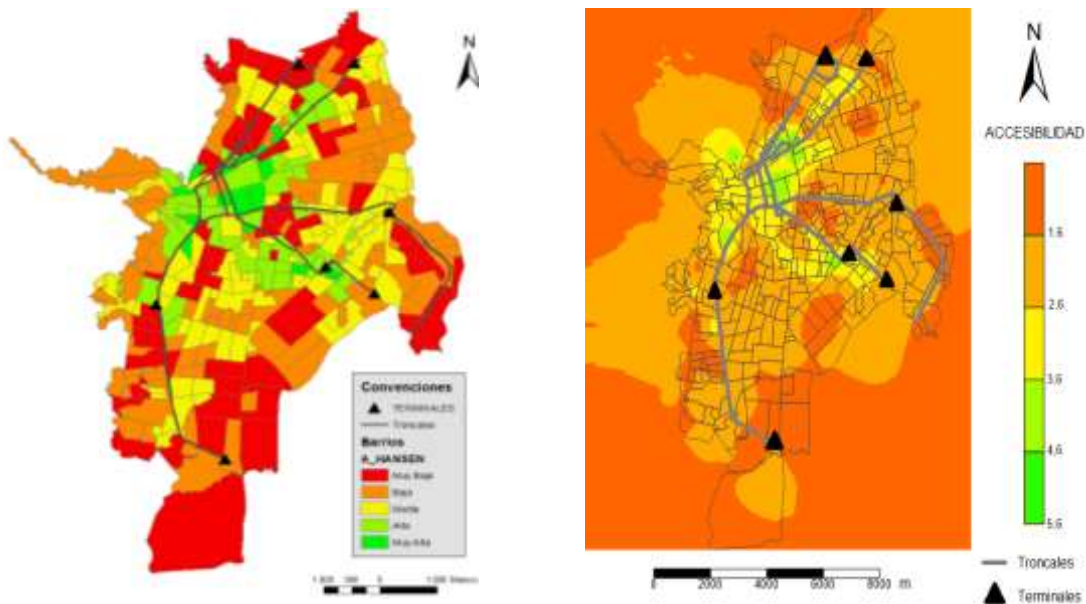
En la zona de ladera, la cual es importante tener en cuenta dada la dificultad existente para ofrecer el servicio en esos sectores, se aprecia que los barrios de la comuna 20

cuentan con valores de accesibilidad altos, en contraste con las comunas 1, 18 y el barrio de Altos de Menga en la comuna 2, donde se observan valores de accesibilidad entre medios y muy bajos. Lo anterior se debe a que en la zona de Siloé existe una mayor oferta del servicio (rutas alimentadoras y sistema MIO Cable) y una mayor cercanía con una terminal donde los usuarios pueden integrarse con el resto del sistema para acceder a sus destinos, lo cual influye en los tiempos de desplazamiento haciendo que estos sean considerablemente menores.

### 4.3. Indicador de Hansen

Los sectores con mejores posibilidades de acceso a oportunidades (expresadas en términos de empleo) mediante el SITM-MIO, y con mejores indicadores de accesibilidad se encuentran hacia el centro de la ciudad, en los barrios El Calvario, Sucre, Obrero, El Hoyo, El Piloto, en la zona noroeste (barrios El Peñón, Juanambú y Normandía), alrededor de la calle 5 (San Antonio), el corredor de la carrera 29 desde Santa Elena hacia el oriente y la troncal de la carrera 1 hacia el norte, (Figura 3). Al igual que como se presentó con el indicador de tiempo global, los barrios con menores indicadores de accesibilidad fueron los ubicados hacia los extremos de la ciudad, particularmente hacia el norte, oriente (distrito de Aguablanca) y sur (sector de Ciudad Jardín y Pance). Esto se debe a que el tiempo de desplazamiento ejerce una gran influencia en la posibilidad de acceso a las oportunidades por parte de los usuarios, las cuales en este caso fueron los empleos. Para estos sitios remotos, los tiempos son efectivamente mayores, por ende, hay mayores dificultades en el acceso a las oportunidades para sus residentes.

Figura 33. Indicador de Hansen

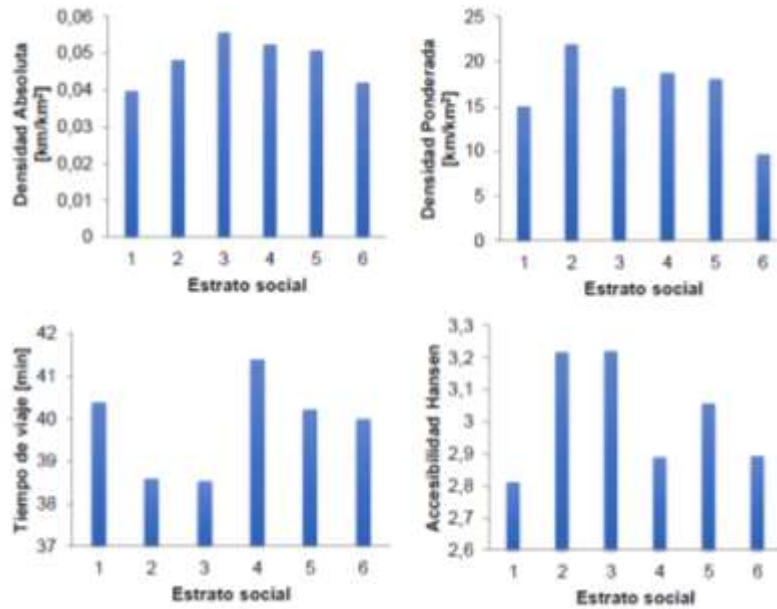


Al realizar la comparación entre los resultados obtenidos mediante el indicador de tiempo global y el indicador de Hansen para el análisis mediante polígonos, se encuentra que los niveles de accesibilidad disminuyen para la mayoría de barrios de la ciudad. Lo anterior se debe a que para el cálculo del indicador de Hansen se considera, además del tiempo de viaje, la atractividad de cada punto de destino, expresada en términos de la densidad de empleos de cada barrio, mientras que para el indicador de tiempo global solamente se está considerando el tiempo de viaje del usuario independientemente del motivo de tal viaje. Buscando analizar los resultados de estos indicadores de acuerdo al estrato socioeconómico de cada barrio, se realizó el cálculo de los valores promedio de estos para el consolidado de los diferentes estratos socioeconómicos de la ciudad, los resultados obtenidos se muestran en la Figura 4.

Estos resultados reflejan que en general los barrios catalogados dentro de los estratos 2 y 3 son los que poseen una mayor distribución del sistema MIO en su territorio, abarcando estos el 66% de la población urbana de Cali, como lo muestra el indicador de densidad, asimismo estos sectores tienen una mayor disponibilidad de rutas (troncales, pretroncales y alimentadores) para la movilidad de los usuarios. Estas condiciones inciden en la mayor accesibilidad que tienen los barrios de estrato bajo y medio-bajo para movilizar a sus habitantes hacia el resto de la ciudad, como lo resume el indicador de tiempo global. El indicador de Hansen también coloca a los barrios en estos estratos como aquellos con las mayores posibilidades de acceso a oportunidades de empleo en la ciudad. Por otro lado, los barrios de estrato 1, que alcanzan a reunir aproximadamente el 19% de la población de la ciudad son los que tienen los peores resultados en los indicadores, en donde tanto la distribución de la malla vial del MIO, la disposición de diferentes rutas, los tiempos de viaje a todos los demás destinos y las posibilidades de acceso a empleos es de bajo nivel mediante el uso de sistema.

**Figura 34. Histogramas promedio por estrato socioeconómico**





Aunque la infraestructura vial del sistema se encuentre repartida en un gran porcentaje del territorio, y abarque la totalidad del mismo, estos indicadores reflejan una falla en el servicio a la hora de satisfacer las demandas de movilidad que tienen los usuarios que habitan estos barrios. Es de notar también que los barrios del estrato más alto (6) cuentan con bajos índices de accesibilidad, sin embargo, estos son en su mayoría sectores de gran extensión territorial y baja densidad poblacional, en los cuales la cobertura espacial del servicio se adecúa a estas condiciones. También se debe tener en cuenta que en estas zonas generalmente existe un predominio en el uso del vehículo particular sobre el transporte público, por lo que el enfoque de la prestación del servicio no está necesariamente orientado a estos lugares.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos para los indicadores considerados se corresponden con los conceptos teóricos de los mismos, como se pudo apreciar con lo obtenido mediante el indicador de tiempo global, el cual como se planteó por Sarmiento et al (2000), tiende a favorecer los puntos ubicados hacia el centro de una red. En este caso, los sectores con menores valores de tiempos y, por ende, una mejor calidad fueron aquellos ubicados en las cercanías del centro, en detrimento de las zonas periféricas que obtuvieron los mayores tiempos, con lo que el postulado teórico del indicador de tiempo global se confirmó en el análisis realizado. De igual manera, se encontró que los sectores aledaños a los corredores troncales o vías con alta oferta de servicios, principalmente rutas pretroncales, poseen valores de accesibilidad altos, y

por ende una buena calidad de servicio, con lo que los hallazgos de este estudio son congruentes con respecto a los resultados obtenidos previamente por Jaramillo et al (2012) y por Parra Reyes (2014), donde se encontraron ventajas hacia la zona centro y las zonas aledañas a los corredores troncales, y deficiencias en el oriente de la ciudad y la zona de ladera en el oeste. Se debe hacer la salvedad de que en este último estudio únicamente se consideró un destino: la Universidad del Valle, mientras que para este caso se tomó el conjunto total de barrios de la zona urbana como orígenes y destinos, por lo que los niveles de accesibilidad obtenidos pueden diferir en varios polígonos entre estudios.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Escobar García, D. y García Orozco, F. (2012). Impacto regional: caso de aplicación de análisis de accesibilidad territorial. *Épsilon*, n. 18, p. 71-86, junio 2012. ISSN 1692-1259.

Geurs, K. T. y Van Wee, B. (2004). *Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions*. En: *Journal of Transport Geography*. No. 12.

Hansen, W.G. (1959). *How accessibility shapes land-use*. En: *Journal of the American Institute of Planners*, No. 25.

Huertas, H.A. y Serrano, C.A. (2017). Análisis territorial de la accesibilidad como indicador de la calidad del SITM en Santiago de Cali. Tesis de Pregrado de Ingeniería Civil. Universidad del Valle.

Izquierdo, R. (1994). *Transportes. Un enfoque integral*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Jaramillo, C., Lizárraga, C. y Grindlay, A. L. (2012). *Spatial disparity in transport social needs and public transport provision in Santiago de Cali (Colombia)*. En: *Journal of Transport Geography*. No. 24.

Parra Reyes, J. (2014). Problemas de accesibilidad con sistemas BRT para una universidad en la periferia. El caso de la Universidad del Valle (Campus Meléndez). Tesis de Pregrado de Ingeniería Civil. Universidad del Valle.

Sarmiento, I., Muñoz, J. y Ángel, C. (2000). Análisis de la Accesibilidad en la Región del Occidente Colombiano. IV Congreso de Ingeniería de Transporte. Universidad Politécnica de Valencia, España.

# **MOVILIDAD, EQUIDAD E INCLUSIÓN: UNA PROPUESTA ACADÉMICA PARA EL CICLO TAXI EN LA CIUDAD DE MÉXICO.**

**Sandra Luz Bacelis Roldán,  
Bernardo Navarro Benítez,  
Juan Ricardo Alarcón Martínez,  
Agustín Sánchez de Tagle Reynoso,  
Enrique Bonilla Rodríguez**

Universidad Autónoma Metropolitana –Xochimilco-

## **RESUMEN**

El trabajo trata del servicio de ciclotaxis y mototaxis existente en la capital nacional, servicio que se concentra en zonas de bajos recursos o condiciones de rezago social y es utilizado para viajes cortos ya sea interbarriales o de interconexión con medios de mayor capacidad. Presenta altos niveles de irregularidad y autogestión por parte de las organizaciones de permisionarios. Aun cuando el servicio posibilita casi 400 mil viajes diarios, prácticamente no ha sido incluido en la política de movilidad de la ciudad. La mayor proporción del parque vehicular son motocicletas y bicicletas adaptadas que proporcionan bajo nivel de seguridad. Desde la Universidad Autónoma Metropolitana -Xochimilco- se ha iniciado un proyecto para desarrollar una propuesta de diseño de prototipo de vehículo. Este documento aborda algunas consideraciones definidas como inicio del proyecto; principalmente: 1) Contexto del servicio, 2) Condiciones territoriales-urbanas para la circulación del vehículo 3) Generalidades para el diseño del prototipo.

## **1. CONTEXTO INTERNACIONAL**

Los bicitaxis están presentes en varias de las principales metrópolis del planeta. En las más relevantes urbes de los países desarrollados juegan un rol particular por permitir traslados por motivos turísticos y de recreación en zonas acotadas de las ciudades. Sin embargo en las ciudades de América Latina, junto con los mototaxis, esta modalidad tiene una difusión más amplia y roles urbanos y sociales más complejos vinculados a posibilitar una porción clave de traslados para sectores populares en zonas específicas de estas urbes. Se considera que existen 20 millones de mototaxis alrededor del globo<sup>32</sup>.

Por ejemplo en Bogotá, Colombia circulaban 8,700 unidades entre tricimotos y bicitaxis para mediados de la presente década, para el año 2004 solo había 450 bicitaxis en la ciudad y en el 2012 la cifra superó los 8.000; 150.000 personas se están

---

<sup>32</sup> Diario El Comercio <https://elcomercio.pe/mundo/latinoamerica/mototaxis-argentina-mendoza-darles-luz-verde-336921>

movilizando en bicitaxis a diario.<sup>33</sup> En Lima, Perú se calculan cerca de 600 mil desplazamientos<sup>34</sup>. Mientras el mercado local de mototaxis comercializa alrededor de 100 mil vehículos al año, las motos por sí solas solo comercializan 70 mil anualmente. El 40% de mototaxis que recorren la ciudad, son informales. En Caracas, Venezuela, en el municipio Libertador existen aproximadamente 532 cooperativas organizadas de estos vehículos.

En México los bicitaxis y mototaxis son alternativas populares en la zona sur del país: en Istmo de Tehuantepec y la península de Yucatán, entre otras áreas de la nación. En el caso de la Ciudad de México (CDMX) los bicitaxis existen desde hace 25 años operando fundamentalmente en las periferias de su zona metropolitana y en el Centro Histórico. Consideramos inaplazable el desarrollo de una política pública para el servicio. Destaca la necesidad de contar con un vehículo homologado con mejores condiciones de seguridad, menores emisiones ambientales y; para los operadores, que no contribuya a afectar negativamente su salud. Entre otras cosas consideramos esta necesidad por lo siguiente:

1. El servicio posibilita muchos más viajes que Uber, Cabify y otras alternativas promovidas por matrices internacionales y soportadas por gobiernos en México.
2. Posibilitan traslados en zonas donde no hay servicios para las familias de menores ingresos, permitiendo la realización de viajes fundamentales para madres trabajadoras como el traslado vivienda-escuela de los niños, o desplazamientos a centros de salud locales o la movilidad vinculada a las compras de víveres en zonas populares donde la infraestructura vial es inadecuada o inexistente para el transporte colectivo.
3. El servicio se presta en vehículos carentes de normativización, obsoletos e inseguros.

## **2. TRANSPORTE Y DESIGUALDAD EN LA CIUDAD: BICITAXIS Y MOTOTAXIS**

Aunque la propuesta se está trabajando en la UAM-X se enfoca en el servicio de bicitaxi y mototaxi dentro del territorio de la Ciudad de México; el contexto metropolitano es determinante para la dinámica de la movilidad dentro la CDMX, la cual es capital nacional y entidad que dio origen a la Zona Metropolitana del Valle

---

<sup>33</sup> Extraído del diario El Tiempo <http://www.eltiempo.com/la-legalizacion-de-los-bicitaxis-en-bogota-139734>

<sup>34</sup> Extraído del diario Capital <http://www.capital.com.pe/actualidad/600-mil-mototaxis-se-desplazan-sin-control-de-municipalidades-distritales-en-lima-noticia-1013415>

de México (ZMVM), que es la más poblada y la de mayor superficie territorial del país: cuenta con 21 millones de habitantes y 7,866 kilómetros cuadrados. Su tasa de crecimiento no es tan alta como fue en décadas pasadas, sin embargo, en términos absolutos su crecimiento poblacional es significativo, tan solo entre los años 2010 y 2015, la población de la ZMVM se incrementó en casi en 776 mil personas<sup>35</sup>.

De acuerdo con datos de la Encuesta Origen-Destino del año 2017, en la ZMVM se realizan 34.5 millones de viajes en día laboral. En la CDMX se generan 17.3 millones<sup>36</sup>. A nivel metropolitano, diecisiete de los veinte principales distritos atractores de viajes están en la CDMX, la cual mantiene su preminencia en la atracción de desplazamientos vinculados con actividades económicas, servicios y equipamientos. La ZMVM presenta una tendencia de crecimiento territorial expansivo y de especialización funcional, en donde predominan usos de suelo habitacionales en áreas periféricas, en tanto que zonas que concentran usos comerciales, de servicios o con mayor dotación de equipamiento se encuentran en áreas centrales, o bien, concentradas en torno a corredores viales metropolitanos o regionales.

Entre los rasgos de la capital nacional y la zona metropolitana, se encuentran las marcadas condiciones de desigualdad. Vinculado con la especialización funcional, el mercado del suelo contribuye de manera importante para la diferenciación socioterritorial y socioeconómica entre áreas habitacionales también. De manera que, como ocurre en otras ciudades de América Latina, existen barrios de mayor pobreza y menor dotación servicios, equipamientos e infraestructuras. Esas condiciones no escapan a los aspectos vinculados con las infraestructuras, servicios y equipamientos de transporte, que son soportes materiales para la movilidad. En trabajos previos, se ha señalado que la gestión 2012-2018 del gobierno de la Ciudad de México dio gran impulso al discurso de implementar lo que denominó el "nuevo paradigma de la movilidad". Para ello, se realizaron modificaciones legales, normativas, programáticas e institucionales. Como parte fundamental de ese discurso se insistió en la idea del protagonismo de los traslados peatonales y ciclistas, así como la seguridad vial. Sin embargo, consideramos que el mayor desarrollo de adecuaciones para mejorar la circulación peatonal y ciclista se concentró en zonas específicas de la ciudad, sobre todo en áreas centrales en donde había sobredotación previa de infraestructuras y servicios. Mientras que las áreas periféricas y de mayor concentración de población de bajos ingresos, en donde se realiza una importante

---

<sup>35</sup> CONAPO/INEGI, 2018.

<sup>36</sup> INEGI 2018.

proporción de sus traslados diarios a pie, en bicicleta o en servicios locales como son bicitaxis y mototaxis; parecen quedar excluidas del planteamiento e impulso al “nuevo paradigma”<sup>37</sup>. Como resultado, en la CDMX prevalece un desarrollo desigual y combinado de procesos el servicio de transporte de pasajeros, con lógicas paralelas y contradictorias entre el intento de “modernización” e introducción de servicios incluyendo uso de tecnologías como las aplicaciones, y en las áreas “pobres” falta de soluciones básicas de infraestructura y servicios para la conectividad barrial interna o con modos de transporte de mayor capacidad. Tal vez, a ello se deba el abandono gubernamental y el vacío existente de este servicio dentro de las políticas públicas, así como a la insuficiente normatividad. No está de más señalar que, en los hechos, durante el periodo de gobierno referido, la movilidad automotriz y particularmente en motocicletas, mantuvo su predominio. En la distribución modal, a nivel metropolitano los desplazamientos en bicicleta representan 1.7, los realizados en ciclo y mototaxi son también 1.7%<sup>38</sup>, con la enorme diferencia de que este último caso, la demanda es popular y se cubre prácticamente por autogestión sin política pública, sin inversión en contraste con lo que se ha realizado para los desplazamientos ciclistas individuales, o en el caso de taxis con aplicación, para los que se ha formulado acuerdos que incluso se contraponen a la ley de movilidad.

### **3. SITUACIÓN ACTUAL DEL SERVICIO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

¿Cómo surge y evoluciona este servicio en la Ciudad que se concentra en seis de las dieciséis alcaldías de la CDMX? Empezaron a operar de forma irregular hace varias décadas con bicicletas adaptadas. Se le conoce popularmente como “bicitaxi”. Permanecieron fuera de la ley por un largo periodo. Frente al vacío legal, los gobiernos de las alcaldías en donde existía el servicio, enfrentaron la problemática de diversas maneras y establecieron mecanismos extra-legales sentaron precedentes para la posterior legalización, se dio en ese contexto la proliferación paulatina.

Finalmente se reconoció al bicitaxi en la ley como servicio de transporte público de pasajeros. Aun así, su crecimiento y desarrollo continuó con bajos niveles de regulación.

No existe hasta ahora información suficiente acerca del servicio. Durante los últimos 2 años, desde el poder legislativo de la ciudad se ha impulsado la realización de un programa de regularización, así como el diseño del primer prototipo de Ciclotaxi

---

<sup>37</sup> Bacelis y Navarro, 2016

<sup>38</sup> INEGI, op.cit.

moderno y seguro. Entre las condiciones necesarias para iniciar la Comisión de Movilidad de la Asamblea Legislativa de la ciudad, con apoyo de organizaciones del servicio, realizó un conteo preliminar del parque vehicular. A partir de ello, se estima que para este año 2018 existirían hasta 30 mil unidades en la Ciudad de México<sup>39</sup>. Con relación a la participación en la distribución modal de los viajes (*Cuadro Número 1*), la importancia de los bicitaxis y mototaxis es significativa, pues en ellos se realizan más de 364 mil viajes; lo que representa 94% más viajes que el tren suburbano, 133% más que los viajes en taxis privados solicitados por medio de aplicaciones como Uber, e incluso más de 1.5 veces de los traslados que posibilitan los trolebuses.

**Cuadro Número 1**  
**ZMVM: Tramos de viaje realizados en transporte público, día laboral**

<b>Modo de transporte</b>	<b>Tramos de viaje</b>
Colectivo	11,543,302
Metro	4,468,576
Taxi de sitio, calle u otro	1,479,937
Autobús	1,315,857
BRT	1,105,235
Bicitaxi o mototaxi	364,189
Tren suburbano	187,958
Taxi solicitado con aplicación de internet	156,429
Trolebús	146,479
Tren ligero	112,992
Teleférico	7,401
<b>Total</b>	<b>20,888,355</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la EOD de la ZMVM, 2017.

Características generales de operación y perfil de usuarios: Como se ha mencionado, en la capital del país, las bicis y mototaxis, permiten la movilidad de personas para viajes cortos, internos o de interconexión. Aunque cada área donde se presenta este modo de traslado tiene sus particularidades, cuentan con una o varias de las siguientes características: 1) Cobertura insuficiente de otros servicios de transporte. 2) Falta de servicios de interconexión con medios de transporte de alta capacidad. 3) Dificil acceso a medios de transporte de mayores dimensiones. 4) Alta concentración de población menores ingresos. 5) Escasa o inexistente cobertura de otros medios de transporte público. 6) En algunos casos, se consideran zonas peligrosas y por ejemplo taxistas no aceptan entrar por razones de seguridad. 7) Infraestructura vial inadecuada y de baja calidad.

<sup>39</sup> En este caso no se están considerando los vehículos que pueden existir en los municipios conurbados de las entidades vecinas a la Ciudad de México que forman parte de la ZMVM.

Respecto a las personas usuarias del servicio, su uso es generalizado, pero destacan grupos específicos como por ejemplo, menores de edad que lo utilizan para sus traslados de ida y vuelta a la escuela; igualmente personas encargadas de las tareas domésticas (en su mayoría mujeres) que lo utilizan para viajes ligados a trámites, compras en mercados locales; igualmente se ha detectado que las personas de la tercera edad constituyen un grupo importante de población usuaria.

En su forma de organización y operación, igual que sucede con otras modalidades de transporte público con origen vinculado con la irregularidad, no se trata de empresas de transporte, sino de individuos que van incorporándose a la prestación de un servicio informal amparados por líderes que manejan las organizaciones que los agrupan, los apoyan para aspectos de gestión y los “defienden” de acciones gubernamentales que pudieran darse en perjuicio del gremio, lo que da indicio de una estructura corporativa.

Respecto a su inserción en la estructura normativa, el servicio de Ciclotaxi se encuentra reconocido en la Ley de movilidad entre las alternativas de servicios de transporte de pasajeros<sup>40</sup>. En tanto, que para este (ni ningún otro servicio de transporte de pasajeros) se permite la utilización de motocicletas o carros de golf.

## **4. CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DEL PROTOTIPO**

### **4.1 Aspectos de implantación en el territorio**

El servicio es una respuesta colectiva de poblaciones locales, es decir fue organizado y promovido por los mismos pobladores en sus barrios. Frente a las condiciones arriba descritas de precariedad de oferta de transporte e infraestructura dominante en ciertas zonas no desarrollaron directrices para garantizar un desplazamiento seguro, confortable y sustentable, entre otras variables.

Es necesaria la evaluación física de las vías, que permitirá señalar las condiciones actuales de las vías secundarias en las que los vehículos involucrados en este servicio han respondido, las dimensiones, inclinaciones, superficies de rodadura, radios de giro y otras características que presentan diferencias entre demarcaciones. El mejoramiento de la infraestructura de movilidad además de disminuir la

---

<sup>40</sup> La Ley de Movilidad de la ciudad define al Ciclotaxi como: “Vehículo de propulsión humana a pedales que puede contar con motor eléctrico para asistir su tracción con el propósito de brindar el servicio público de transporte individual de pasajeros, constituido por una estructura que cuenta con asientos para el conductor y pasajeros y que podrá contar con remolque”.



vulnerabilidad de operador y usuario, facilitará la circulación y disminución de emisiones de monóxido de carbono, dióxido de carbono y dióxido de azufre.

Otras evaluaciones necesarias son la que se harán por una parte a los espacios que funjan como áreas de transferencia, y de la manera en cómo se autorregula el servicio, con la intención de explorar posibilidades de mejoramiento y promoverlo como una posibilidad factible para complementar el Sistema Integrado de Transporte Público<sup>41</sup>.

Las superficies sobre las que posiblemente se desplazará el ciclotaxi presentan características físicas, mecánicas y geométricas tan diversas que deben considerarse durante el proceso de diseño, a fin de que el vehículo resultante tenga capacidad de rodar sin contratiempos. La principal característica física a considerar es la topografía, de la que se considerarán los relieves longitudinales y transversales, pensando que en el momento en que el vehículo entra en movimiento se vulnera la estabilidad cuando sus ejes en sentido corto o largo no son paralelos a la superficie de rodamiento, aumenta cuando el vehículo se carga y llega hasta al punto más alto en operaciones de giro. En los casos de encuentro entre una superficie horizontal y una con inclinación muy pronunciada debemos considerar el ángulo de ataque del vehículo para que la envolvente no sufra rozamiento y disminuya la vida útil, cuando se tenga un grado de avance en que se desarrolle el tren motriz, estas mismas condiciones determinan la potencia necesaria para subir y se evaluará la necesidad de la asistencia del motor eléctrico, en proceso de bajada la inclinación junto a la masa desplazada determinarán la capacidad de frenado para minimizar al máximo el riesgo de aceleraciones excesivas y peligrosas.

La configuración superficial de las carpetas de rodamiento igualmente son determinantes para determinar la altura de la carrocería para reducir al máximo la posibilidad de atorarse, que junto con la evaluación del comportamiento de las ruedas conducirán a una selección del diámetro que corresponda al torque que puede dar el operador y el torque máximo que se puede alcanzar con la asistencia motriz. Las vialidades deseables para un desempeño óptimo son aquellas que cuenten con regularidad geométrica en planta y con anchos de arroyo establecidos en normativas vigentes, cumpliendo esta variable se puede tener la posibilidad de que este sistema de transporte público conviva sin problemas con automovilistas u otros tipos de vehículos, aun considerando que es un transporte de baja velocidad

---

<sup>41</sup> Como lo señalan el Programa General de Gobierno y el Programa Integral de Movilidad de la ciudad, ambos para el periodo 2012-2018.

las vialidades sobre las que otorguen el servicio deben permitir giros a velocidades moderadas disminuyendo la estabilidad mínimamente.

#### **4.2. Consideraciones del proyecto de diseño**

En términos de diseño, el reto es generar una alternativa que ofrezca un salto cualitativo en la transformación hacia un vehículo ecológico en sus procesos de fabricación, selección de materiales, generación de empleo, seguridad, aplicación de las últimas tecnologías y la generación de un sistema que resuelva y dignifique este medio de transporte por los próximos 25 años, que favorezca a un sector con grandes necesidades y con posibilidades de mejorar la interconexión y la multimodalidad, que se integre en forma adecuada al sistema de transporte de la ciudad, contemplando la tipología las diversas áreas urbanas en las que opera el servicio actual. Para ello, términos de resolución, el proyecto de diseño del prototipo se ha considerado:

- Que cumpla con los requerimientos de la Legislación vigente de la Ciudad y que permita mantener aspectos básicos de la operación del servicio actual.
- Que funcione con asistencia de motor eléctrico. Evidentemente, la propuesta debe responder a las necesidades de conductores y usuarios; privilegiando la seguridad de ocupantes, personas y otros modos de desplazamiento que conviven en el espacio público.
- Que sea comercializable, con partes que ya existen y que sea posible su reciclaje en un alto porcentaje; se considera, por ejemplo, en un 100% para el material de la cabina.
- Un vehículo de vanguardia en movilidad, acorde con avances a nivel internacional y que contribuya como imagen de modernidad para la CDMX.

**Cuadro Número 2**  
**Elementos de la propuesta inicial para el diseño del prototipo de Ciclotaxi de la Ciudad de México**

Eléctrico, ecológico y con tecnología de vanguardia	Control de operario: pantalla de mando, avance, freno, dirección, comunicación, control de cobro, música, conexión a la red, indicadores de ocupación de asiento, geo-localizador.
Cabinas para operario y para pasajeros acopladas entre sí, cerradas y con tracción independiente en cada cabina. Funcionamiento con dos ruedas por cabina. Posibilidad de acoplar el número de cabinas necesario.	Cabina para pasajeros: seguridad del pasajero, cinturones, bolsas de aire en colisión, música, ventilación, sistema de pago con tarjeta, espacio de equipaje, iluminación de cortesía.
Velocidad máxima 45 Km/hora. Duración de batería de 8 horas, recargable.	Aplicación de Sistemas: eléctrico, seguridad, propulsión, suspensión, conexión, comunicación, conectividad, señalización vial, neumático, electrónico
· Fabricación de un habitáculo estructurado y con preparaciones para la colocación de accesorios, especificación de material reciclable, alta producción.	Sistema neumático como energía auxiliar para ventilación, inflar llantas, accionar pistones de estacionamiento.
Seguridad vial: direccionales, luz preventiva, iluminación vial, iluminación en cabina, torreta de emergencia, señalamiento de ruta, indicador de ocupación o libre.	Antropometría y Ergonomía aplicadas para usuarios con capacidades comunes y diferentes, personas de la tercera edad, espacio auxiliar de transporte de mercancía o pertenencias del usuario.

## CONCLUSIÓN

Nos encontramos, como ocurre frecuentemente en el caso del transporte público, frente a una problemática compleja que conjunta una diversidad de aspectos: técnicos, territoriales, sociales, de seguridad, medioambientales y políticos, entre otros. Hasta ahora, las acciones y políticas del gobierno de la ciudad para mejorar la circulación peatonal y ciclista se circunscriben a zonas específicas de la ciudad en las cuales hay sobredotación de infraestructuras y servicios. En tanto, han sido excluidas zonas habitacionales donde se concentra población de menores ingresos y que realiza una cantidad importante de traslados a pie, en bicicleta o en servicios locales. En este sentido, existen elementos de exclusión social y territorial.

Frente al abandono gubernamental de esas zonas populares con escasas condiciones de infraestructura y servicios locales, la respuesta colectiva vecinal ha sido la

organización de servicios locales con bicicletas y motocicletas adaptadas. Resulta importante señalar la importancia del servicio en la microeconomía barrial, además de que quienes prestan el servicio y quienes lo requieren generalmente se conocen; esto incorpora elementos adicionales de confianza entre prestadores de servicio y población usuaria. Se trata de una necesidad que se cubre prácticamente por autogestión sin política pública, sin inversión en contraste con lo que se ha realizado para los desplazamientos ciclistas individuales, o en el caso de taxis con aplicación, para los que se ha formulado acuerdos que incluso se contraponen a la ley de movilidad.

Consideramos que para la CDMX y ZMVM, es necesaria la incorporación del servicio en la política pública de movilidad; una proporción importante de este hoy en día se califica como ilegal en la ciudad, debido a los vehículos utilizados. Consideramos que se requiere un nuevo prototipo de vehículo a pedales y con asistencia eléctrica. Los usuarios de estos servicios tienen derecho a servicio digno, seguro, accesible en todos sentidos, amigable con el medio ambiente, que cumpla con las condiciones establecidas en la ley. Los prestadores del servicio tienen derecho a ser incluidos en las políticas públicas y a que su actividad sea considerada en la dimensión de su importancia como servicio público. Todo lo anterior, resulta en concordancia con la línea de política de movilidad trazada por el gobierno de la ciudad en el sentido del derecho a la ciudad y a la movilidad, desincentivar el uso de vehículos motorizados, el impulso al transporte no contaminante y el incremento de la seguridad vial.

## **BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS**

Asamblea Legislativa del Distrito Federal (2014) "Ley de Movilidad del Distrito Federal". Recuperado de <http://www.aldf.gob.mx/archivo-ba20960fb6570ec7d4ee34c30ee2d733.pdf>

Bacelis, Sandra y Navarro, Bernardo (2016) "Condiciones y determinantes de la planeación reciente del transporte en la Ciudad de México". Ponencia presentada en XIX Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. Montevideo, Uruguay.

Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Geografía e Informática, et al (2017) "La delimitación de Zonas Metropolitanas de México 2015". Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/eod/2017> 29 de enero de 2018.

Diario La Nación Argentina (2015) "El bicitaxi no se rinde y sigue circulando por las calles de Buenos Aires". Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/1825641-el-bicitaxi-no-se-rinde-y-sigue-circulando-por-las-calles-de-buenos-aires> 16 abril 2018

Diario El Tiempo Colombia (2017) "Más de 10 años 'pedaleando' por la legalización". Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/la-legalizacion-de-los-bicitaxis-en-bogota-139734> 16 abril 2018

Diario El Tiempo Colombia (2013) Material Multimedia "Este es el número de bicitaxis por localidad en Bogotá". Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/Multimedia/infografia/bicitaxistas/> 18 abril 2018

Diario El Informador Colombia (2010) "La bicitaxi, soberana de la movilidad en Ciénaga". Recuperado de: <http://www.elinformador.com.co/index.php/el-magdalena/82-cienaga/8378-la-bicitaxi-soberana-de-la-movilidad-en-cienaga> 10 abril 2018

Diario CiberCuba (2017) "Nueva ley regula la circulación de bicitaxis en La Habana". Recuperado de: <https://www.cibercuba.com/noticias/2017-03-01-u1-e186450-nueva-ley-regular-bicitaxis-cuba> 10 abril 2018

Diario El Comercio Ecuador (2017) "El servicio de las tricimotos será regulado en Guayaquil". Recuperado de: <http://www.elcomercio.com/actualidad/servicio-tricimotos-guayaquil-regularizacion-recorridos.html> 18 abril 2018

Diario Santiago 24 horas (2016) "Las mototaxi de Santiago". Recuperado de: <https://www.noticiasdesantiagodecuba.com/las-mototaxi-santiago/> 17 abril 2018

Diario El Comercio Ecuador (2009) "En Bahía, la gente se mueve en bicitaxis" Recuperado de: <http://www.elcomercio.com/actualidad/bahia-gente-mueve-bicitaxis.html> 19 abril 2018

Diario El Capital Perú (2016) "600 mil mototaxis se desplazan sin control de municipalidades distritales en Lima". Recuperado de: <http://www.capital.com.pe/actualidad/600-mil-mototaxis-se-desplazan-sin-control-de-municipalidades-distritales-en-lima-noticia-1013415> 17 abril 2018

Diario El Comercio Perú (2016) "Mototaxis". Recuperado de: <https://elcomercio.pe/noticias/mototaxis> 10 abril 2018

Diario El Capital Perú Redactado por Diario La Nación de Argentina/GDA (2016) "¿Mototaxis en Argentina? Mendoza podría darles luz verde". Recuperado de: <https://elcomercio.pe/mundo/latinoamerica/mototaxis-argentina-mendoza-darles-luz-verde-336921> 16 abril 2018

Diario El Correo Perú (2018) "Conocida App lanza servicio de mototaxi y ofrece viajes gratis para el martes 27" Recuperado de: <https://diariocorreo.pe/edicion/lima/conocida-app-de-transporte-lanza-servicio-de-mototaxi-video-806783/> 17 abril 2018

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2013) "Acuerdo por el que se aprueba el Programa General de Gobierno" Recuperado de: <http://www.iedf.org.mx/transparencia/art.14/14.f.01/marco.legal/PGDDF.pdf> 20 de diciembre de 2015

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2014) "Decreto por el que se expide la Ley de Movilidad del Distrito Federal" Recuperado de <http://www.aldf.gob.mx/archivo-ba20960fb6570ec7d4ee34c30ee2d733.pdf> 14 de julio de 2014

Gaceta Oficial del Distrito Federal (2014) "Acuerdo por el que se aprueba el Programa Integral de Movilidad 2013-2018". Recuperado de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo99436.pdf> 15 de octubre de 2014

Instituto Nacional de Geografía e Informática (2018) "Encuesta Origen-Destino en hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017": Recuperado de:  
<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/eod/2017> 07 de marzo de 2018

Instituto Nacional de Transporte Terrestre Venezuela (2013) "Mototaxistas de Caracas recibieron charla de educación vial". Recuperado de: <http://www.intt.gob.ve/intt/?p=9471> 19 abril 2018

Navarro, Bernardo (2017). "*El futuro de la movilidad urbana y los vehículos autónomos.*" Volumen 28 de Colección Abate Faria. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco.

Secretaría de Desarrollo Social, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, Dirección General de Ordenación del Territorio, TOMO XII, Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, 2013

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Servicios Técnicos, manual de proyecto geométrico de carreteras, 2016

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCT2-2013, Amortiguadores de impacto en carreteras y vialidades urbanas., 2013

# **ANÁLISIS DE LAS PREFERENCIAS DE MODO DE TRANSPORTE URBANO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN LA CIUDAD SANTIAGO DE CALI**

**Carolina Botero Ortiz**

Pontificia Universidad Javeriana, Cali, carolinab6@javerianacali.edu.co

**Álvaro José Grueso Arteaga**

Pontificia Universidad Javeriana, Cali, alvarogrueso@javerianacali.edu.co

**Luis F. Macea**

Pontificia Universidad Javeriana, Cali, luis.macea@javerianacali.edu.co

**María Paula Tenorio Silva**

Pontificia Universidad Javeriana, Cali, mpaulatenorio@javerianacali.edu.co

**Jaime Andrés Urrutia Asprilla**

Pontificia Universidad Javeriana, Cali, jaimeurrutia@javerianacali.edu.co

## **RESUMEN**

En el presente estudio se analizan las preferencias de modo de transporte de las personas en condición de discapacidad en la ciudad de Santiago de Cali, añadiendo una mejora en las condiciones de acceso del sistema BRT (MIO). Para esto, se analizaron las preferencias de elección de modo de transporte de personas con discapacidad a partir del diseño, aplicación y análisis de una encuesta de PD. Los resultados permitieron caracterizar el comportamiento de la muestra analizada. Se estimó la elasticidad de la demanda para cada una de las alternativas respecto a cambios en los atributos asociados con el costo del pasaje y la distancia recorrida para tomar el servicio. También se determinó la disposición a pagar de los usuarios por mejoras en los tiempos de viaje, tiempos de espera y tiempos de recorrido para tomar el servicio. Lo anterior permitió orientar políticas que permiten priorizar la inversión en transporte público para ganar equidad en términos de accesibilidad de las personas con discapacidad en la ciudad.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Proveer condiciones apropiadas de acceso para todos los ciudadanos es un reto de las administraciones municipales, especialmente a personas con discapacidad, sobre todo para aquellos sectores marginales donde los niveles de ingreso de las personas son bajos y donde la cobertura en infraestructura vial y de transporte público es deficiente. En el caso particular de la ciudad de Santiago de Cali, se estima que aproximadamente el 6.4% de la población presenta algún tipo de discapacidad, quienes experimentan grandes barreras para acceder al sistema de transporte público de la ciudad.

Como respuesta a esta necesidad, el Masivo Integrado de Occidente (MIO), fue planeado como un sistema de transporte incluyente que garantizaría un acceso

equitativo para toda la población incluyendo la que tiene algún tipo de discapacidad. Sin embargo, de acuerdo con la Alcaldía de Santiago de Cali (2017), un porcentaje mínimo de buses cuentan con elementos de accesibilidad física para personas con discapacidad motriz, razón por la cual se presenta la necesidad de mejorar el acceso de personas con diferentes tipos de discapacidad desde otros elementos de infraestructura del sistema y analizar cuáles serían las preferencias de aquellos beneficiados con las alternativas.

## 2. DISEÑO EXPERIMENTAL

La encuesta de preferencias declaradas fue dirigida a adultos mayores y a personas con movilidad reducida de la ciudad de Cali. El instrumento estuvo compuesto por tres (3) partes: la primera permitió recopilar información socioeconómica del individuo, la segunda parte permitió obtener información acerca de sus preferencias en la elección de modo de transporte, así como la información sobre su último viaje y la tercera parte hizo referencia al experimento de preferencias declaradas.

Para realizar el experimento de preferencias declaradas se consideraron cuatro (4) alternativas de transporte derivadas de la realización de grupos focales. Las alternativas fueron: Sistema Masivo Integrado de Occidente-MIO, bus colectivo, taxi y auto colectivo.

Para cada alternativa se definieron cuatro (4) atributos genéricos, como lo son: la distancia para tomar el servicio, el tiempo de espera, el tiempo de acceso y el costo del pasaje. Para la alternativa BRT se consideraron dos (2) atributos específicos: el transbordo y el tipo de paradero (con señalización, estándar y con accesibilidad universal). A continuación, se presenta el diseño definitivo del experimento con tres (3) niveles (mínimo, promedio y máximo) y sus valores respectivamente (ver tabla 1).

**Tabla 15. Variables y niveles de diseño experimental**

<b>Variable</b>	<b>BRT</b>	<b>Bus</b>	<b>Taxi</b>	<b>Auto Colectivo</b>
<b>Caminata para tomar el servicio (cuadras)</b>	2, 4, 6	3, 5, 6	0, 1, 3	3, 6, 10
<b>Tiempo espera (min)</b>	10, 15, 25	5, 7, 15	3, 5, 10	3, 5, 10
<b>Tiempo de viaje (min)</b>	25, 30, 45	20, 25, 35	17, 22, 30	15, 20, 25
<b>Costo (\$)</b>	1600, 1900, 2200	1600, 1900, 2200	8000, 10000, 13000	2000, 2500, 3000
<b>Transbordo</b>	Si, No	NA	NA	NA
<b>Tipo de paradero</b>	Con Señalización,	NA	NA	NA



Una vez se determinaron las variables y niveles del diseño experimental, se empleó el software NGENE, el cual permitió obtener 72 situaciones de elección divididas en ocho (8) bloques con nueve (9) escenarios de elección, donde en cada uno de ellos el individuo deberá decidir según su condición económica, su situación de discapacidad la alternativa de transporte que utilizaría para realizar su viaje hasta el destino, teniendo en cuenta las variaciones entre los atributos mencionados anteriormente.

### 2.1. Tamaño muestral

El tamaño de la muestra seleccionada se definió utilizando el método de muestreo aleatorio simple con los valores definidos en la tabla 2.

**Tabla 16. Variables de entrada para calculo tamaño muestral**

Variables	
Confianza, Z	1.64
Población, N	3894
Error, e (%)	8

El tamaño de la muestra se determinó con respecto a cada una de las variables experimentales y se tomó como referencia el valor máximo obtenido, el cual fue de 120 individuos. Esto corresponde a realizar 15 encuestas por cada bloque (8 bloques).

### 3. ESPECIFICACIÓN DE MODELOS ECONÓMICOS

Como se indicó anteriormente, los modelos planteados consideran cuatro (4) atributos genéricos: tiempo de viaje (minutos), tiempo de espera (minutos), costos del pasaje (COP) y distancia para tomar el servicio (cuadras), y (2) atributos específicos de la alternativa BRT: transbordo y tipo de paradero (con señalización, tradicional, con accesibilidad universal). Las alternativas se identifican con 1: BRT (MIO), 2: Bus Colectivo, 3: Taxi y 4: Auto colectivo. A continuación, se presentan los modelos considerados.

**Modelo 1:**  $V_i = ASC_i + \beta_{Tv} * T_v + \beta_{Te} * T_e + \beta_C * C + \beta_D * D + \beta_{AU} * P$

**Modelo 2:**  $V_i = ASC_i + \beta_{Tv} * T_v + \beta_{Te} * T_e + \beta_C * C + \beta_D * D + \beta_{CAU} * C * P + \beta_E * E + \beta_{Con} * MR$

**Modelo 3:**  $V_i = ASC_i + \beta_{Tv} * T_v + \beta_{Te} * T_e + \beta_C * C + \beta_D * D + \beta_{CAU} * C * P$

Donde:

$V_i$ : Utilidad de la alternativa  $i$ .

$ASC_i$ : Constante específica del modelo para cada alternativa.

$\beta_{Tv}$ : Parámetro del tiempo de viaje.

$T_v$ : Tiempo de viaje asociado a cada alternativa.

$\beta_{Te}$ : Parámetro del tiempo de espera.

$T_e$ : Tiempo de espera asociado a cada alternativa.

$\beta_C$ : Parámetro del costo del pasaje.

$C$ : Costo del pasaje de cada alternativa.

$\beta_D$ : Parámetro de la distancia para tomar el servicio.

$D$ : Distancia para tomar el servicio para cada alternativa.

$\beta_{AU}$ : Parámetro asociado al paradero con accesibilidad universal.

$P$ : Variable Dummy o muda asociada a la presencia de un paradero con accesibilidad universal. Toma el valor de 1 si el individuo escoge este tipo de paradero y 0 en otro caso.

$\beta_{CAU}$ : Parámetro de interacción costo-paradero con accesibilidad universal.

$\beta_E$ : Parámetro asociado al estrato.

$E$ : Variable Dummy o muda asociada al estrato del individuo, donde toma el valor de 1 si el individuo pertenece al estrato 1,2 o 3, y 0 en otro caso.

$\beta_{Con}$ : Parámetro asociado al tipo de condición del individuo.

$MR$ : Variable Dummy o muda asociada al tipo de condición del individuo, donde toma el valor de 1 si el individuo presenta movilidad reducida y 0 si el individuo es adulto mayor.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la estimación de los modelos tipo logit-multinomial, estimados a partir de la teoría de la utilidad aleatoria y la máxima log verosimilitud; donde se observa que todos los atributos son estadísticamente significativos (t-test mayores o iguales a 1.64), además de que la dirección de los signos concuerda con la teoría microeconómica respectiva.

**Tabla 17. Resultados de la modelación microeconómica**

PARÁMETRO	NOT	MNL - 1		MNL - 2		MNL - 3	
		$\theta$	t-test	$\theta$	t-test	$\theta$	t-test
Constante BRT	$ASC_1$	0,746	6,25	0,899	5,63	0,766	6,43
Constante Bus colectivo	$ASC_2$	Fijo		Fijo		Fijo	

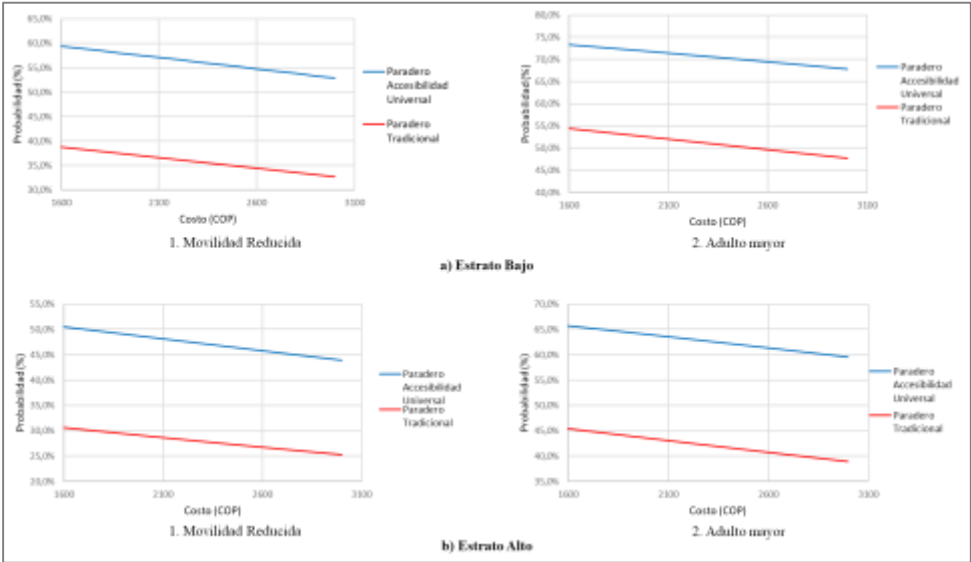
Constante Taxi	ASC <sub>3</sub>	0,589	1,72	0,594	1,73	0,618	1,81
Constante Auto colectivo	ASC <sub>4</sub>	-0,367	-3,11	-0,368	-3,11	-0,367	-3,11
Tiempo viaje (min)	$\beta_{TV}$	-0,035	-5,90	-0,0356	-5,94	-0,0352	-5,92
Tiempo espera (min)	$\beta_{Te}$	-0,0175	-2,20	-0,0176	-2,19	-0,0172	-2,16
Costo Pasaje (pesos)	$\beta_C$	-0,00019	-4,74	-0,00019	-4,77	-0,00019	-4,82
Distancia Servicio (cuadras)	$\beta_D$	-0,187	-8,37	-0,189	-8,41	-0,186	-8,34
Paradero Accesibilidad Universal	$\beta_{AU}$	0,816	6,03	0,836	6,10	n/a	
Interacción costo y paradero	$\beta_{CAu}$	n/a		n/a		0,00040	5,66
Estrato	$\beta_E$	n/a		0,361	2,70	n/a	
Condición	$\beta_{Con}$	n/a		-0,632	-4,75	n/a	
Número de parámetros	K	8		10		8	
Total Observaciones	N	1080		1080		1080	
Log-Verosimilitud Inicial	L(0)	-1497,198		-1497,198		-1497,198	
Log-Verosimilitud Final	L( $\beta$ )	-1292,254		-1278,46		-1294,445	
Test razón de verosimilitud	LR	409,888		437,476		405,506	
Rho	$\gamma$	0,137		0,146		0,135	

Se seleccionó el modelo MNL2 debido a que presentó un mejor comportamiento, con atributos altamente significativos y mayor log-verosimilitud final. Partiendo de la aplicación del modelo, resultaron ocho combinaciones reflejadas en la figura 1 o en la figura 2, que dan cuenta de la evaluación de la elección de modo de transporte con respecto a una mejora en la infraestructura del paradero actual de BRT. Esta selección representa que las probabilidades de escogencia frente a los diferentes modos de transporte dependen principalmente de la accesibilidad al sistema de transporte público.

Para analizar el comportamiento de la demanda de la alternativa BRT, se consideraron ocho combinaciones expuestas en la figura 1, alternando los atributos: tipo de paradero (accesibilidad universal y tradicional), tipo de condición (movilidad reducida y adulto mayor), y estrato (bajo o alto), en función de una variación en el

costo pasaje entre 1600 y 3000 COP. En la figura 1.A.1 se observa que para el costo actual de la alternativa (2000 COP), la probabilidad de escogencia es del 57.6% si el paradero es de tipo universal, mientras que para un paradero tradicional la demanda es de 37%; por otro lado, en la figura 1.A.2 se evidencia que los adultos mayores tienden a inclinarse por la alternativa BRT independientemente del tipo paradero (52.5%), sin embargo, cuando se presenta un paradero universal la probabilidad aumenta en un 19.4%. No obstante, comparando la figura 1.A.2 y la figura 1.B.2, para la población de adulto mayor es posible afirmar que la condición socioeconómica no es influyente al momento de inclinarse por la alternativa BRT, debido a una variación de 7.9% en la probabilidad de escogencia si el paradero es con accesibilidad universal, del mismo modo, comparando la condición socioeconómica de los usuarios con movilidad reducida, en la figura 1.B.1 se observa que un usuario que pertenece a estrato alto se inclina por la alternativa en un 9% menos con respecto a uno perteneciente al estrato bajo.

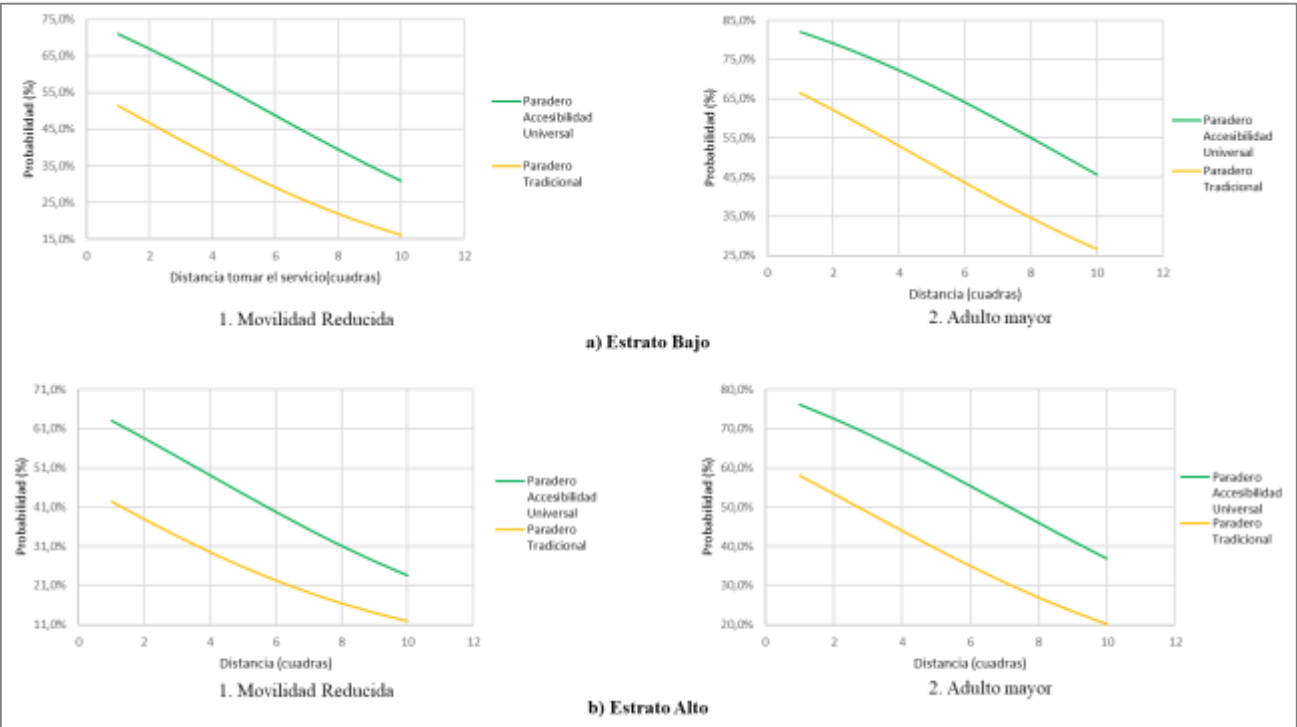
En general, el comportamiento de las probabilidades indica que un usuario con movilidad reducida maximizará su utilidad al tener acceso a un paradero con accesibilidad universal, sin embargo, un usuario adulto mayor tenderá a inclinarse por esta alternativa aun cuando el paradero no es de tipo universal. Adicionalmente, se observa que las variaciones de las probabilidades entre un paradero universal y un paradero tradicional, independientemente del tipo de condición del usuario y el estrato socioeconómico al que pertenece, corresponden a un 20% aproximadamente.



**Figura 35. Probabilidad de elección respecto al costo del pasaje, según tipo de condición, estrato y tipo de paradero para la alternativa BRT**

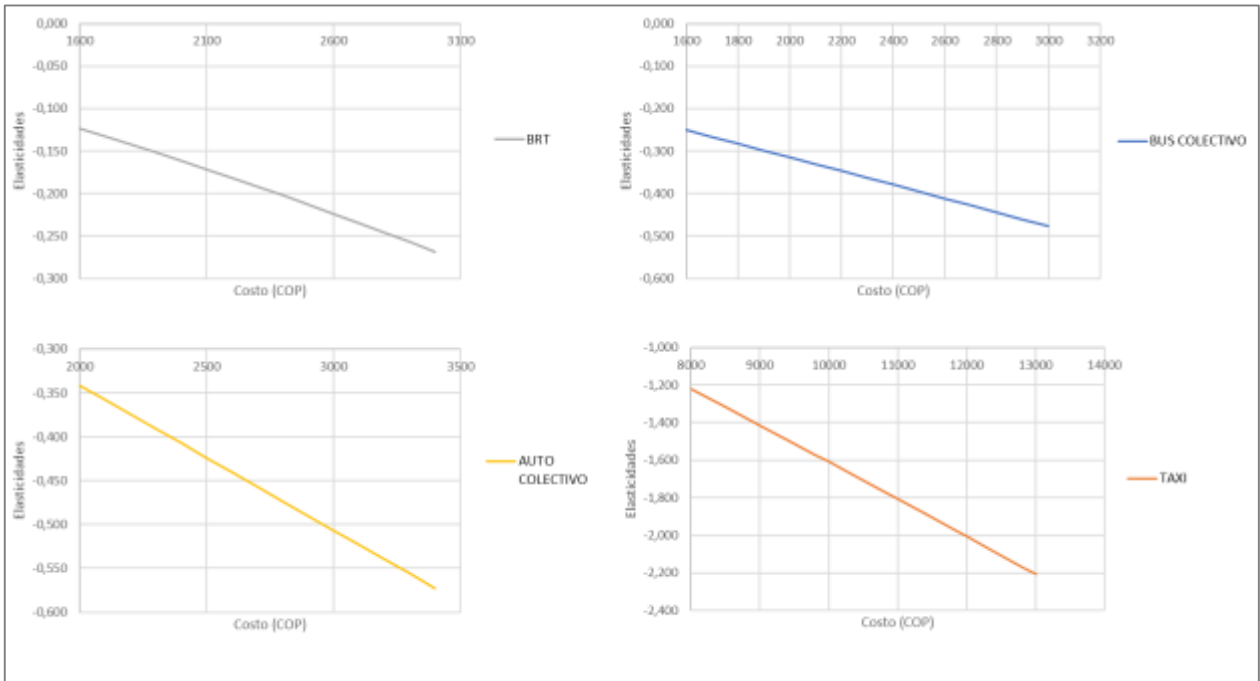
Continuando con el comportamiento de la demanda de la alternativa, en este caso en función de una variación en la distancia para tomar el servicio del BRT entre 1 y 10 cuadras (ver figura 2). En general, el comportamiento de las probabilidades demuestra que los adultos mayores son quienes prefieren la alternativa, incluso cuando el paradero es de tipo convencional, además, al ser mayor la pendiente de la probabilidad vs. la distancia, respecto a la pendiente de la gráfica probabilidad vs. costo del pasaje, significa que la demanda se ve afectada si hay un incremento en la distancia para tomar el servicio, evidenciando que el usuario prioriza más la distancia que debe recorrer frente a su posición socioeconómica.

Adicionalmente, se manifiesta que las probabilidades de escogencia de un paradero con accesibilidad universal son mayores en todos los casos frente a la probabilidad de elección de un paradero tradicional cuando están ubicados a la misma distancia, sin embargo, la variación de la distancia influye más en personas con movilidad reducida ante la elección del modo, por ejemplo, un usuario con movilidad reducida que pertenece al estrato bajo y tiene disponible ambos tipos de paradero a una distancia de 4 cuadras, prefiere en un 58% la alternativa cuando el paradero es universal, mientras que en el caso contrario la prefiere en un 37.5%; así mismo sucede con usuarios de la misma condición, pero pertenecientes al estrato alto, se inclinan por el BRT con paradero accesible en un 49.1% y en su caso contrario la demanda disminuye un 20.4%.



**Figura 36. Probabilidad de elección respecto a la distancia para tomar el servicio, según tipo de condición, estrato y tipo de paradero para la alternativa BRT**

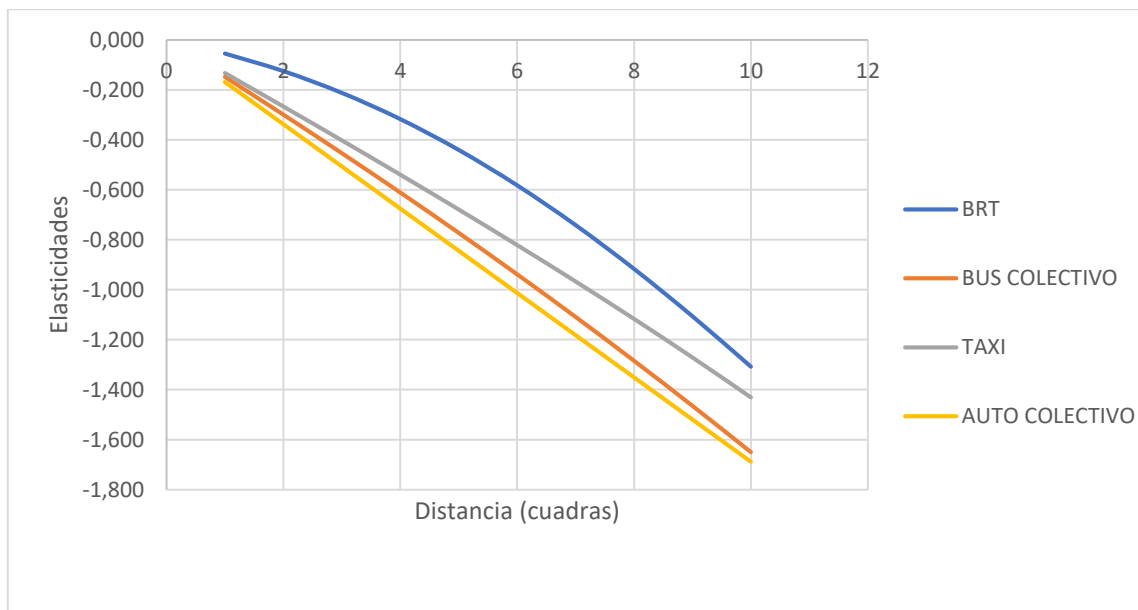
En cuanto a las elasticidades directas respecto al costo del pasaje y la distancia para tomar el servicio, la figura 3 muestra la variación en la demanda para las diferentes alternativas cuando hay cambios en el costo del pasaje, mientras que la figura 4 expresa la misma relación para la distancia a tomar el servicio para todos los modos, evidenciando que la probabilidad de escogencia de la alternativa disminuye en mayor medida cuando se aumenta la distancia para tomar cualquier servicio, que cuando se incrementa el costo del pasaje; no obstante, se resalta que para la alternativa taxi el incremento del costo afecta en gran medida la elección del mismo, debido a su comportamiento siempre es elástico.



**Figura 37. Elasticidad respecto al costo para las cuatro alternativas de elección**

Respecto a las elasticidades se observó que para la alternativa BRT la elasticidad en relación al costo actual del pasaje es de -0.161, lo cual representa un comportamiento inelástico para los usuarios dado que no existe otra alternativa asequible que satisfaga sus necesidades, por lo tanto, variar el costo de esta alternativas no influye en la decisión del usuario, de igual forma se presenta el mismo comportamiento para las alternativas bus colectivo (costo actual de 2000 COP) y auto colectivo (costo promedio 2500 COP), las elasticidades son de -0.315 y -0.424 respectivamente, mientras que respecto a la alternativa taxi considerando un valor promedio de 10000 COP la elasticidad fue de -1.688.

Por otro lado, la alternativa BRT muestra un comportamiento altamente elástico en relación a la distancia recorrida para tomar el servicio cuando esta supera las 5 cuadras (ver figura 4), con valores de elasticidad superiores a 0.6, lo cual demuestra la importancia que tiene para los usuarios con algún tipo de discapacidad que afecte su movilidad, la existencia de paraderos cercanos que faciliten su accesibilidad al sistema BRT de la ciudad, donde minimizar los tiempos de recorrido hasta el paradero o estación del sistema BRT se traduce en un bienestar social para la población con discapacidad.



**Figura 38. Elasticidad de la demanda respecto costo pasaje de la alternativa BRT**

Por último, se plantea una comparación desde la valoración del tiempo por parte de la población en estudio, entendida como la disposición a pagar por reducir un minuto el tiempo de viaje, tiempo de espera y el tiempo de recorrido. Con el fin de comparar los tres atributos mencionados, la disposición a pagar respecto a la distancia para tomar el servicio medido en cuadras debe convertirse en unidades de tiempo (minutos), para calcular el tiempo se utilizó una velocidad promedio de marcha de 0.67 m/s para personas frágiles (Varela et al., 2009), y una distancia correspondiente a una cuadra de 100 m (CRC, 2016), obteniendo que la población en estudio se demora aproximadamente 2.5 min en recorrer una cuadra, por lo tanto, la disposición a pagar por reducir 1min/cuadra equivale a \$397.90 (COP).

Los resultados se muestran en la tabla 4 y se evidencia que los atributos más relevantes al momento de inclinarse por algún modo de transporte, corresponde en primer lugar al tiempo de recorrido para tomar cualquiera de los servicios, valorado por los

individuos en \$397.90 (COP) por cada minuto que se disminuya el recorrido por cuadra, lo cual es consistente con las características de la población en estudio y los resultados obtenidos en las elasticidades respecto a la distancia; en segundo lugar, está el tiempo de viaje, valorado en \$187.37, y por último, el tiempo de espera en \$92.63.

**Tabla 18. Disposición a pagar**  
**DISPOSICIÓN A PAGAR (COP)**

<b>Tiempo viaje (min)</b>	\$	187,37
<b>Tiempo espera (min)</b>	\$	92,63
<b>Tiempo de recorrido (min)</b>	\$	397,90

## 5. CONCLUSIONES

Inicialmente, se evaluó la elección de modo de transporte de las personas con discapacidad mediante encuestas de preferencias declaradas, frente a mejoras a nivel de infraestructura en los paraderos del BRT. Seguido, se determinó la probabilidad de elección de modo de transporte respecto al costo del pasaje y a la distancia para tomar el servicio, según tipo de condición del usuario, estrato y tipo de paradero para la alternativa BRT; además, se especificó la elasticidad de la demanda para cada uno de los medios de transporte respecto al costo y la distancia para tomar el servicio en la ciudad de Santiago de Cali, y por último se estima la disposición a pagar por parte de los usuarios frente a disminuir los tiempos de espera, de viaje y de recorrido.

En todos los casos analizados utilizando como referencia el mejor modelo seleccionado, la opción de brindar un paradero con accesibilidad universal maximizará la utilidad de las personas en condición de discapacidad y adultos mayores, que pertenezcan a estratos bajos o altos, por lo cual su probabilidad de elección es la mayor, frente a las mismas condiciones de movilidad y estrato socioeconómico, pero para un paradero tipo tradicional

Por otro lado, respecto a la elasticidad de la demanda en relación al costo del pasaje para las alternativas BRT, bus colectivo y el auto colectivo son de -0.161, -0.315 y -0.424 respectivamente, lo cual significa que variar el costo de estas alternativas no influye significativamente en la decisión del usuario, mientras que para la alternativa taxi sucede todo lo contrario, es decir, hay un comportamiento elástico; esto se debe a los altos costos de viaje en taxi, mientras que las otras alternativas tienen un valor más asequible para los usuarios respecto a su capacidad económica.



Desde la perspectiva de la elasticidad de la demanda en relación con la distancia de recorrido para tomar cualquier alternativa, se identificó que el BRT es altamente elástico, lo cual es congruente con las condiciones físicas de la población en estudio y demuestra la importancia de reducir la distancia hasta los paraderos.

Finalmente, el comportamiento altamente elástico respecto a la distancia para tomar el BRT, se puede corroborar con la disposición a pagar por parte de los individuos, debido a cambios en los tiempos de recorrido, donde los individuos están dispuestos a pagar \$397.90 (COP) más por la disminución de un minuto el recorrido para tomar el servicio.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Alcaldía Municipal de Santiago de Cali (2016). Reporte detallado de registro de personas en condición de discapacidad

Comisión de Regulación de Comunicaciones, CRC (2016). Normas Urbanísticas. República de Colombia. [En línea] Recuperado de: <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/morales/NORUR.pdf>

Fernández, V. (s.f). Uso de variables ficticias (Dummy). Disponible en: [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:GsU3GPrmp9AJ:https://www.ucursos.cl/ingenieria/2004/1/IN540/1/material\\_docente/bajar%3Fid\\_material%3D36167+&cd=14&hl=es&ct=clnk&gl=co](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:GsU3GPrmp9AJ:https://www.ucursos.cl/ingenieria/2004/1/IN540/1/material_docente/bajar%3Fid_material%3D36167+&cd=14&hl=es&ct=clnk&gl=co)

Martínez, C (2006). Estadística Básica Aplicada. Bogotá, Colombia: Editorial Ecoe Ediciones

Ortúzar, J. D. (2015). Modelos de demanda de transporte. Bogotá, Colombia: Editorial Alfaomega

Varela, L., Ortiz, P y Chávez, H. (2009). Velocidad de marcha es adultos mayores de la comunidad en Lima, Perú. [en línea] Revista Med Hered. Vol 20, No. 3, pag. 133-138 ISSN 1729-214X

# **PUMAKATARI BIMODAL, TRANSPORTARSE EN BICICLETA ES POSIBLE!**

**Víctor Hugo Villarreal Molina**

Sistema Integrado de Transporte. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz – Bolivia  
villarreal@lapaz.bo

## **RESUMEN**

Incorporar a la bicicleta en los viajes urbanos a bordo de los buses del Servicio de Transporte Municipal Pumakatari, mediante unos "racks" o soportes metálicos con capacidad para dos bicicletas, ha sido un reto cumplido y superado por la Dirección General del Sistema Integrado de Transporte, diversificando de esta manera las opciones de movilidad urbana para los ciudadanos, convirtiendo las desventajas de la compleja topografía de la ciudad de La Paz Bolivia en oportunidades, utilizando las rutas del bus Pumakatari como una ventaja: *"carga la bici al bus en las subidas, ruedo en las bajadas"*.

## **1. INTRODUCCION**

Una de las características más contundentes de la ciudad de La Paz es sin duda alguna su topografía, el crecimiento de esta urbe sobre 5 cuencas hidrográficas principales que contienen más de 300 ríos, riachuelos y quebradas le ha dado una configuración geomorfológica única y complicada sobre la que se ha desarrollado la estructura vial y urbana.

La ciudad de La Paz Bolivia por su conformación histórica a lo largo de las cuencas que la conforman es una CIUDAD LINEAL, por el mismo hecho el centro histórico es el mayor atractor, ya que se constituye en el área urbana donde se concentran además de las oficinas de los 2 Poderes del Estado: Ejecutivo y Legislativo, los equipamientos públicos y privados más importantes de la ciudad.

Nuestra ciudad ha experimentado un cambio significativo en el tema de transporte y movilidad urbana en los últimos 5 años, generado por la implementación de los sistemas de transporte: Servicio de Transporte Municipal La Paz Bus Pumakatari (6 rutas) y Mi Teleférico (7 líneas), cambio que ha sido positivo desde todo punto de vista y bien recibido por la población atendida.

## **2. LA CIUDAD Y LA BICICLETA**

La bicicleta en la ciudad de La Paz no ha sido, a lo largo de su historia, un modo de transporte utilizado por sus habitantes.

Bajo un enfoque urbanístico y de diseño urbano la planificación de la ciudad ha enfocado su desarrollo al vehículo, desde el Casco Urbano Central y su damero español hasta la "Ciudad Jardín de Miraflores" diseñada por el Arquitecto Emilio Villanueva Peñaranda en los años 30 del siglo pasado; en ningún momento se pensó ni diseñó el espacio público para el uso de la bicicleta.

El escaso ancho de las vías emergente a la adecuación de la estructura vial a la compleja topografía no permite un adecuado y cómodo recorrido en bicicleta, las calles inclinadas de la ciudad que superan en muchos casos el 100 % de pendiente se constituyen en un obstáculo natural que merma la posibilidad de aprovechar las ventajas de la bicicleta en términos de transporte y movilidad urbana.

Sin embargo en los últimos años se han volcado al uso de la bicicleta muchos paceños, no solo como una actividad recreativa y/o deportiva, sino también como un medio de transporte, inclusive aun sin contar con infraestructura vial adecuada como ciclo vías o carriles bici que garanticen la seguridad necesaria para los recorridos.

## **3. EL SERVICIO PUMAKATARI BIMODAL**

El servicio Pumakatari Bimodal permite el traslado de bicicletas en los buses y rutas del Servicio de Transporte Municipal Pumakatari, a lo largo de sus 6 rutas implementadas en estos 3 años de operación.

Este servicio disponible las 24 horas del día permite la gratuidad del traslado de la bicicleta con el solo pago del pasaje del ciclista

El traslado de la bicicleta es gratuito y es el personal del bus quien colabora en la instalación de la bicicleta en el soporte metálico en la parte delantera del mismo, un mecanismo sencillo le permite a cada bus Pumakatari una capacidad de trasladar hasta 2 bicicletas de manera segura.



### 3.1 El soporte

Es una estructura metálica con dos horquillas que por su diseño permiten el anclaje y soporte de dos bicicletas, cuenta con dos bastones de sujeción a la estructura que garantizan un transporte 100 % seguro; el soporte ha sido diseñado para recibir bicicletas desde el aro 20" hasta las bicicletas de aro 29" y de llantas hasta de 3.5" de grosor.

**Figura 39: Pruebas técnicas al soporte de bicicletas**



Fuente: LaPazBUS, GAMLP

El Área de Mantenimiento del Servicio de Transporte Municipal La Paz Bus Pumakatari realiza el mantenimiento preventivo del soporte previendo periódicamente el correcto funcionamiento de los mecanismos y el adecuado estado de las piezas metálicas, garantizando así el nulo registro de contratiempos con las bicicletas transportadas; no se produjo nunca una caída de ninguna bicicleta.

### 3.2 Transporte de bicicletas y ciclistas

El Pumakatari Bimodal es un servicio que inició el mismo año en el que se implementó el Servicio de Transporte Municipal La Paz Bus Pumakatari, el 7 de septiembre de 2014 coincidiendo con el Día del Peatón y del Ciclista <sup>42</sup> circularon por la ciudad los buses con los soportes o "racks" metálicos y trasladaron a los ciclistas que disfrutaron del uso de la bicicleta en el espacio público aprovechando las bondades de la mencionada ley.

---

<sup>42</sup> Ley de 11 de julio de 2011. N° 150. "DÍA NACIONAL DEL PEATÓN Y DEL CICLISTA EN DEFENSA DE LA MADRE TIERRA"

Desde el primer día de servicio se ha registrado a cada uno de los ciclistas urbanos que transportaron sus bicicletas en los buses, la parada de ascenso, la parada de descenso, el género y la edad aproximada del ciclista, el horario, el día y por supuesto la ruta que utiliza.

El año 2014, primer año de servicio se trasladaron un total de 151 bicicletas en el último cuatrimestre del año, un número reducido atribuido a la novedad del servicio, los ciudadanos empezaron a trasladar sus bicicletas los fines de semana y darles un uso recreativo o deportivo, *se brindaba una nueva posibilidad* para sus momentos de ocio y diversión.

**Tabla 40: Histórico de cantidad de bicicletas transportadas por Ruta**

GESTION	2014				2015				2016				2017				2018				TOTAL	%																				
	SEPT	OCT	NOV	DIC	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL			AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR												
CHASQUIPAMPA	19	29	19	5	69	70	88	66	62	73	78	49	70	142	148	190	134	95	28	27	36	21	36	137	148	207	2	134	279	181	207	210	291	442	410	385	368	431	414	383	<b>6183</b>	<b>34%</b>
VILLA SALOME	12	17	12	3	49	52	63	56	15	37	35	34	50	66	98	77	98	76	45	52	75	75	59	83	105	151	186	161	129	82	257	189	178	133	129	68	130	278	148	134	<b>3697</b>	<b>20%</b>
INKALLOJETA	9	13	11	2	30	28	18	26	6	15	21	12	20	32	14	20	35	46	61	54	29	5	7	25	30	55	22	44	44	30	27	52	88	92	96	88	102	163	70	77	<b>1619</b>	<b>9%</b>
CAJA FERROVIARIA																		6	85	122	68	53	56	95	27	97	71	54	89	89	58	63	105	107	75	132	105	177	153	104	<b>1991</b>	<b>11%</b>
KALAJAHUIRA																			6	63	79	108	81	67	174	117	208	307	269	301	289	332	144	201	88	90	316	281	284	<b>3805</b>	<b>21%</b>	
IRPAVI																			6	4	3	26	27	47	13	20	36	36	30	50	87	74	58	73	84	75	72	62	<b>883</b>	<b>5%</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>59</b>	<b>42</b>	<b>10</b>	<b>148</b>	<b>150</b>	<b>169</b>	<b>148</b>	<b>83</b>	<b>125</b>	<b>134</b>	<b>95</b>	<b>140</b>	<b>240</b>	<b>260</b>	<b>287</b>	<b>267</b>	<b>223</b>	<b>219</b>	<b>261</b>	<b>277</b>	<b>237</b>	<b>269</b>	<b>447</b>	<b>404</b>	<b>731</b>	<b>411</b>	<b>621</b>	<b>884</b>	<b>687</b>	<b>880</b>	<b>853</b>	<b>1081</b>	<b>992</b>	<b>969</b>	<b>834</b>	<b>879</b>	<b>1440</b>	<b>1138</b>	<b>1044</b>	<b>18178</b>	<b>100%</b>
	<b>151</b>								<b>1192</b>								<b>3391</b>								<b>9822</b>				<b>3622</b>													

Fuente: LaPazBUS, GAMLP

El año 2015, luego de una corrección en el diseño de los soportes metálicos por el periodo de 3 meses, se reincorpora el servicio Bimodal en las tres rutas con una mayor adhesión de los ciudadanos al uso de la bicicleta, en 9 meses se trasladaron 1192 ciclistas, en este periodo se observó un incremento de usuarios menores de edad acompañados de sus padres, especialmente en los meses sin lluvias y accediendo a los espacios públicos, una mayor cantidad de bicicletas circulaban en las plazas y parques de la ciudad.

La gestión 2016, año en que se implementan tres nuevas rutas del Pumakatari y 81 nuevos buses vinculan barrios y zonas del sur este y norte de la ciudad con el centro urbano, trasladan casi 3400 bicicletas, triplicando el número del año anterior y brindando la posibilidad de visitar más áreas verdes del sur de la ciudad que brindan mayor espacio público para rodar en una bicicleta.

El año 2017, con una flota de buses y un personal con mayor experiencia el servicio Pumakatari Bimodal supera la cantidad de bicicletas transportadas mes a mes, coadyuvando en eventos ciclisticos como los de la Masa Crítica La Paz, movimiento activista que se inicia en octubre de 2014 y que para el 2017 habría ya consolidado sus salidas mensuales y al igual que otros ciudadanos se apoyan en el bus Pumakatari para trasladar sus bicicletas en tramos de la ciudad con pendientes pronunciadas; esta práctica determina ciertas paradas de las rutas demandadas para el ascenso hacia sectores de la ciudad con mayor cota de elevación.

Este año al igual que el anterior, supera casi en un 300 % la cantidad de bicicletas transportadas denotando ya una ruta con mayor demanda de ciclistas: la Ruta Chasquipampa supera casi con el 50 % de traslados a la Ruta Kalajahuirra que secunda el ranking de demanda.



Fuente: Elaboración propia

En los tres meses que van del año 2018, el incremento de transporte de bicicletas es exponencial, se ha superado la cantidad de traslados realizados en la gestión 2016 y se ha duplicado la cantidad de los tres meses de la gestión 2017; se prevé que para mediados de la gestión 2018 se hayan superado fácilmente las 20.00 (veinte mil) bicicletas y ciclistas transportados.

Se han realizado capacitaciones y entrenamientos a todo el personal operativo, conductores y anfitriones, para la correcta manipulación del soporte de bicicletas y de esta manera garantizar el seguro traslado de las bicicletas, precautelando la materialidad y estado de las mismas.

**Figura 3: Capacitación del personal Patio Kalajahuira**



Fuente: LaPazBUS, GAMLP

Estas capacitaciones no solo atienden la parte operativa del servicio sino también el componente conceptual del servicio, se imparte criterios básicos de Movilidad Urbana Sostenible y el cambio paradigmático al que está enfocada la Dirección General del Sistema Integrado de Transporte del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

#### **4. RETOS Y ACCIONES PENDIENTES**

Se debe propiciar un cambio y una transformación de la ciudad para el uso de la bicicleta como medio y modo de transporte alternativo.

Los sistemas de transporte convencionales deben seguir el ejemplo del Servicio de Transporte Municipal La Paz Bus Pumakatari, y adecuar sus unidades para brindar un servicio similar y ampliar de esta manera la cobertura del traslado eventual de bicicletas y ciclistas.

Ante la creciente proliferación de ciclistas urbanos en la ciudad de La Paz, se deben iniciar políticas públicas que garanticen un desplazamiento seguro de los mismos, y una posterior implementación de infraestructura que, en el mejor de los casos, segregue a los ciclistas en ciclo vías correctamente diseñadas, implementadas y construidas.

Es evidente la necesidad de una concientización a los conductores de vehículos motorizados del derecho del uso del espacio público por parte de los ciclistas, con el fin de precautelar la seguridad de los mismos.

## 5. CONCLUSIONES

El servicio Pumakatari Bimodal ha logrado incorporar a la bicicleta en los viajes cotidianos de los ciudadanos paceños mejorando sus alternativas de movilidad urbana.

Se han transportado más de 18,000 (dieciocho mil) bicicletas y ciclistas en 40 meses de servicio, dando una cobertura de casi el 70 % de la mancha urbana de la ciudad en más de 67 kilómetros de rutas atendidas por los buses Pumakatari. Si bien el 90 % de los ciclistas son varones adultos, en las últimas gestiones se ha registrado un incremento de ciclistas mujeres, niñas y niños.

La nueva alternativa de movilidad otorgada por el servicio dio paso a un sinnúmero de actividades ciclísticas que no se suscitaban anteriormente mejorando no solo la movilidad urbana sino también la relación e interacción social de los ciudadanos.

Transportarse en bicicleta en la ciudad de La Paz es posible!

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GAML P. (2015). *Acerca de nosotros: Servicio de Transporte Municipal- LaPazBUS*. Obtenido de Página web de LaPazBUS: <http://www.lapazbus.bo/>
- GAML P, T. (2012). *Plan de Movilidad Urbana Sustentable de la ciudad de La Paz*. La Paz.
- La Paz, G. A. (2014). *Plan Integral La paz 2040: La Paz que queremos*. La Paz.
- La Paz, G. A. (2016). *Anuario Estadístico del Municipio de La Paz*. La Paz.



# ¿EXISTE EN VENEZUELA UN TRANSPORTE PÚBLICO QUE SATISFAGA LOS DERECHOS HUMANOS?

**Isandra Villegas Julien**

Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

isandravillegas@gmail.com / ivillegasuc.edu.ve

## Resumen

Este trabajo recoge algunas de las principales causas de la ineficiencia con la que opera actualmente el sistema de transporte público de Venezuela, para sustentar el mismo se llevaron a cabo una serie de observaciones visuales y mediciones de campo en algunos sectores de las principales ciudades así como la revisión de medios de comunicación en las mismas. La posibilidad de movilizarse depende en gran medida el acceso de los habitantes a las oportunidades que ofrece la ciudad en materia de empleo, educación, salud, esparcimiento, entre otras cosas. Los últimos años, el sistema de transporte público se presenta como un elemento clave para obstruir el desarrollo humano de la población venezolana y el desarrollo económico de la ciudad. El escenario político-económico venezolano ha agudizado una crisis en diversos sectores de la vida urbana, siendo uno de los servicios básicos de primera necesidad más afectados el transporte, impactado severamente el ritmo de vida urbano de la ciudadanía, hasta el punto que "una parte de la población a de recurrir a medios inseguros e inhumanos para poder desplazarse y la otra a abandonar el derecho a realizar sus actividades en la ciudad". Esta investigación exploratoria diagnóstica, documenta la situación en sitio, mediante un estudio de campo, usando como instrumento la observación, el cotejo mediante la fotografía, hojas de conteo de cantidad de transportes y registro de situaciones puntuales en su cotidianidad. Los resultados confirman las limitaciones a la movilidad y las opciones de accesibilidad a los bienes de primera necesidad comprometiendo seriamente las posibilidades de desarrollo humano de estos ciudadanos y obstaculizado el derecho a la ciudad.

## 1. INTRODUCCIÓN

La libertad de desplazamiento de los ciudadanos se encuentra estrechamente relacionada con el acceso a distintos medios de transporte. En el espacio urbano, los ciudadanos deben disponer de diferentes medios de transporte para desplazarse. Sin embargo, no todos los que viven en la ciudad tienen las mismas posibilidades de uso de los medios de transporte. "Circunstancias personales como el nivel de renta, la edad, el género o las capacidades mentales o físicas condicionan la competencia en la utilización de los diversos modos de desplazamiento, introduciendo con ello una nueva fuente de desigualdad en la ciudad" (Miralles, 2002).

El sistema de transporte es el instrumento de acceso al conjunto de bienes y servicios que permite a los ciudadanos realizar sus actividades habituales y el desarrollo de su vida cotidiana. Por tanto, la relación entre transporte y exclusión se establece a partir

de las posibilidades de acceso a dichos bienes y servicios; Preston y Rajé (2006) exponen: "la relación entre exclusión social y movilidad no se establece a partir de la falta de oportunidades sociales, sino debido a la falta de acceso a dichas oportunidades". En otras palabras, se trata de que el transporte debe posibilitar el acceso a bienes y servicios en términos de equidad social.

Aquellas personas con una mayor capacidad para seleccionar los medios de transporte que más se ajusten a sus necesidades, se desplazarán con más facilidad y, en consecuencia, tendrán más acceso a las actividades urbanas y a las oportunidades que ofrece la ciudad. Por el contrario, las personas que por sus condiciones individuales tengan restricciones de movilidad, tendrán más dificultades para realizar sus actividades cotidianas lo que supondrá, en muchas ocasiones, una disminución real de su derecho de ciudadanía más aún si estas dificultades son producto de la implantación de malas políticas gubernamentales. En este contexto, las políticas de transporte aplicadas en cada ciudad se convertirán en una importante herramienta de inserción y cohesión social o, al contrario, una potente vía de exclusión (Coutras, 1993).

Por otra parte, el elevado costo del transporte colectivo se revela como un potente elemento de freno a las potencialidades de inclusión y cohesión social en el ámbito urbano en la mayor parte de ciudades venezolanas. Como señala Osava (2004), "el alto costo de los transportes urbanos constituye uno de los principales problemas de desigualdad, agravamiento de la pobreza y la exclusión social en las áreas metropolitanas latinoamericanas". Para muchas personas de bajos recursos, el transporte colectivo no es asequible o constituye una carga económica muy importante afectando directamente su desarrollo.

El caso objeto de análisis es la situación que está atravesando el transporte público en las ciudades venezolanas en especial la ciudad de Valencia, capital del estado Carabobo, Los hogares más pobres de la ciudad se asientan generalmente en la periferia ya que allí los gastos de vivienda y servicios son más bajos; pero en contraposición, deben asumir un alto e imprescindible costo del transporte. El cual está generando consecuencias insostenibles de convivencia urbana impidiendo a sus ciudadanos las libertades de desplazamiento para realizar sus actividades básicas de necesidades primarias para su desarrollo siendo en los momentos actuales una de las más importantes la búsqueda de alimentos, por lo que se considera que tal situación atenta contra los postulados de los objetivos de desarrollo sostenible limitando de forma directa el derecho a la ciudad y los derechos humanos.

Este trabajo de investigación se ha estructurado de la forma siguiente: introducción, planteamiento del problema, el procedimiento para desarrollar la investigación y el

diagnóstico de la misma para posteriormente llegar a unas conclusiones de la situación actual.

## **2. EL PROBLEMA**

La situación a nivel nacional en la que se encuentran sumidos los servicios públicos bajo un desorden económico extremo producto de políticas populistas. En todo momento y lugar está presente la escasez, los costos adicionales de búsqueda y la espera en colas para aprovisionarse de materias primas, de insumos, de partes y piezas de recambio, también dificultades para el mantenimiento de equipos y maquinarias, de lo que el parque automotor de transporte público en las ciudades se ha visto altamente afectado; todos estos eventos han generado una fragmentación de la actividad productiva del país, una caída brutal de la producción de bienes y servicios ( el Carabobeño, febrero 2018).

Lo que era evidente para los economistas, analistas y asesores durante décadas, el flagelo de la inflación en Venezuela, hoy pareciera que la explosión hiperinflacionaria que viven los ciudadanos venezolanos agarró a la población de sorpresa, y sin comprender la situación: quién la provocó y cómo, y qué hacer para resolverla.

A pesar de que el Ejecutivo Nacional aumentó el salario mínimo en cinco ocasiones en 2017, la hiperinflación y el control de cambio convierten cualquier aumento en sal y agua. Debido a la hiperinflación que vive el país, los ajustes salariales no representan ningún beneficio para el trabajador. Esto ha llevado que el bolívar se ha pulverizado con pérdidas continuas y aceleradas de poder adquisitivo y, la hiperinflación hace estragos en la mayoría de los venezolanos.

Este escenario económico ha agudizado una crisis en uno de los servicios básicos de primera necesidad como lo es el transporte, impactado el ritmo de vida urbano, por lo que se habla de un déficit nacional que ronda alrededor de una flota inactiva del 80%, por falta de repuestos, cauchos y aceite son algunos de los principales puntos que complican la situación del sector. De acuerdo a Agencia de Fabricantes de partes y Piezas ( AFP), en 2017 apenas se fabricaron 2.849 unidades, se trajeron 3.000 cauchos para un parque automotor nacional de transporte público de aproximadamente de 250.000 vehículos. El Costo de una Batería es de cinco millones (5) de bolívares equivalente a (25 \$) q para este momento el salario mínimo es de 3 \$ (enero 2018).

Los altos costos de mantenimiento, la disminución de importación de repuestos, una galopante inflación y la escasez de efectivo tienen al sistema de transporte de Venezuela en jaque, mientras la población padece los efectos de esta crisis con un

pasaje inestable y largos tiempos de espera para trasladarse. Los pasajeros recorren largos tramos para ver si pueden abordar los colectivos y La deserción de estudiantes de secundaria y universidades se evidencia en las aulas a diario.

Cadáveres de decenas de autobuses pueden verse abandonados a la intemperie en varios puntos de la capital venezolana, y el término "canibalismo" surge para referirse a la sustracción de piezas a unidades en dique seco para reparar las fallas de otras. Pero el declive del sistema de transporte no solo afecta a quienes prestan el servicio, también al que lo usa.

El caos del transporte aumenta las horas que los trabajadores deben pasar fuera de sus hogares y pierden tiempo de descanso, limitando posibilidad de llegar a sus lugares de trabajo, educación, y otras actividades diarias.

Los costos sustraen del bolsillo del usuario un elevado porcentaje de sus ingresos mensuales. Los traslados diarios representan aproximadamente al mes entre un 20 % a 25 % del salario mínimo integral en Venezuela para enero 2018 (600.000 Bolívares, unos 3 dólares). El fenómeno se agudiza con los días y según los cálculos de la oficina local de IAMTT- Valencia, Venezuela informan que, aumentar la tarifa diez veces no resolverá el problema.

Todo lo anterior ha generado anarquía en el sector y el surgimiento de la prestación de un servicio artesanal en unas condiciones inhumanas, de riesgo e inseguridad donde con camiones tipo estaca usados para carga de ganado o construcción, han salido a prestar el servicio donde los más afectados son los niños y personas de la tercera edad (ver informe fotográfico 1). Por lo que se puede considerar inhumano el transporte público en Venezuela ya que este impide el cumplimiento de garantías básicas de los ciudadanos para su desarrollo lo que atenta contra lo establecido de la Declaración Universal de los Derechos Humanos (Art. 13) establece uno de los pilares que definen el derecho a la movilidad "Toda persona tiene derecho a circular libremente y elegir su residencia en el territorio de un estado" y en los postulados de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS, 2015).

**Figura 1: Fotos sobre situación del transporte en Valencia, Venezuela**



Fuentes: El Nacional, Carabobeño y fotos propias

### **3. METODOLOGÍA**

Esta es una investigación con enfoque mixto. Se aplicó el método cuantitativo mediante la investigación exploratoria diagnóstica, para documentar la situación en sitio, mediante un estudio de campo, usando como instrumento la observación, el cotejo mediante la fotografía, hojas de conteo de cantidad de transportes y vehículos y registro de situaciones puntuales en su cotidianidad. Estos datos sistematizados se utilizaron, para describir totalmente la situación real. Posteriormente, se aplicó la investigación descriptiva para conocer la opinión de los usuarios por medio de encuestas para determinar las percepciones y necesidades espaciales de los usuarios. La recolección de información fue de dos tipos, primero en sitio: primero visitas en la zona para oír la opinión de los usuarios y posteriormente se realizó una entrevista a profundidad a los empleados de la mayor casa de estudios de la ciudad.

La investigación partió de un diagnóstico a operadores del sistema de transporte de la ciudad de Valencia, Venezuela, además de una revisión bibliográfica-documental, revisión de informes e inventarios de entes públicos además de material

hemerográfico sobre los problemas que se están presentando para la prestación del servicio de transporte público por parte de los operadores y, de accesibilidad a los medios de transporte como obstáculo o limitante para el desarrollo de la población en los municipios del AMV.

El trabajo de campo fue realizado, por una parte se llevó a cabo una mesa de trabajo conformada con un tamaño de una muestra representativa constituida por el 60% de los prestatarios del servicio de transporte público urbano, a estos se les hizo una entrevista con diez preguntas llenado un cuestionario para obtener el diagnóstico del estado físico de su flota y de sus condiciones de operación en general, esta información fue contrastada con los datos suministrados por la autoridad local competente (Inventario de Flota IAMTT, 2015).

Con los resultados obtenidos y los datos vinculados con la temática, se evaluó la situación del estado físico operativo de la flota a nivel urbano el transporte, la accesibilidad, y su contribución a la inclusión social a la calidad de vida de la población afectada. Por otra parte, se hizo una recolección de datos e información de la población a investigar se realizó a través de reuniones, recorridos, visitas y entrevistas a profundidad a sectores afectados por la situación, todo este procedimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

- a. Mesa de trabajo conjunta entre los representantes, gremios del sector transporte y las autoridades del ejecutivo municipal (octubre, 2017).
- b. Acercamiento y contacto exploratorio en las de zonas de prestación de los servicios donde se evidenció la situación realizando informes fotográficos que evidencia la problemática.
- c. Observaciones directas del investigador y conversaciones informales sobre los la situación. Se entiende por conversaciones o entrevistas informales (Patton, 1987; Valles, 1997) aquellos que se caracterizan por el hecho que el surgimiento de estas y sus realizaciones da de una forma espontánea sin que haya una selección previa de temas ni una redacción previa de preguntas. En este sentido, las cuestiones emergen del contexto inmediato y se formulan durante el curso natural del fenómeno (meses enero y febrero 2018)
- d. Entrevistas semiestructuradas grabadas a profundidad realizando 6 preguntas a los entrevistados a residentes en diferentes áreas de contexto social desfavorable (comunidad universitaria) donde se indagaron las necesidades de los habitantes en materia de movilidad, las percepciones y experiencias.
- e. Análisis e interpretación de los resultados y conclusiones

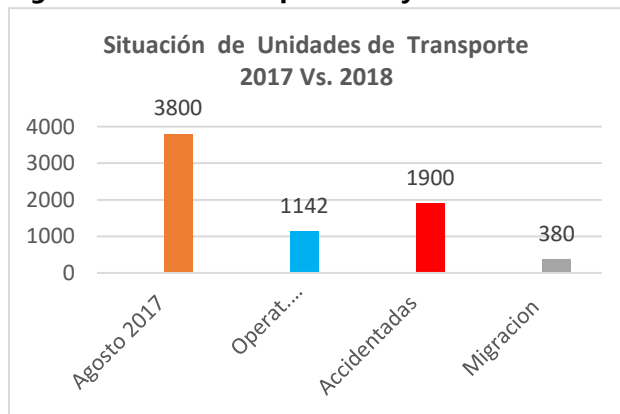
## **4. RESULTADOS**

### **4.1 De la Mesa de trabajo conjunta**

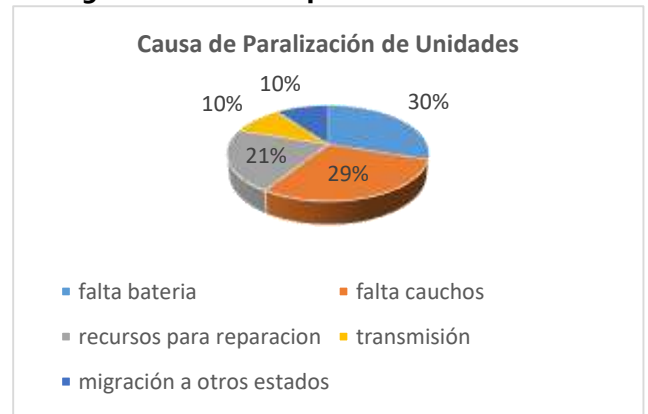
Según mesa de trabajo conjunto entre los representantes, gremios del sector transporte y las autoridades del ejecutivo municipal, en el que se elaboró diagnóstico sobre la situación actual del sistema, tomando como base de datos información documental e inventario de flota del año 2015 suministrada por IAMTT, en ese sentido, se presentaron cifras de la realidad que atraviesan los operadores de este servicio, a saber.

De lo anterior, se observa que cada día hay menos unidades prestando el servicio, producto del deterioro progresivo del parque automotor; siendo que reponer flota hoy día es casi imposible, ya que según manifestaron los operadores, para adquirir una unidad de fabricación nacional en este momento, se requiere más sesenta mil dólares (60.000,00\$) siendo imposible el obtener divisas a través de entidades bancarias por la existencia de regímenes cambiarios. De acuerdo a esta situación nos preguntamos ¿Cómo se movilizarán los ciudadanos a corto y mediano plazo?, ya que la tendencia que se vislumbra, es que este sistema desaparezca. Los datos obtenidos según encuesta aplicada a cuarenta seis (46) organizaciones de transporte público urbano registradas en el municipio Valencia muestran que de un total de 3800 unidades existentes en 2015 solo están operando 1142 (ver Fig. 2), cuya causa de paralización esta expresada en la Fig. 3

**Figura. 2 Unidades operativas y accidentadas**



**Figura. 3 Causas de paralización de**

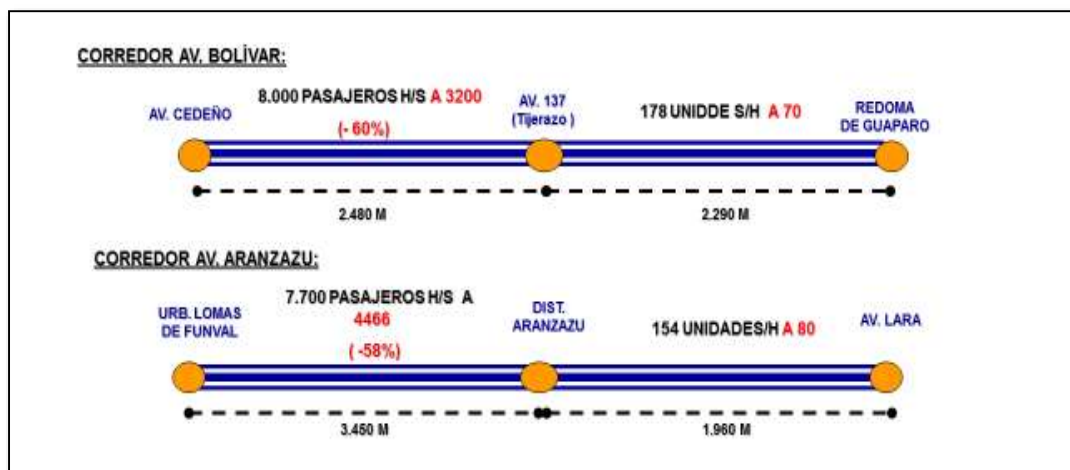


## 4.2 Del Acercamiento y Contacto Exploratorio.

Se visitaron diferentes puntos de la ciudad (10), lugares de concentración de personas en horas pico (paradas) de los corredores principales, así como mediciones en hora pico por donde se desplaza el transporte público, observando los elevados niveles de disminución de demanda alcanzado en algunos casos hasta el 60% (Fig. 4). Se conversó de forma rápida con diferentes personas en cada punto en espera de unidades de transporte para realizar su viaje propósito trabajo, educación, compras de alimentos,

etc. Al hacer contacto y, preguntar a las personas si sus opciones acceso a medios de transporte para llegar a los lugares deseados o necesitados se han visto limitados y obstaculizados por lo que significa la falta de unidades y alto costo del transporte, el 80 % de las personas advierten esta problemática como positiva y frecuente, y que en ellos prevalece la preocupación de no “disponer de dinero en efectivo” semanal para el pago del transporte para que los miembros del hogar puedan cumplir sus actividades, además de que la falta de unidades ha sido substituida por camiones que ponen en riesgo su seguridad, lo que refleja que esta limitación está presente en la gran mayoría de los consultados y es considerada un problema grave.

**Figura. 4 Disminución de Demanda Movilizada en principales corredores de transporte Público del 2016 al 2018**



Este acercamiento o contacto permitió identificar aspectos relevantes como los inconvenientes para abordar los vehículos para su traslado, barreras físicas y económicas que dificultan su movilidad además de aquellos aspectos subjetivos que impiden que estas puedan realizar sus actividades deseadas. etc.

#### **4.3 De la Entrevistas Semiestructuradas a Profundidad en Sectores Afectados.**

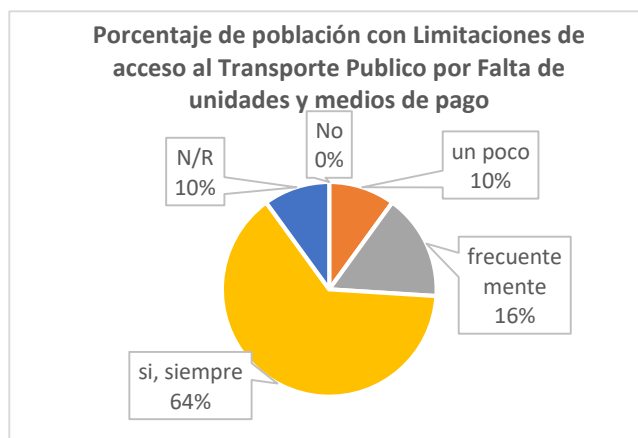
Las entrevistas semiestructuradas muestran una visión más amplia de la situación, permitiendo incorporar en el análisis elementos de cualitativos y subjetivos valioso para la comprensión de las realidades cotidianas que enfrentan los habitantes del sector en estudio. Estas entrevistas fueron aplicadas a través de un cuestionario de seis preguntas a un sector de la población de empleados administrativos de la Facultad de Ingeniería de la universidad de Carabobo, la muestra estuvo constituida por 25 empleados en diferentes escuelas y niveles de cargos, condicionado la misma a ser cautivos del servicio de transporte público.



Del análisis de los resultados a los entrevistados se puede decir que los empleados de la facultad de ingeniería de la universidad de Carabobo, manifestaron lo siguiente: están muy conscientes de que el acceso al empleo es crítico, expresaron sentirse cada vez más desprotegidos y sentirse cada vez más pobres, y que la disponibilidad de buena infraestructura de transporte y servicios es muy necesaria para poder cumplir con el trabajo.

Al preguntarles por la situación del transporte y la movilidad respondieron que la carencia de transporte y la falta de efectivo son consideradas un problema grave, estos empleados manifiestan “nos han asignado un horario de trabajo de solo tres días semanales de 8: 00 am hasta la 1:00 pm porque de otra manera es imposible lograr que se pueda cumplir con las actividades, caminan distancias entre 2 a 5 km para poder llegar a su trabajo” Los profesores reportan desplazamiento de horarios por la impuntualidad de los alumnos, además los últimos meses la inasistencia a clases ha aumentado lo que evidencia un aumento en la deserción de la matrícula y abandono de estudios, según reporte de la dirección de control de estudios de la Facultad de Ingeniería paso de tener una la matrícula estudiantil de aproximadamente 10.000 alumnos en el año 2017 a 4.600 alumnos en el año 2018 (Control de Estudios UC, 2018).

**Fig. 5. Limitaciones de acceso a transporte público**



## 5. CONCLUSIONES

La ciudad de Valencia y otras a nivel nacional, en Venezuela, atraviesan “la peor crisis de la movilidad urbana durante los últimos treinta años”, totalmente contrario a lo que se postula en los Objetivos del Desarrollo Sostenible para las ciudades.

Los ciudadanos han tenido que buscar medios alternativos para poder trasladarse y satisfacer su necesidad de viaje, tales como camiones, pickup y motos. Poniendo en

riesgo su seguridad y sometiéndose a malos tratos y humillaciones para poder acceder a sus necesidades primarias.

Los costos operativos para prestar el servicio de transporte público en las ciudades venezolanas son insostenibles, los chóferes tienen un ingreso regulado por las tarifas fijas, mientras que los gastos de mantenimiento son impredecibles debido a que la economía del país se mueve, en muchas ramas, con divisas a precios del mercado negro.

De acuerdo a la observación visual los desplazamientos a pie se han incrementado de manera considerable alcanzado distancias no aptas para los usuarios. Mientras la población padece los efectos de esta crisis con un pasaje inestable, la carencia de dinero en efectivo para cancelar la tarifa está presente y ha tendido a agravar la situación por los conflictos diarios entre conductores y usuarios, y padeciendo de largos tiempos de espera para trasladarse.

Los hallazgos presentados en la investigación confirman los desarrollos teóricos elaborados por expertos en la materia, en cuanto a que la exclusión del sistema de transporte público por ausencia de este y, en general, las limitaciones a la movilidad derivadas de la zona en la que se habita, la renta que se percibe, no solo limita las posibilidades de mejoramiento de las condiciones de vida actual del hogar, sino que también limita las opciones futuras de los miembros del hogar, pues compromete seriamente las posibilidades de desarrollo humano de estos ciudadanos.

Menor movilidad o el acceso diferenciado y desigual a medios y mecanismos de movilidad urbana cotidiana significan menor accesibilidad al trabajo, a la educación, a la salud y a los servicios en general, lo que genera mayor exclusión social de la población pobre, ya bastante discriminada y segregada de las oportunidades que ofrece la vida urbana venezolana, limitando ejercer sus derechos a la ciudad violatorio esto de los derechos humanos.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

AVELLANEDA, P. (2007). Movilidad, pobreza y exclusión social. Un estudio de caso en la ciudad de Lima. Tesis doctoral. Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Universitat Autònoma de Barcelona. [En línea] <<http://www.tesisenxarxa.net/TDX-1005107-161727/>>.

GONZÁLEZ, SILVERIO; GIMÉNEZ MERCADO, CLAUDIA Y RODRÍGUEZ VÁSQUEZ, Juan Carlos Una propuesta de evaluación de sustentabilidad del desarrollo humano..., pp. 75-94, pp. 75-94, Universidad Central de Venezuela, julio-diciembre 2010

IAMTT, Inventario de Flota de Transporte Público, 2015, Valencia, Venezuela.

MIRALLES, C. Transporte y Ciudad. El binomio imperfecto. Barcelona: Ariel, 2002.

MÉNDEZ GUSTAVO H, Inequidades para el acceso de los sectores más vulnerables al sistema educativo. El universal, miércoles 22 de abril de 2015 05:18 pm

OSAVA, M. Brasil: costo del transporte agrava desigualdad. IPS - Inter Press Service News Agency, 2004. [En línea] <<http://www.ipsenespanol.net/interna.asp?idnews=28026>>. [Consulta: noviembre 2017].

PRESTON, J.& RAJÉ, f. Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. Journal of transport geography, 2007, vol. 15, nº 3, p. 151-160.

PNUD-GEF-IAMTT, Hacia una movilidad sostenible en la ciudad de Valencia, 2007.

SEN. A. 1999. Desarrollo y Libertad. Editorial Planeta S.A. Barcelona. España. Traducción de Esther Rabasco y Luis Toharia. Año 2000.

VILLEGAS J. ISANDRA, Movilidad Sostenible, Eficiencia Social y Desarrollo. Caso estudio Valencia, Venezuela. Tesis Doctoral, Universidad Simón Bolívar, Venezuela, 2016.

La emergencia económica en Venezuela y la necesidad de una nueva política económica en 2015, <http://dctos.finanzasdigital.com/Doc60%20EconomistasEemergenciaeconomicaVzla.pdf>

# LOS NO VIAJEROS Y SU PARTICIPACIÓN EN LA CIUDAD, UN REFLEJO DE LAS INEQUIDADES DEL TRANSPORTE.

## **Laura Agudelo-Vélez**

Docente, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Colombia  
e-mail: liagudel@unal.edu.co

## **Ivan Sarmiento-Ordosgoitia**

Docente, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Colombia  
e-mail: irsarmie@unal.edu.co

## **Ángela Beatriz Mejía Gutiérrez**

Docente, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Colombia  
e-mail: abmejia@unal.edu.co

## **Jorge Eliecer Córdoba Maquilón**

Docente, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Colombia  
e-mail: jecordob@unal.edu.co

## RESUMEN

En las últimas décadas han cobrado espacio los planteamientos de desarrollo y movilidad sostenibles, ciudades equitativas e incluyentes, ocupando los principales renglones en las agendas globales y locales. Los esfuerzos gubernamentales y académicos se centran en la formulación de proyectos que se dirijan al cumplimiento de las metas establecidas para estos fines. Asociado a ello, es importante considerar que existe un porcentaje de habitantes en las ciudades que no realizan viajes y que se conoce muy poco acerca de las causas o razones que generan esa situación. Lo anterior abre la puerta para estudiar y entender cómo los no viajeros satisfacen sus necesidades e indagar acerca de si se cumplen los objetivos planteados relacionados con la equidad y asequibilidad del transporte. Después de realizar análisis de las encuestas orígenes destino de varias ciudades del mundo, se encuentra que los no viajeros en días laborales varían entre el 12% y el 30% de los habitantes de una ciudad, y que generalmente, se concentran desproporcionadamente en poblaciones de bajos recursos. Aunque aún entre personas de altos ingresos siempre haya un pequeño porcentaje que en un día promedio no realizan viajes, en su mayoría las razones de no viaje están asociadas con el nivel de pobreza de la población. Las ciudades con mayores ingresos per cápita tienen menores porcentajes, pero el costo del transporte puede influir negativamente, como en el caso de Londres, donde el porcentaje de no viajeros es de 20%.

## 1. INTRODUCCIÓN

El transporte ha sido entendido como un medio para posibilitar el acceso a oportunidades y como facilitador de la integración entre pobladores. Teniendo en cuenta que las metodologías tradicionales para la formulación de proyectos y

definición de acciones se soportan en las cifras de viajeros, dichas estrategias están dirigidas sólo a una porción de la población, la que viaja. Pero cabe preguntarse ¿qué pasa con el porcentaje de habitantes que no viajan? ¿Cómo hacen uso de la ciudad?

Existe una marcada relación entre uso y ocupación del territorio con las dinámicas de transporte, la configuración del tejido urbano es un factor determinante en la demanda de viajes. En este sentido, la oferta de alternativas de transporte y la planeación de las ciudades parecieran ir en contravía; de un lado se establecen los objetivos de desarrollo sostenible, y de otro se presentan las realidades de la vida cotidiana de la población.

Los estudios tradicionales de transporte centran su interés en los viajeros, los cuales representan entre el 70% y 80% de la población total de una ciudad. En esta investigación se estudian características asociadas con los no viajeros y se pretende indagar sobre las razones por las cuales las personas no realizan viajes.

Este artículo inicia con un marco teórico (sección 2) que contiene elementos de los principales conceptos que se abordan. Posteriormente se define la zona de estudio y se establece el marco temporal de los datos a ser analizados (sección 3). Luego se describe la metodología utilizada (sección 4). Y Se finaliza con los análisis de los resultados y las conclusiones (sección 5).

## **2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 El derecho a la ciudad**

Lefebvre (1978) se refiere al derecho a la ciudad, como el derecho de la población a construir, decidir y crear la ciudad que habitan, en este sentido es claro que a las personas que no realizan viajes se les dificulta el uso y disfrute de la ciudad. Para Lefebvre (1978), La realización de la sociedad urbana reclama una planificación orientada hacia las necesidades sociales. Necesita una ciencia de las relaciones y correlaciones en la vida urbana El derecho a la ciudad para la clase obrera, rechazada de los centros hacia las periferias, desposeída de la ciudad, expropiada así de los mejores resultados de su actividad, tiene un alcance y una significación particulares.

Según Montero y García (2017), "...en las ciudades de América Latina y el Caribe se ha evidenciado un avance importante respecto a los derechos colectivos, materializándose en el derecho a la ciudad, que entre otros aspectos promueve el acceso a espacios públicos, suelo urbano, vivienda, servicios y equipamientos de calidad". Por ejemplo, entre 2000 y 2018, Medellín (Colombia) ha sido escenario de transformaciones en el espacio público en zonas socioeconómicamente deprimidas,

no obstante persisten las desigualdades y dificultades para el acceso a la movilidad equitativa.

## **2.2 Desarrollo Sostenible**

Según la Agenda 2030 (ONU, 2015) el desarrollo sostenible incluye tres dimensiones: económica, social y ambiental. Las desigualdades amenazan el desarrollo social y económico a largo plazo, afectan la lucha por la reducción de la pobreza y destruyen el sentimiento de plenitud y valía de las personas.

La Agenda propone proporcionar acceso a sistemas de transporte sostenibles, seguros, asequibles y accesibles para todos, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, los mayores y las personas en situación de discapacidad. Muchas de estas personas a veces hacen parte del porcentaje de no viajeros.

## **2.3 Transporte urbano socialmente sostenible**

Según ONU Hábitat (2013) el transporte urbano es socialmente sostenible cuando los beneficios de la movilidad son distribuidos de manera equitativa, sin que se produzcan desigualdades en el acceso a las infraestructuras de transporte y a los servicios motivadas por niveles de renta o diferencias sociales o físicas.

Las tendencias urbanas indican que las ciudades siguen siendo inaccesibles para muchos habitantes en términos de espacio físico o socioeconómico (ONU Hábitat, 2013). Bajo el escenario de transporte urbano sostenible, el porcentaje de no viajeros representa parte de la población que carece de condiciones de equidad para acceder a bienes y servicios. Por ello será necesario conocer las razones por las cuales no viajan, de tal forma que pueda emprenderse acciones para posibilitar sus desplazamientos.

## **2.4 Encuestas Origen Destino y los no viajeros**

Las encuestas Origen–Destino EOD de personas se utilizan para estimar el número de viajeros de una ciudad o región, el reparto modal, los motivos y tiempos de viaje, entre otros. Sirven para calibrar modelos de transporte, realizar análisis y simulación de escenarios para examinar políticas y estrategias de movilidad a corto, mediano y largo plazo. Asimismo, para la toma de decisiones respecto a la planificación (AMVA, 2012).

En las EOD se indaga por el número de moradores de cada hogar encuestado y por los viajes que realizan, por lo que se puede conocer el número de personas que no viajaron en un día laboral. Por lo general las ciudades pequeñas y las intermedias son lugares

que, por su tamaño, permiten realizar muchos viajes cortos y en modos no motorizados, a pie principalmente. Por tanto, el porcentaje de no viajeros en ellas es bajo, alrededor del 20%. No sucede igual en ciudades grandes, donde las posibilidades de hacer largos trayectos a pie son limitadas.

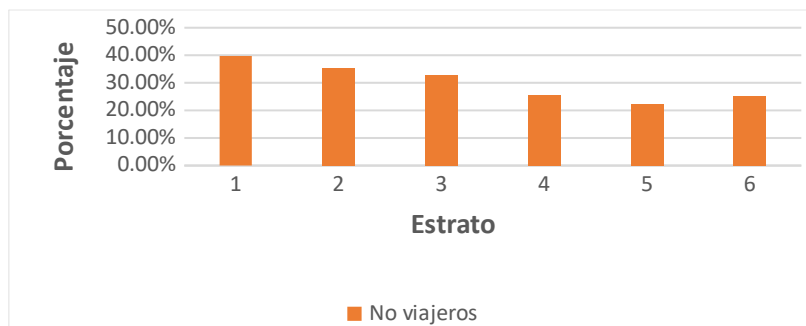
### 3. ESTUDIO DE CASO

A partir de las EOD se estudian los no viajeros de la ciudad de Medellín y se comparan con los casos de las ciudades de Londres, Santiago de Chile y Nueva York. Medellín, con 2,5 millones de habitantes, en un área metropolitana de 3,8 millones en 2018 (DANE, 2018), tiene cerca de un 70% de habitantes que realizan viajes mientras que el 30% restante no lo hace en un día laboral promedio.

A pesar del aumento en el número de viajes de Medellín, a lo largo de los años no se presenta una disminución en el porcentaje de no viajeros. Esto podría estar indicando que a pesar de las diferentes acciones emprendidas en la ciudad, las inequidades en el acceso al transporte continúan presentándose y están asociadas, entre otros aspectos, a las condiciones socioeconómicas de la población. Sobre esta hipótesis se trabaja en este artículo, y en adelante se presentan análisis confirmatorios de tal aseveración.

Los estratos socioeconómicos en Colombia son una clasificación de los inmuebles residenciales en seis niveles. Caracterizan la parte física de la vivienda, sus servicios y vías, y están asociados de manera indirecta a los ingresos de la población. En Medellín, los estratos 1, 2 y 3 albergan cerca del 80% de la población. En la **Figura 41** se presenta el comportamiento de los viajes por estrato para el año 2012. En ella se observa cómo a medida que el estrato es mayor, el porcentaje de no viajeros disminuye, lo que va confirmando que hay una relación entre no viajar y los ingresos de la población.

**Figura 41. Porcentaje de no viajeros en Medellín según estrato - año 2012.**



### 4. METODOLOGÍA

Para efectos del análisis se toma como referencia la EOD de Hogares del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) del año 2012. Con base en las respuestas de las personas que no realizaron viajes, se caracteriza esta población en función de: edad, género, estrato socioeconómico y ocupación.

Posteriormente se estiman los porcentajes de no viajeros en función de la población total de la ciudad distribuida por estrato. Para finalmente proceder al análisis del comportamiento de las razones de no viaje a partir de las diferentes categorías de análisis, buscando responder el por qué no viajan ciertas personas y de esta manera visualizar las inequidades asociadas con la posibilidad de transportarse o no de estas personas que rara vez son incluidas en los estudios de transporte.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Caracterización de los no viajeros de Medellín acorde con la EOD 2012.

En Medellín para el año 2012, en un día laboral, se realizaron 3'486.110 de viajes, la distribución por estrato se presenta en la **Tabla 19**.

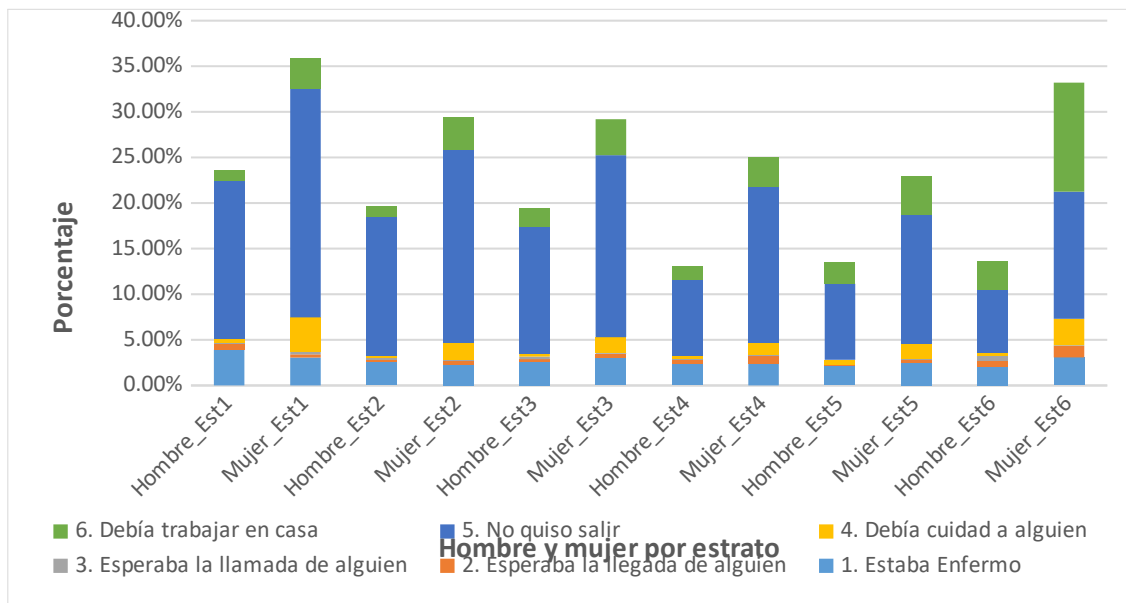
**Tabla 19. Distribución de viajes por estrato, Medellín año 2012.**

<b>Estrato</b>	<b>Viajes</b>	<b>% de Viajes</b>	<b>% de Población</b>
<b>1</b>	415.787	12	13
<b>2</b>	1'141.737	33	37
<b>3</b>	1'034.050	30	30
<b>4</b>	368.662	11	10
<b>5</b>	302.555	9	6
<b>6</b>	223.320	6	4

La **Figura 42** muestra las seis razones de no viaje para Medellín en 2012, distribuidas en hombres y mujeres clasificados por estrato. La razón número cinco ("no quiso salir") es la que mayor frecuencia presenta, explicando el 70% del no viaje.

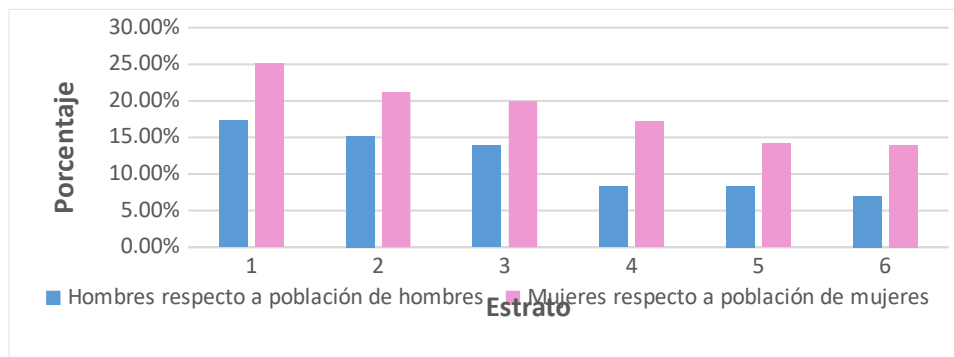


**Figura 42. Razones de no viaje en Medellín, 2012 según género y estrato.**



En la **Figura 43**, se presenta la distribución por estrato de acuerdo con el género para la razón de no viaje “no quiso salir” para Medellín.

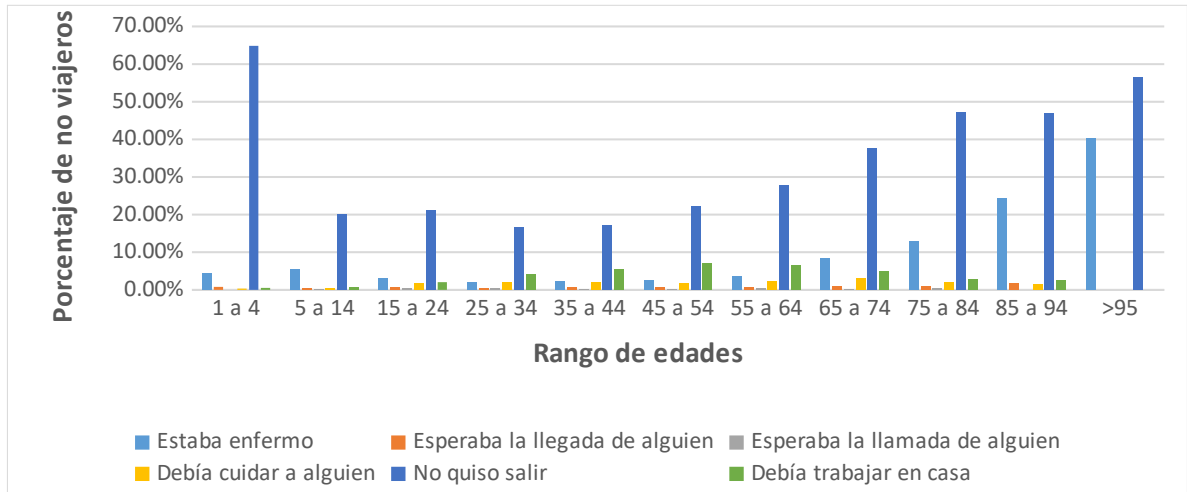
**Figura 43. Porcentaje de no viaje (“no quiso salir”) por género y estrato 2012**



Las mujeres en todos los estratos viajan menos que los hombres. Asimismo, a medida que aumenta el estrato socioeconómico el porcentaje de no viajeros se reduce.

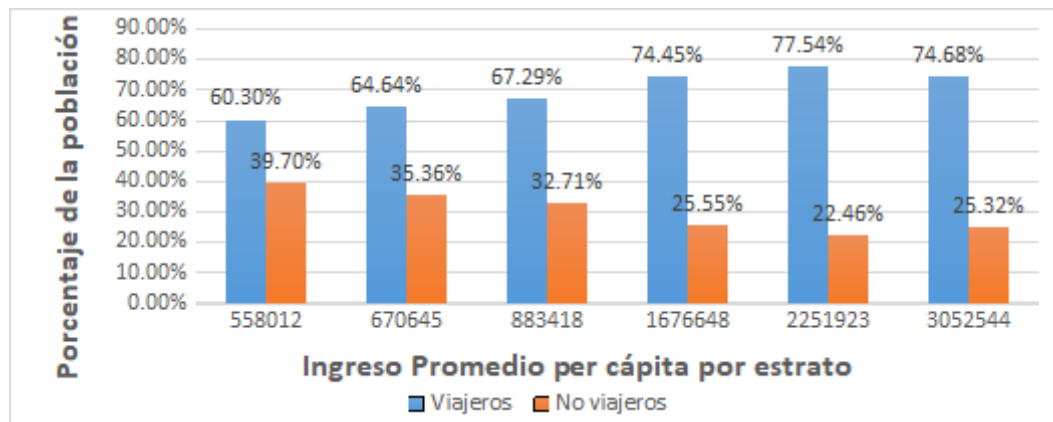
En la **Figura 44** se ilustra el porcentaje de los que no viajan según la causa y el rango de edad. Se observa que las personas que más viajan se encuentran entre los 15 y los 55 años, antes y después de este intervalo se presentan los mayores valores de no viajeros.

**Figura 44. Razones de no viaje en Medellín 2012 por rango de edad.**



El valor para el ingreso promedio per cápita por estrato se obtuvo de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) del DANE para el año 2012. En la **Figura 45** se observa cómo a menor nivel de ingresos mayor es el número de personas que no viajan.

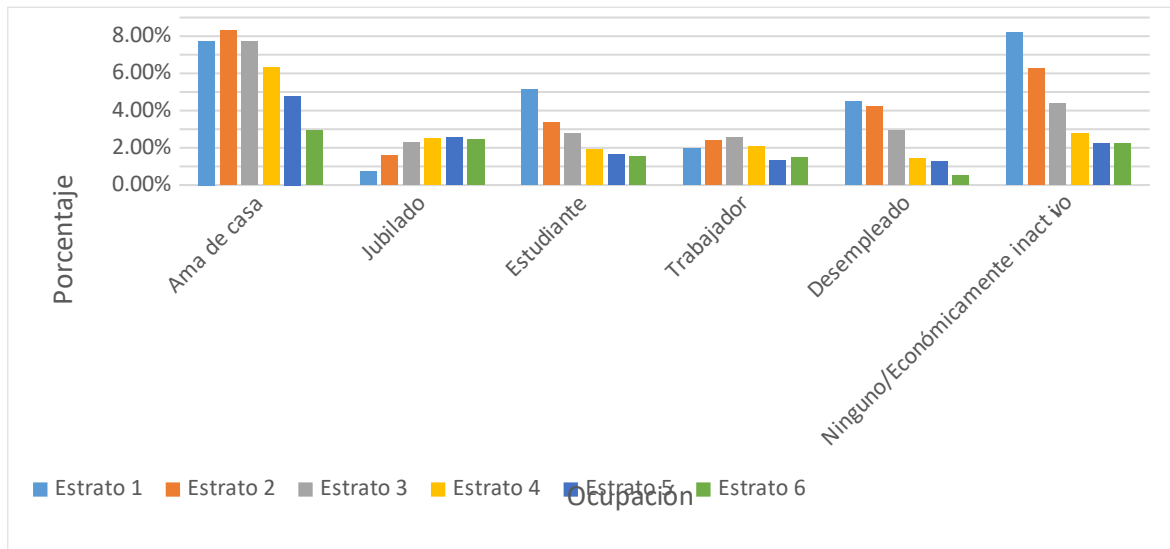
**Figura 45. Viajeros y no viajeros en Medellín 2012 por ingreso per cápita por estrato.**



El 65% de las personas que no viajan por la razón 5 pertenecen a estratos bajos (1, 2 y 3) mientras que la población de estos estratos es cerca del 75%, es decir que hay otras obligaciones como cuidar a otras personas que afectan a los estratos bajos.

La situación de no viajar por no querer salir, según la ocupación de las personas en los distintos estratos se presenta en la **Figura 46**. Se observa cómo las amas de casa (38%), los desempleados (14%) y la población inactiva (25%) representan los grupos que más concentran a los no viajeros, aunque también ocurre con el estudiante de estrato 1.

**Figura 46. Porcentaje de no viajeros (“no quiso salir”) por ocupación, Medellín 2012.**



Los porcentajes de no viajeros dan cuenta de una población que vive en condiciones de inmovilidad, vale la pena establecer si es por decisión propia o porque las personas no pueden hacer uso de los modos de transporte. Puede preguntarse entonces si esas personas lo escogieron o si, por el contrario, es una condición impuesta por razones de tipo, económico, social o de salud física y mental.

## 5.2 Caracterización de los no viajeros en otros contextos.

En Londres, el porcentaje de personas que no viajan entre 2005 y 2016 es 20%, el cual es mucho menor que en Medellín que tiene el 30%, a pesar de que Londres es más grande y su transporte es más costoso.

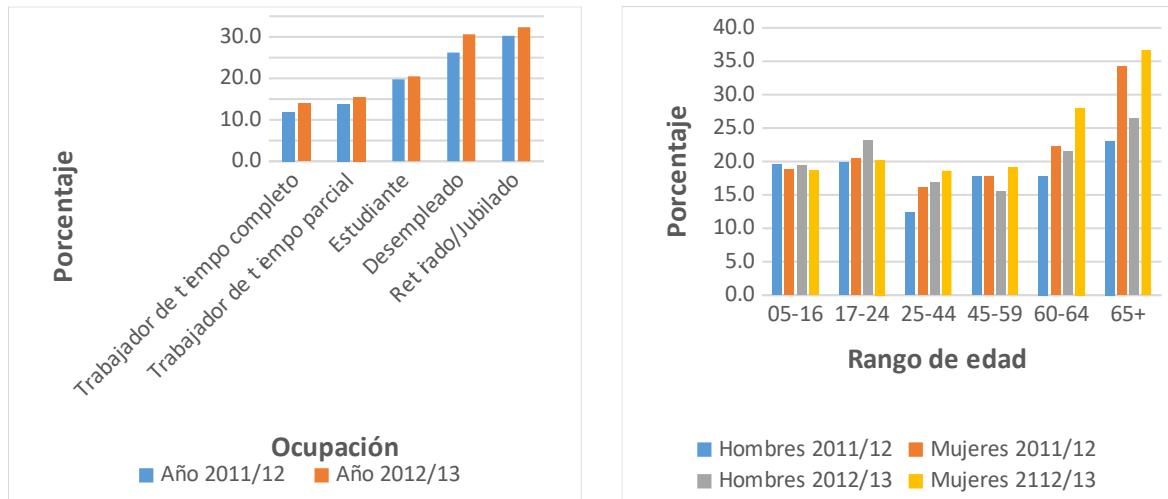
En Santiago de Chile, según los datos de la EOD 2012, un 15% de los encuestados no realizan viajes en un día laboral. Así mismo, Bogotá presenta un valor similar con 15% de no viajeros (según la EOD 2011). Por su parte, en Nueva York el 12% de los adultos encuestados reporta no haber realizado viajes, de éstos el 60% son desempleados.

### 5.2.1 No viajeros de Londres, encuesta origen destino año 2011/12 y 2012/13.

Londres se caracteriza por ser una ciudad, con respecto a Medellín, con niveles de ingresos superiores y calidad de vida con mejores estándares. El porcentaje de no viajeros es del 20%, pero cuando se compara la encuesta por ocupación en los dos años 2011/12 y 2012/13 se observa que el porcentaje de no viajeros se ha mantenido constante para los distintos tipos de ocupación, y que los que mayor porcentaje de no

viajeros concentran son los jubilados y los desempleados. En Colombia, en cambio, adicional a esas dos categorías, se tiene una de inactivo que no alcanza la jubilación.

**Figura 47. Porcentaje de no viajeros Londres, 2011/12-2012/13, ocupación y edad.**

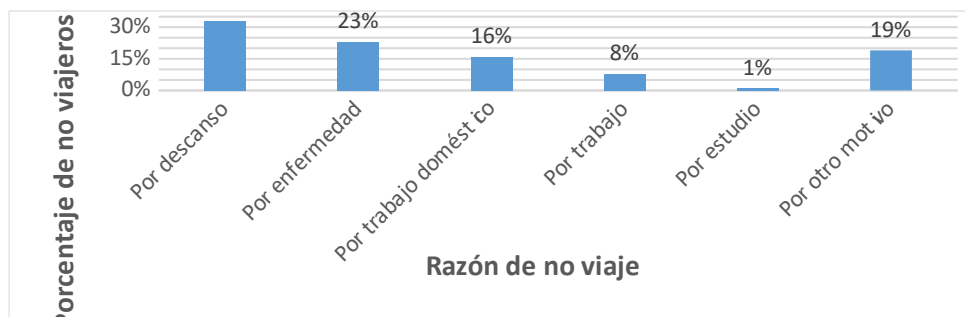


A diferencia del comportamiento de los no viajeros en Medellín en función del género, en Londres (ver **Figura 47**) los porcentajes entre hombres y mujeres que no viajan son similares en los distintos rangos etarios. La explicación está en el mayor porcentaje de la ocupación de ama de casa que ocurre en Medellín, así como las desigualdades en las oportunidades laborales entre hombres y mujeres respecto a Londres.

### 5.2.2 No viajeros de Santiago de Chile según encuesta origen destino año 2012.

En Santiago de Chile, según EOD 2012, la razón principal de no viaje fue "por descanso" con 33%, seguido "por enfermedad" con 23% (ver **Figura 48**). La razón "Por otro motivo" podría ser similar a "no quiso salir" y es mucho menor que en Medellín (70%).

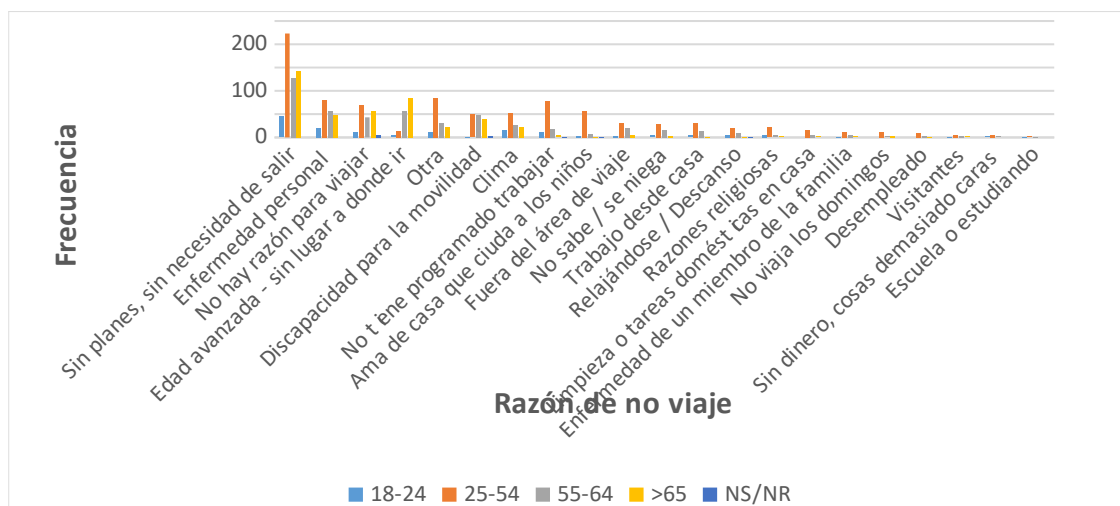
**Figura 48. Razones para no viajar en Santiago de Chile en 2012.**



### 5.2.3 No viajeros de Nueva York según encuesta origen destino año 2008.

Para el caso de Nueva York, la razón principal de no viajar fue "sin planes", "sin necesidad de salir" y "no hay razón para viajar", ver **Figura 49**.

**Figura 49. Razones para no viajar en Nueva York año 2008 según la edad.**



## 6. CONCLUSIONES

El porcentaje de no viajeros representa una población invisible en los estudios de transporte, en la mayoría de los casos se desconocen las causas que motivan el no viaje. Por tanto, es necesario estudiar a fondo las causas que llevan a que las personas no realicen viajes. El porcentaje de no viajeros suele ser bajo en poblaciones pequeñas e intermedias, donde se facilitan los desplazamientos a pie. Pero además existe un factor económico relacionado con el ingreso de la población que puede ocultar ciertas inequidades en el acceso al transporte.

Para el caso particular de la EODH del año 2012 realizada en el área Metropolitana del Valle de Aburrá, a pesar de haber preguntado sobre las razones de no viajar, se observa que la mayor proporción de no viajeros manifestaron no hacerlo por la razón 5 ("no quiso salir") vale la pena indagar qué significa. Si esta razón se encuentra asociada únicamente a condiciones económicas, como se pudo inferir en función de ingresos y de estrato, o si se asocia con otros aspectos que dada la forma como fue formulada la pregunta y las alternativas de respuesta no pueden identificarse.

Para Medellín, donde la población es clasificada en 6 estratos socioeconómicos según el barrio donde se viva, a medida que el estrato es menor (menor ingreso) mayor es el número de personas que no viajan. Lo anterior denota las inequidades en el transporte

en función de los ingresos, ya que las poblaciones con menores ingresos tienen menos posibilidades de viajar, independiente de la oferta de transporte.

Efectuando un cruce entre la razón "no quiso salir" con los rangos de edad y el estrato, se puede concluir que las personas entre 1 y 24 años pertenecientes a estratos bajos viajan menos que los del mismo rango de edad de estratos altos.

Con relación a los datos obtenidos de la EOD de Londres, se puede establecer que ciudades con mayor poder adquisitivo presentan menores disparidades en la ejecución de viajes. Así, Medellín tiene el 30% de no viajeros, y Londres el 20%. Pero el porcentaje de Londres es alto para ser una ciudad de alto ingreso, si se compara con Santiago, Bogotá o Nueva York, con valores cercanos al 15%, lo cual puede estar relacionado con los altos costos del transporte en Londres. Eso revela que la asequibilidad es importante, y en Medellín se combina este problema con el del poder adquisitivo y el tamaño del área metropolitana.

A manera de recomendación, con el fin de identificar qué tan frecuente es la situación de no viaje, se podría incluir en las encuestas una pregunta a los no viajeros relacionada con la frecuencia de esa situación. Lo anterior permitirá clasificar las situaciones de no viaje entre esporádicas y habituales o con alta frecuencia. En todos los análisis hay que homogeneizar las diferentes metodologías de cómo se contabilizan los viajes y a partir de qué duración se considera un viaje.

## REFERENCIAS

- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, TRANSCONSULT (2015). *Encuesta de Movilidad 2015*. Bogotá.
- ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ - UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, (2005). *Encuesta Origen y Destino año 2005*, Medellín.
- ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ -AMVA-, (2012) *Encuesta Origen Destino de hogares para el Valle de Aburrá*, Medellín.
- DANE (2012) *Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH)*. Bogotá.
- DANE (2018) *Proyecciones de población*. Bogotá.
- LEFBVRE, H. (1978). *El derecho a la Ciudad*. Ediciones Península. Cuarta Edición.
- METRO DE MEDELLÍN (2000). *Encuesta Origen y Destino año 2000*, Medellín.
- METROPOLITAN TRANSPORTATION AUTHORITY (MTA) and NUSTATS A PTV GROUP COMPANY, (2008). *New York Customer Travel Survey*. New York.
- MONTERO, L y GARCÍA, J., (2017) *Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe*. CEPAL. Naciones Unidas. Santiago.
- ONU HÁBITAT, (2013). *Planeación y Diseño para una Movilidad Urbana Sostenible*.
- ONU, (2015). *Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible*. Santiago.

SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN DE TRANSPORTE (SECTRA), UNIVERSIDAD ALBERTO HURTADO (2012). *Encuesta Origen Destino de Viajes*. Santiago de Chile.

STEER DAVIES GLEAVER, (2017). *Origin-Destination Matrix 2015/16 Summary Report*. London

## **INSEGURIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE MÉRIDA. SENSACIÓN O REALIDAD.**

**Rubén José Calderas Volcanes**

UPB. Sede Montería, Córdoba, Colombia, ruben.calderas@upb.edu.co

**Milagros del Valle Alizo Quijano**

Alcaldía del Libertador, Mérida, Venezuela, alizomilagros@gmail.com

### **Resumen**

La necesidad de migración de personas que usan vehículo particular hacia el transporte público, es una de las variables que contribuirían a una movilidad sustentable. Dicha migración está detenida en muchas de nuestras ciudades por la percepción de inseguridad personal que el común de los usuarios tiene del sistema. En esta investigación se realiza un estudio de las incidencias de inseguridad que han ocurrido en unidades de transporte o en sus paradas, con la finalidad de establecer si realmente es inseguro su uso. Se complementa con la creación de una base de datos cartográfica cuya intención es presentar de manera clara a las autoridades los resultados obtenidos.

### **Introducción**

El crecimiento geométrico en el número de unidades de transporte particular en el área metropolitana de Mérida, obligó a las autoridades a construir un Sistema de Transporte Masivo (STMM) que debería haber estado funcionando en su totalidad a principios de la década anterior. El retraso significativo en la puesta en funcionamiento del STMM causó que proliferaran rutas de transporte público y que se incrementaran las unidades en servicio que operan compartiendo la vía con el vehículo particular, en el mismo lapso las condiciones de inseguridad se han incrementado en Venezuela, de lo cual no ha escapado el transporte público y son muchos los casos reseñados de hurtos y robos dentro de las unidades de este, lo que a la vez ha producido que un número de personas significativo deje de utilizar el Transporte Público y que quienes utilizan el transporte privado no quieran migrar al Público por lo que la sostenibilidad de la ciudad desde el punto de vista del transporte pudiera estar comprometida, es así que surge la necesidad de conocer si realmente el número de incidentes de seguridad dentro de las unidades de transporte público es significativo o es simplemente un rumor urbano potenciado por los sistemas informativos por lo que se realizó la presente investigación.

## **Objetivo General**

Conocer la cantidad de incidentes que han ocurrido a los operadores de servicio de transporte público colectivo.

## **Objetivos Específicos**

Diseñar los instrumentos para determinar el porcentaje de miembros de la comunidad de operadores del servicio de transporte público del Municipio Libertador han sido afectados por robos dentro de su unidad.

Aplicación de una encuesta a la muestra seleccionada.

Tratamiento Estadístico de los resultados de los incidentes de inseguridad en el transporte.

## **Población y Muestra**

La población objeto de estudio está integrada por las organizaciones que prestan servicio de transporte público en la modalidad de colectivo, registradas por la Gerencia de Vialidad de la Alcaldía del Municipio Libertador en la ciudad de Mérida, Estado Mérida. Venezuela.

La selección de la muestra para la aplicación de la encuesta se realizó por un muestreo probabilístico estratificado con afijación proporcional y aleatorio, por considerarse el más apropiado. Se estratificó por la cantidad de organizaciones que prestan servicio, con afijación proporcional ya que las mismas no tienen un número similar de unidades y se seleccionó las unidades aleatoriamente para la aplicación de la encuesta.

Para seleccionar el tamaño de la muestra se asumió un margen de error admisible de 3%, esto se asume no ya que no existen antecedentes donde nos indique cual es la varianza que se pudiera asumir; y con una afinación proporcional al tamaño de la muestra.

Se requiere determinar la afijación muestral para seleccionar la cantidad de unidades para cada estrato, en este caso específico se manejó la afijación proporcional, donde:

$N_i$  = es el número de elementos en el estrato  $i$ -ésimo  $i= 1,2,3,\dots,19,20$

$N$  = Es el número de elemento total



**Tabla1: Unidades por Organización**

<b>Estratos (N)</b>	<b>Ni</b>
Línea Los Chorros	110
Línea La Vuelta de Lola	60
Línea Belén Periférico	26
Línea Urdaneta	50
Línea Campo de Oro	66
Línea Santa Ana	31
Línea La Otra Banda	76
Línea La Humboldt	50
Línea Los Curos	47
Línea Chama	113
Asoc. Cooperativa Mixta Carabobo 2	75
Línea Domingo Salazar	26
Línea Turística El Valle	30
Línea Expresos Bonanza	50
Línea San José de la Joya	6
Línea Los Nevados	8
Línea El Vallecito	4
Línea San Isidro - El Rincón	6
Línea Lomas de Mérida	3
Línea Loma de los Maitines	3
	840

Fuente: Elaboración Propia

**Determinación del tamaño muestral**

El tamaño de la muestra se calculó de la siguiente manera:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^l N_i * P_i * Q_i}{ND + \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^n N_i * P_i * Q_i}$$

$$D = \frac{d^2}{4}$$

$$Q_i = 1 - P_i$$

$$W_i = \frac{N_i}{N}$$

Donde:

 $W_i$  : Es la fracción de observaciones asignadas al estrato i. $P_i$  : Es la proporción poblacional del estrato.

d : Es el error máximo relativo tolerado en la investigación.

1 -  $\alpha$  : Confianza deseada

Se prefijo un error admisible en 0.03 y además se supuso que dicha proporción es igual para cada estrato de la población. La probabilidad (P) de que un individuo haya tenido un incidente y (Q) su complemento, de que no lo haya tenido, son desconocidas, por lo que nos atendremos al caso más desfavorable, esto es

$$P = Q = 50\%.$$

Realizando los cálculos, en la formula expuesta se tiene que P y Q dentro de la sumatoria, pero ellas son constantes, por lo tanto puede salir de la sumatoria, la formula queda de la siguiente manera:

$$n = \frac{0.25 * \sum_{i=1}^l N_i}{ND + \frac{1}{N} * 0.25 * \sum_{i=1}^l N_i}$$

Pero la suma de los estratos da el total de elementos de la población, es decir:

$$N = \sum_{i=1}^l N_i$$

Sustituyendo N en la ecuación, se tiene:

$$n = \frac{0.25 * N}{ND + \frac{1}{N} * 0.25 * N}$$

$$n = \frac{0.25 * N}{ND + 0.25}$$

Calculando D, asumiendo d = 0.03, se tiene:

$$D = \frac{d^2}{4}$$

$$D = \frac{(0.03)^2}{4}$$

$$D = 0.00023$$

Realizando el cálculo de la muestra, se tienen:

$$n = \frac{0.25 * N}{ND + 0.25}$$

$$n = \frac{0.25 * 840}{840 * 0.00023 + 0.25}$$

$$n = 474$$

El tamaño de la muestra dio n = 474 unidades de transporte público a ser encuestadas, y la cual serán repartida proporcional al tamaño de cada estrato.

La repartición de la muestra mediante afijación proporcional, es

$$W_i = \frac{N_i}{N}$$

Para cada uno de los estratos, seria:

$$W_1 = \frac{110}{840} = 0,131 ; W_2 = \frac{60}{840} = 0,071 ..... W_{20} = \frac{3}{840} = 0,004$$

La muestra para cada estrato se calcula de la siguiente manera:

$$n_i = N * W_i$$

$$n_1 = 474 * 0,131$$

$$n_1 = 62$$

Así se termina de calcular para cada uno de los estratos siguientes.

**Tabla 2: Muestra estratificada**

<b>Estratos (N)</b>	<b>Ni</b>	<b>Pi</b>	<b>Qi</b>	<b>PiQi</b>	<b>NiPiQi</b>	<b>Wi</b>	<b>Ni</b>
Línea Los Chorros	110	0,5	0,5	0,25	27,50	0,131	62
Línea La Vuelta de Lola	60	0,5	0,5	0,25	15,00	0,071	34
Línea Belén Periférico	26	0,5	0,5	0,25	6,50	0,031	15
Línea Urdaneta	50	0,5	0,5	0,25	12,50	0,060	28
Línea Campo de Oro	66	0,5	0,5	0,25	16,50	0,079	37
Línea Santa Ana	31	0,5	0,5	0,25	7,75	0,037	17
Línea La Otra Banda	76	0,5	0,5	0,25	19,00	0,090	43
Línea La Humboldt	50	0,5	0,5	0,25	12,50	0,060	28
Línea Los Curos	47	0,5	0,5	0,25	11,75	0,056	27
Línea El Chama	113	0,5	0,5	0,25	28,25	0,135	64
Asoc. Cooperativa Mixta Carabobo 2	75	0,5	0,5	0,25	18,75	0,089	42
Línea Domingo Salazar	26	0,5	0,5	0,25	6,50	0,031	15
Línea Turística El Valle	30	0,5	0,5	0,25	7,50	0,036	17
Línea Expresos Bonanza	50	0,5	0,5	0,25	12,50	0,060	28
Línea San José de la Joya	6	0,5	0,5	0,25	1,50	0,007	3
Línea Los Nevados	8	0,5	0,5	0,25	2,00	0,010	5
Línea El Vallecito	4	0,5	0,5	0,25	1,00	0,005	2
Línea San Isidro - El Rincón	6	0,5	0,5	0,25	1,50	0,007	3
Línea Lomas de Mérida	3	0,5	0,5	0,25	0,75	0,004	2
Línea Loma de los Maitines	3	0,5	0,5	0,25	0,75	0,004	2
	<b>840</b>					<b>1,00</b>	<b>474</b>

Tabla 2: Elaboración Propia

Para la muestra se seleccionó de manera aleatoria para cada una de las organizaciones, realizándose un reemplazo también aleatorio de aquellas unidades que al momento de la aplicación de la encuesta no estaban de servicio por mantenimiento.

### **Procedimiento aplicación y procesamiento de la encuesta a operadores de servicio transporte**

Para la aplicación de las encuestas a los operadores se solicitó a cada organización la autorización para aplicar la misma. Se entrevistó a cada conductor de la unidad seleccionada de acuerdo a los datos arrojados en el análisis muestral. El sitio de ubicación para la estudio fue la parada terminal de la organización.

La información recolectada se elaboró una base de datos utilizando el programa Microsoft Excel.

### **Incidentes en el Transporte Público**

De la información recabada de las encuestas realizadas entre el 20/10/2017 al 31/10/2017 a los operadores del servicio de transporte urbano en la modalidad de colectivo, referidos a los datos específicos como año, mes del incidente, lugar, tipo de

incidente entre otros, utilizados para determinar las dimensiones del problema sobre los incidentes en el transporte por inseguridad, se realizó el tratamiento correspondiente para el análisis de los mismos, de donde surgieron diversas dimensiones temáticas. Gran parte de estas dimensiones se encuentren en directa relación con las respuestas a las diferentes preguntas planteadas.

Dado que la encuesta se ha estructurado en once preguntas, se realizara el análisis de las mismas, donde posteriormente se relacionará las variables a fin obtener la mayor información de los resultados reflejados.

Ítem 1: ¿Ha sido víctima de un acto delictivo durante la prestación del servicio de transporte público?

De aquí se desprende que 65.4% de los encuestados ha sido víctima de por lo menos una vez de un asalto o robo dentro de la unidad de transporte, mientras ha estado prestando el servicio.

**Tabla 3: Víctimas de un acto delictivo**

Victima	Frecuencia	Porcentaje
No	164	34,6
Si	310	65,4
Total	474	100,0

Fuente: Elaboración propia

Ítem 2: ¿En qué lugar ocurrió el delito (robo o asalto)?

Para efectos del congreso solo se indicará que las rutas de transporte fueron sectorizadas en 65 tramos, mostrándose a continuación solo los 4 tramos donde ocurrieron más incidentes, en ellos siendo apenas el 6% del total de sectores ocurrieron casi el 30% de los incidentes.

**Tabla 4: Tramos de mayor Incidencia**

Tramo de ocurrencia del incidente	Incidentes	%
Av. Las Américas entre Viaducto Campo Elías y Enlace Briceño Ferrini	26	8,39
Av. Alberto Carnevallí entre Santa Ana y La Hechicera	23	7,42
Av. Las Américas entre Mercado Principal y CC Cantaclaro	18	5,81
Av Las Américas entre Urb. Santa Ana y Barrio San Juan Bautista	12	3,87
Av. Las Américas entre Plaza de Toros y Urb. Santa Ana	6	1,94
Total	85	100

Fuente: Elaboración propia

Ítem 3: ¿En qué mes y año ocurrió el delito (robo o asalto)?

Para este ítem en cuanto al año de ocurrencia, se relaciona como periodo de estudio 2015 – 2017 (Julio), y el mayor porcentaje de incidentes ocurrió en el año 2016, tal como se refleja en la Tabla 5

**Tabla 20: Clasificación por año de ocurrencia**

Año	Frecuencia	Porcentaje
2015	16	3,38
2016	212	44,73
2017 (julio)	82	17,30
Sin incidentes	164	34,60
Total	474	100,0

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21: Clasificación por mes de ocurrencia**

Mes	Frecuencia	Porcentaje
Enero	27	8,7
Febrero	26	8,4
Marzo	27	8,7
Abril	21	6,8
Mayo	29	9,4
Junio	26	8,4
Julio	30	9,7
Agosto	23	7,4
Septiembre	27	8,7
Octubre	19	6,1
Noviembre	30	9,7
Diciembre	25	8,1
Total	310	100,0

Fuente: Elaboración propia

Ítem 4: ¿Recuerda la hora que se cometió el delito (robo o asalto)?

Para un mejor análisis la pregunta se estructuró en rangos, por lo que se puede evidenciar que el rango de horas en que más ocurren los incidentes (robos o asaltos) es en la noche, la enmarcada entre las 18:01 y 22:00 horas, en un 37,74%, aunque en los otros rangos (mañana y tarde) la diferencia porcentual no es muy grande. Tabla 7

**Tabla 22: Según las horas de ocurrencia**

Hora	Frecuencia	Porcentaje
Mañana (6:00 a 12:00)	91	29,35
Tarde (12:01 a 18:00)	102	32,90
Noche (18:01 a 22:00)	117	37,75
No Responde	0	0,00
No sabe	0	0,00
Total	310	100,0

Fuente: Elaboración propia

Ítem 5: En el momento en el que ocurrió el delito (robo o asalto) estaba... Solo o con pasajeros

Este ítem nos indica que en el 75,8% de los incidentes que se registran en el transporte público los usuarios se encuentran involucrados en los mismos. Tabla 8.

**Tabla 8: Ocupación de la unidad**

Ocupación	Frecuencia	Porcentaje
Con Pasajeros	235	75,8
Solo	75	24,2
Total	310	100,0

Fuente: Elaboración propia

Ítem 6: El robo o asalto fue.... Total (Operador y Usuarios)... Parcial 1 (Operador)... Parcial 2 (Usuarios)

Al analizar esta pregunta se constata que en la ocurrencia del incidente (robo o asalto) lo realizan tanto al operador como a los usuarios, en un 55,2%; pero también se puede observar que el segundo porcentaje mayor es solo cuando asaltan a los usuarios, 29,4%. Esto nos indica que los usuarios son los que realmente son afectados en la ocurrencia de los incidentes en un 84,5%. Tabla 9

**Tabla9: El robo o asalto fue. Total (Operador y Usuarios) Parcial 1 (Operador) Parcial 2 Usuarios)**

Tipo de Incidente	Frecuencia	Porcentaje
Total (operador y usuario)	171	55,2
Parcial1 (operador)	48	15,5
Parcial 2 (usuario)	91	29,4
Total	310	100,0

Fuente: Elaboración propia

Ítem 7: ¿Cuántos delincuentes participaron en el delito (robo o asalto)?

**Tabla 10: Participación de delincuentes en el incidente**

Cuántos delincuentes participaron	Frecuencia	Porcentaje
Cuatro	1	0,3
Tres	22	7,1
Dos	254	81,9
Uno	33	10,6
Total	310	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Ítem 8: ¿Llevaban armas los delincuentes?

En este ítem se refleja que en el 99,4% de los incidentes tanto los operadores como los usuarios son sometidos porque los delincuentes que llevan consigo algún tipo de armas con la cual amenazan a los mismos.

**Tabla 11: Portaban armas en el incidente**

Porte de Arma	Frecuencia	Porcentaje
Si	308	99,4
No	0	0,0
No Responde	1	0,3
No Sabe	1	0,3
Total	310	100,0

Fuente: Elaboración propia

Ítem 9: ¿Qué tipo de arma(s) llevaban? Arma de fuego... Arma Blanca... Objetos contundentes (palos, varillas, tubos No responde. No sabe....

**Tabla 12: Tipo de armas que portaban en el incidente**

Tipo de Arma	Frecuencia	Porcentaje
Fuego	297	95,8
Blanca	11	3,5
Objetos Contundentes	0	0,0
No Responde	1	0,3
No Sabe	1	0,3
Total	310	100,0

Fuente: Elaboración propia

Ítem 10: ¿Hubo agresión o violencia hacia el operador y/o los usuarios con el arma?

**Tabla 13: Hubo agresión o violencia en el incidente**

Agresión	Frecuencia	Porcentaje
Si	304	98,1
No	6	1,9
Total	310	100,0

Fuente: Elaboración propia

Ítem 11: La agresión o violencia hacia el operador y/o los usuarios fue.... Total (Operador y Usuarios)... Parcial 1 (Operador)... Parcial 2 (Usuarios)

En este ítem se evaluó si el grado de violencia que aplican los delincuentes era solo para un sector o para todos en general, encontrándose que en el 89,7% de los incidentes reflejados los delincuentes son violentos tanto con el operador como con los usuarios.

**Tabla 14: Como fue la agresión o violencia en el incidente**

Tipo de Agresión	Frecuencia	Porcentaje
Total (operador y usuario)	278	89,7
Parcial 1 (Operador)	9	2,9
Parcia 2 (Usuarios)	23	7,4
Total	310	100,0

## **Conclusiones**

Este estudio nos mostró que realmente no es sensación y que si hay un número importante de incidencias en las unidades de transporte público en el área metropolitana de Mérida.

Más de la mitad de las unidades encuestadas dan mucha credibilidad a los resultados, que muestran claramente que dos de cada tres unidades de transporte han sufrido incidentes de inseguridad, la mayoría de las veces con intervención de tres o más asaltantes y portando armas de fuego lo que hace casi imposible que operador y usuarios puedan hacer algo para impedir el asalto.

Esta circunstancia hará muy difícil que por motivo de la inseguridad las personas migren del transporte privado al público, por lo tanto la movilidad no apuntará a la sostenibilidad.



# **INCIDENCIAS DE INSEGURIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE EL VIGÍA. ESTADO MÉRIDA.**

**Rubén José Calderas Volcanes**

UPB. Sede Montería, Colombia, ruben.calderas@upb.edu.co

**Jorleidy Alessandra Rondón Molina**

ULA. Mérida, Venezuela, jorleidyrondon@hotmail.com

**Odmар Alejandro Calderón Otalvora**

ULA. Mérida, Venezuela, Oaco1989@gmail.com

## **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo general realizar un estudio de las incidencias de inseguridad que han ocurrido en unidades de transporte público urbano de la ciudad de El Vigía, Municipio Alberto Adriani del Estado Mérida, con la finalidad de establecer si realmente es inseguro su uso. La población y la muestra en estudio se dividió en dos: operadores y usuarios. En el caso de los primeros la población fue la totalidad de las líneas registradas y la muestra el 50% de los que laboran por líneas; en los usuarios la población se tomó de los datos del Censo de Población y Vivienda 2011 del municipio Alberto Adriani y la muestra fue aproximadamente el 1% de la población, tomada de manera aleatoria. Se utilizó la encuesta como técnica para recolección de datos; los resultados obtenidos determinaron que donde ocurre el mayor índice delictivo es en la Línea Monumental, tanto para los usuarios como para los choferes. El análisis de las encuestas fue satisfactorio ya que se logró conocer el valor que estaría dispuesto a pagar el usuario y el chofer por su seguridad, utilizando el método de la valoración contingente.

### **Objetivo general**

Realizar un estudio de las incidencias de inseguridad que han ocurrido en unidades de transporte público urbano de la ciudad de El Vigía, municipio Alberto Adriani del Estado Mérida, con la finalidad de establecer si realmente es inseguro su uso.

### **Objetivos específicos**

Realizar el inventario de las unidades de transporte público del municipio.  
Precisar si ocurrieron incidentes en contra de la seguridad de las unidades de transporte o de los pasajeros durante los últimos dos años.  
Determinar la existencia de situación de inseguridad en las unidades de transporte público.  
Aplicar un método que permita establecer el costo adicional en el pasaje que el usuario estaría dispuesto a pagar para mejorar sus condiciones de seguridad.

## **Justificación**

La migración hacia el transporte público de personas que usan vehículo particular es una de las variables que podrían contribuir al logro de una movilidad sustentable, situación que incidiría favorablemente en los niveles de congestión y de accidentabilidad de la ciudad.

Sin embargo, en muchas de nuestras ciudades el común de los usuarios parece tener una percepción de inseguridad personal en relación al sistema de transporte público. Debido a las repercusiones personales y sociales del problema de la inseguridad, así como de las afectaciones que éste causa en términos económicos, psicológicos, emocionales, físicos e incluso de la propia vida de las personas, un estudio como el que se plantea puede representar un interesante aporte desde la perspectiva de la prevención de robos y la disminución de riesgos de este tipo en las unidades de transporte colectivo público y de esta manera contribuir a la migración del transporte privado al público. En el transcurso de la investigación nos conseguimos con la dificultad de que son escasas las investigaciones específicas y directas en relación al tema de robos y atracos en el transporte público, ya que la mayoría de ellas se centra en otros tipos de delito, como los homicidios, las agresiones graves, los robos de vehículos y viviendas. Sin embargo, en la Escuela de Criminalística de la Universidad de Los Andes y también en algunos sitios Web fue posible encontrar algunas investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional, las cuales servirán de referencia para el presente estudio, permitiendo interrelacionar la teoría y la realidad existente.

Un trabajo más reciente acerca del incremento de la inseguridad y la delincuencia y más directamente relacionado con el tema en estudio, es el realizado por el Observatorio Venezolano de la Violencia (2017) acerca de la criminalidad en el transporte público urbano de cinco capitales de estado: San Cristóbal, Cumaná, Distrito Capital, Ciudad Bolívar y Barquisimeto. Para obtener información se hicieron dinámicas de grupos focales en todas estas ciudades durante abril y mayo 2017. Aunque no se obtuvo una estadística rigurosa, los entrevistados señalaron que los asaltos al transporte público ocurren cotidianamente en todas las líneas que prestan servicio en las cinco capitales.

## **Metodología**

La realización de la investigación se basó en la aplicación de encuestas a una muestra representativa de operadores y usuarios del transporte público urbano de la ciudad de El Vigía, la cantidad de encuestas aplicadas se indica a continuación.

**Tabla 1. Distribución proporcional Operadores de Transporte Público en El Vigía.**

Nº	Línea de transporte público	Características de las líneas de transporte	
		Total de unidades	50% muestra
1	Monumental	28	14
2	Orquídea Real del Sur	47	24
3	Esfuerzo 2012	42	21
4	Francisco Miranda	19	10
5	Pulido Méndez	31	16
6	Rapiditos de Onia	16	8
7	La Lucha 2010	33	17
Total		216	108

Fuente: Elaboración Propia

Los usuarios del transporte público de la ciudad de El Vigía, corresponden a los pobladores urbanos del municipio Alberto Adriani, que según el Censo de Población y Vivienda del año 2011 alcanza a los 132.681 habitantes y representan un 16,01% de la población total del estado. De ellos, 66.143 (49,85%) son hombres y 66.538 mujeres. Se toma el 1% de los 132.681 hab de manera aleatoria...

**Tabla 2. Distribución de la muestra usuarios y porcentajes de distribución.**

Líneas de transporte público	Cantidad usuarios	Distribución porcentual por línea de transporte %
Monumental	300	23
Orquídea Real del Sur	150	12
Esfuerzo 2012	100	7
Francisco Miranda	150	12
Pulido Méndez	150	11
Rapiditos de Onia	100	8
La Lucha 2010	150	12
Centro	200	15
TOTAL	1300	100

El instrumento aplicado tuvo las siguientes preguntas:

1. ¿Ha sido víctima de un acto delictivo durante el uso del servicio de transporte público? Si No Si la respuesta es No, RESPONDER LAS PREGUNTAS 11,12,13
2. ¿En qué lugar ocurrió el delito (robo, asalto)?
3. ¿Recuerda la hora que se cometió el delito?

En la Mañana (De 5:30 a 12:00); En la Tarde (De 12:01 a 18:00) En la Noche (De 18:01 a 9:00); No Sabe

4. ¿En qué mes y año ocurrió el delito (robo o asalto)? Año \_\_\_\_\_

Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio

Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre

5. El robo o asalto fue:

Total (operador y pasajeros) Parcial 1 (Operador) Parcial 2 (Pasajeros)

6. ¿Cuántos delincuentes participaron en el delito?

Uno Dos Tres ó más No responde No sabe

7. ¿Llevaban armas los delincuentes?

Si No No responde No sabe

8. ¿Qué tipo de armas llevaban?

Arma de fuego Arma blanca Objetos contundentes No responde No sabe

9. ¿Hubo agresión con el arma?

Si No

10. La agresión fue...

Total (operador y pasajeros) Parcial 1 (Operador) Parcial 2 (Pasajeros)

11. ¿Está usted de acuerdo en que se le coloquen a la unidad de transporte sistemas de seguridad?

Si No

12. ¿Qué tipo de sistema de seguridad recomienda? 13. ¿Cuánto cree usted que debe costar el pasaje urbano en la unidad de transporte que cuenta con sistemas de seguridad?

Cámaras Alarmas Dispositivos conectados a la policía Todas las anteriores.

13. ¿Cuánto cree usted que debe costar el pasaje urbano en la unidad de transporte que cuenta con sistemas de seguridad?

(150-201) Bs. (201-250) Bs. (251-300) Bs. (301 o más) Bs

## Resultados de la encuesta

A continuación se presentan los resultados de las encuestas por Ítem, exceptuando por necesidad de espacio el Ítem 2 correspondiente a la zona donde ocurrió el incidente que no es relevante en esta presentación.

Ítem 1 ¿Ha sido víctima de un acto delictivo durante el uso del servicio de transporte público?

Los resultados obtenidos nos muestran que un usuario de cada cinco ha sido víctima de la delincuencia al igual que uno de cada cuatro unidades de transporte.

**Tabla 3: Víctimas de un acto delictivo.**

Víctima	Usuarios		Víctimas	Operadores	
	Frecuencia	%		Frecuencia	%
Si	247	19	Si	23	26
No	1053	81	No	66	74
Total	1300	100	Total	89	100

Se aprovecha para destacar una observación importante sobre la distribución de los incidentes dependiendo del tipo de vehículo usado para el transporte, indicando que son más propensas a tener incidentes de seguridad las unidades de mayor capacidad.

**Tabla 4: Incidentes por tipo de vehículo.**

Tipo de Vehículo	Encuestados	Incidentes	%
Buses	12	11	92
Vehículos	77	12	16

Ítem 3 ¿Recuerda la hora que se cometió el delito?

**Tabla 5: Hora de ocurrencia.**

Rangos de horas	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Mañana (6:01 a 12:00)	85	34	9	39
Tarde (12:01 a 18:00)	105	43	5	21
Noche (18:01 a 22:00)	57	23	9	39
Total	247	100%	23	100

Ítem 4 ¿En qué mes y año ocurrió el delito?

**Tabla 6: Clasificación por año de ocurrencia**

Año	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Antes 2016	63	26	2	8
2016	176	71	15	67
2017	8	3	6	25
Total	247	100	23	100

Ítem 4 ¿En qué mes y año ocurrió el delito?

**Tabla 7: Clasificación por mes de ocurrencia**

Mes	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Enero	27	11	5	22
Febrero	25	10	1	4
Marzo	17	7	2	9
Abril	10	4	0	0
Mayo	16	6	2	9
Junio	11	4	1	4
Julio	9	4	1	4
Agosto	23	9	2	9
Septiembre	11	4	0	0
Octubre	13	5	2	9
Noviembre	19	8	1	4
Diciembre	15	6	5	22
No Recuerda	51	21	1	4
Total	247	100	23	100

1.5. Ítem 5. El robo o asalto fue: Total (Operador y Usuarios). Parcial 1 (Operador). Parcial 2 (Usuarios)

**Tabla 8: Robo o atraco. Total o Parcial**

Víctima	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%

Operador	51	21	11	48
Usuarios	72	29	10	43
Ambos	124	50	2	9
Total	247	100	23	100

#### 1.6. Ítem 6 ¿Cuántos delincuentes participaron en el delito?

Este ítem tiene la finalidad de saber cuántas son las personas o asaltantes que intervienen usualmente en un incidente de este tipo. Los resultados reseñados en las tabla 14 y en el gráfico 6, arrojaron como resultado que de los 247 incidentes reflejados, en 143 intervinieron 2 o más asaltantes, lo que representa el 58%.

**Tabla 9: Número de delincuentes en el incidente.**

Número de delincuentes	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Uno	82	33	13	57
Dos	143	58	10	43
No responde	4	2	0	0
No Sabe	18	7	0	0
TOTAL	247	100	23	100

#### Ítem 7 Usuarios: ¿Llevaban armas los delincuentes?

La tabla 15 y el gráfico 7, reflejan que en 111 de los incidentes ocurridos (el 45%), uno de los delincuentes portaba armas, en 69 de los casos (28%) había dos delincuentes que llevaban armas, lo cual suma un 73% de situaciones que favorecen que tanto los operadores como los usuarios sean sometidos porque los delincuentes llevan consigo algún tipo de armas.

**Tabla 10: Utilización de armas en el incidente**

Número de delincuentes con arma	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Uno	111	45	18	78
Dos	69	28	4	17
No responde	12	5	0	0
No Sabe	55	22	1	5
TOTAL	247	100	23	100

Ítem 8 Usuarios ¿Qué tipo de arma(s) llevaban?

En este ítem se midió cual es el tipo de arma que usan los delincuentes en los incidentes, demostrando que en 53% de los casos someten a los operadores y usuarios usando armas de fuego. Los otros tipos de armas tienen un porcentaje muy bajo con respecto al de fuego, como puede observarse en la. Tabla 16 y el gráfico 8.

**Tabla 11: Tipos de armas utilizadas en el incidente**

Tipo de arma	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Arma de Fuego	130	53	20	87
Arma Blanca	30	12	2	9
Objetos Contundentes	18	7	0	0
No responde	23	9	0	0
No Sabe	46	19	1	4
Total	247	100	23	100

**Ítem 9 ¿Hubo agresión o violencia hacia el operador y/o los usuarios con el arma?**

**Tabla 12: Ocurrencia de agresión o violencia en el incidente**

Ocurrencia de agresión	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Si	148	60	3	13
No	99	40	20	87
Total	247	100	23	100

Ítem 10 La agresión o violencia hacia el operador y/o los usuarios fue: Total (Operador y Usuarios). Parcial 1 (Operador). Parcial 2 (Usuarios).



**Tabla 13: Víctimas del incidente**

Víctima	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Total (ambos)	77	52	1	33
Operador	41	28	2	67
Usuarios	30	20	0	0
Total	148	100	3	100

Ítem 11 ¿Está usted de acuerdo en que se le instalen sistemas de seguridad a las unidades de transporte público?

**Tabla 14: Deseos de instalación de sistemas de seguridad**

Instalación Sistemas de Seguridad	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Si	1194	92	89	100
No	106	8	0	0
Total	1300	100	89	100%

Ítem 12 ¿Qué tipo de sistema de seguridad recomienda?

**Tabla 15: Tipo de sistema de seguridad deseado**

Sistemas de Seguridad Recomendados	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Cámaras	167	14	29	33
Alarmas	100	8	0	0
Dispositivos conectados a la Policía	160	13	8	9
Todas	767	64	52	58
Total	1194	100	89	100

Ítem 13 Operadores: ¿Cuánto cree usted que debe costar el pasaje urbano en la unidad de transporte, que cuenta con sistemas de seguridad?

**Tabla 16: Disposición al pago**

Rango	Usuarios		Operadores	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
150-200	723	61	0	0
201-250	197	16	0	0
251-300	105	9	27	30
301 o más	169	14	62	70
Total	1194*	100	89	100

### Discusión de Resultados y Conclusiones

Los 89 operadores encuestados se vieron afectados por 23 incidentes delictivos de este tipo, mientras que los 1300 usuarios encuestados reflejaron 247 de estos eventos.

El 19% de los usuarios encuestados ha sido víctima al menos una vez de un asalto o robo mientras hacía uso del servicio de transporte público urbano. Partiendo de que la proporción de la muestra de usuarios que se encuestó es del 1% de la población de El Vigía, puede inferirse que en relación al 100% de la población de esta ciudad existen 24,700 personas que han sido afectadas por este delito. Por su parte, la afectación de los operadores mientras han estado prestando el servicio es proporcionalmente algo mayor que la de los usuarios, ya que corresponde a un 26%. La proporción de la muestra de operadores que se encuestó corresponde al 41% de los conductores, de lo que se infiere que 56 de los 216 conductores han sido afectados por este tipo de incidentes. Si bien se trata de un dato moderado, el descuido en la prevención de robos y asaltos puede incrementar esta cifra, con todos los riesgos que esto implica.

Es difícil precisar en qué tramos de las rutas analizadas se incrementan los riesgos para los usuarios de ser robados o atracados, ya que usualmente los asaltantes se suben un una parada y se bajan en la siguiente. Sin embargo, el tramo donde se presentó mayor número de incidentes fue en el corredor de la Av.3 hasta el centro de la ciudad, el cual comprende Centro, Av.15, Plaza Bolívar, Av. Bolívar, Hospital, San Isidro, Inmaculada, con el 37% del total de delitos registrados. Sin embargo, para los operadores, el tramo de mayor riesgo para que ocurran estos incidentes es la Av. Rómulo Gallegos entre Terminal y MAKRO, el cual concuerda con el segundo tramo considerado más riesgoso por los usuarios. Sintetizando ambas opiniones, puede apreciarse la ampliación espacial del ámbito de esta acción delictiva.

Según los operadores, los rangos de horas en que más ocurren estos incidentes son los de la mañana y la noche, ambos en un 39%. En cambio, para los usuarios esto ocurre de manera más significativa en la tarde, entre las 12:01 y 18:00 horas, con un

43% de ocurrencia. En todo caso, puede considerarse que el riesgo de robos y asaltos ocurre a todo lo largo del día, aunque las horas de la tarde parecen ser las de mayor incidencia.

Para ambos actores, el mayor porcentaje de incidentes ocurrió en el año 2016 con incremento significativo de 48 puntos con respecto al año anterior. Es necesario acotar al respecto que sólo el año 2016 fue medido de manera completa, por lo que no es comparable con la data de 2017, con apenas tres meses de registro.

Tanto para los usuarios como para los operadores del servicio, el mes de mayor incidencia de robos y asaltos fue enero, con 22%; aunque para los operadores el mes de diciembre también tuvo el mismo valor de 22%. Le siguen en incidencia febrero y agosto. También todos coinciden en que los meses donde fue más baja la incidencia de estos eventos fueron abril y septiembre, con un 0%.

En la opinión de los usuarios, en un 29% de los incidentes sólo ellos fueron afectados, mientras que en la de los operadores su afectación fue de 43%. Pero ambas categorías son altamente susceptibles de ser robadas o asaltadas durante el uso o prestación del servicio de transporte público, ya que se trata de actores coincidentes y de acciones simultáneas. Cuando se trata de afectación conjunta o total, ambas categorías la valoran en un rango que oscila entre el 48-50% de los casos, por lo que la ocurrencia de afectaciones de los usuarios puede alcanzar hasta un 79% y la de los operadores hasta un 93%.

Uno de los ítems en los que las apreciaciones son más diferenciadas se refiere a cuántos delincuentes intervinieron en los robos o asaltos a las unidades en servicio. Los operadores informaron que un 57% de estos incidentes fueron ejecutados por 1 solo asaltante, mientras que para los usuarios esto ocurrió sólo en el 33% de los casos y en un 58% intervinieron dos delincuentes.

Un 73% de estos eventos fue ejecutado con armas que los usuarios identificaron como "armas de fuego" y en opinión de los operadores, en el 96% de los incidentes intervino el uso de algún tipo de armas, especialmente las de fuego (87%). En un 53% de los casos, el incidente ocurrió con cierto grado de agresión y violencia hacia los usuarios y en el 66% de los casos hacia los operadores.

Todos estos datos nos conllevan a dar el resultado de que efectivamente hay un alto índice de inseguridad en El Vigía estado Mérida.

# UNA MÉTRICA DE INCLUSIÓN AL SISTEMA BRT DE SANTIAGO DE CALI

**Luis Fernando Macea Mercado**

Departamento de Ingeniería Civil e Industrial, Pontificia Universidad Javeriana, Santiago de Cali,  
Colombia, luis.macea@javerianacali.edu.co

**Carolina Benavides Ruiz**

Departamento de Ingeniería Civil e Industrial, Pontificia Universidad Javeriana, Santiago de Cali,  
Colombia, carobenavides@javerianacali.edu.co

## RESUMEN

En la mayoría de ciudades latinoamericanas, las limitaciones, necesidades y la exclusión social debido a la falta de acceso a los sistemas de transporte de las personas con discapacidad, ha sido una variable no considerada en los procesos de planificación. Muchas de estas personas son discriminadas y enfrentan a diario barreras que deterioran su calidad de vida y les impiden disfrutar sus derechos. En respuesta a esto, el presente artículo analiza la accesibilidad espacial y temporal de 866 personas con discapacidad al sistema de transporte público en las comunas 10, 17, 19 y 22 de ciudad de Cali, con el objetivo de formular políticas de carácter inclusivo que respondan a las necesidades de movilidad de esta población. Para el desarrollo de este artículo, se toma como referencia la información recopilada en el Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad, con el fin de localizar espacialmente la ubicación de esta población en relación con la cobertura existente del transporte; por medio de sistemas de información geográfica. Para conocer las condiciones de accesibilidad de la población en estudio con relación al correspondiente sistema BRT, se calcularon dos indicadores topológicos: 1) Presencia/ausencia y 2) Indicador absoluto de tiempo global, los cuales permitieron generar mapas de cobertura del sistema. Los resultados parciales dieron cuenta de las mejoras que se deben proyectar en términos de planificación de operación del sistema BRT de la ciudad, de manera que se puedan atender las necesidades de movilidad de la población en estudio.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde las perspectivas de inclusión social y sostenibilidad de los sistemas de transporte, además de la congestión y la coexistencia de los fenómenos de expansión de las ciudades, produce importantes efectos negativos que impulsan el reto de modelar y planificar el transporte (Santos et al., 2010). Normalmente, estos efectos negativos se agrupan en cuatro dimensiones que encauzan los procesos de planificación urbana en términos de movilidad. Estas dimensiones son: económica, ambiental, social y salud, con especial connotación para los países en vías de desarrollo, donde la exclusión social debida a la falta de acceso a los sistemas de transporte es un problema aún no resuelto. Los efectos negativos asociados con las dimensiones económica, ambiental y de salud han sido tradicionalmente los más estudiados; sin

embargo, sólo recientemente, el entendimiento de los problemas de exclusión ocasionados por el transporte (Lucas, 2012), así como las metodologías para abordar su análisis han sido objeto de estudio (Bocarejo & Oviedo, 2012).

La complejidad del análisis de exclusión desde la perspectiva de sistemas de transporte es evidente, pues, como lo indica Church et al. (2000), hay exclusión física, geográfica, de acceso a las instalaciones de transporte, económica (tarifas, peajes, cobros por congestión), asociada al tiempo disponible para viajar, al temor asociado con la inseguridad de viajar y la gestión del espacio público que privilegia ciertos grupos sociales. Infortunadamente, los procesos de planificación en la mayoría de las ciudades latinoamericanas no han considerado las necesidades específicas de las personas con discapacidad, afectando la asistencia a la escuela de los niños con discapacidad y limitando sus posibilidades de inserción laboral (World Bank, 2004). Por tanto, se puede afirmar que las personas con discapacidad son comúnmente discriminadas y muchas de ellas enfrentan diariamente barreras que deterioran su calidad de vida y les impiden el disfrute pleno de sus libertades fundamentales.

Desde el punto de vista normativo, el derecho de accesibilidad como manifestación directa de la igualdad material, con el objeto de fomentar la vida autónoma e independiente de las personas con discapacidad, quedó consagrado en la Ley 1618 de 2013. Esta ley asignó a las ciudades la responsabilidad de adoptar las medidas necesarias para asegurar la accesibilidad de todas las personas al transporte. Igualmente, el Ministerio de Transporte de Colombia, como máxima autoridad de regulación y control del transporte en el país, expidió el Decreto 1660 de 2003, que define las pautas para implementar la accesibilidad al medio físico en las ciudades colombianas. Fundamentalmente, el gobierno nacional ha planteado la necesidad de que los vehículos de transporte público urbano cuenten con mecanismos que faciliten el acceso a las personas con discapacidad, indicando especialmente las características técnicas de los paraderos con respecto a los sistemas de ayuda eléctrica o mecánica para salvar el cambio de nivel, y las características técnicas de los vehículos en cuanto a rampas móviles y otros sistemas que faciliten el acceso de personas con discapacidad.

A pesar de los avances en expedición de normas que se han dado en el país en los últimos años, se percibe que todavía son muchos los problemas de exclusión que sufren las personas con discapacidad al momento de usar los servicios de transporte público. Esto es así, porque los planes de movilidad de las ciudades y la definición de políticas casi nunca toman en cuenta las necesidades de las personas con discapacidad, lo que evidentemente limita sus posibilidades de integración a las actividades económicas y sociales e impide su pleno desarrollo (Poveda et al, 2017).

## **2. CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN**

Según la encuesta de Movilidad del año 2015 realizada por la Alcaldía de Santiago de Cali, la ciudad tiene aproximadamente 2.901.206 habitantes, de los cuales el 4% presenta alguna discapacidad y percibe a diario limitaciones para acceder a los diversos modos de transporte motorizado existentes. Las alternativas que representan mayores dificultades para la población con discapacidad, según la referida encuesta, son en esencia el Transporte Público Colectivo (TPC) con el 21%, seguido del SITM-MIO con el 8%. En cuanto a los otros modos de transporte, el 6.2% percibe barreras para acceder al auto particular; el 6% al Moto-taxi y Bici-taxi; el 3% al Campero, Jeep o Guala y el 1.2% al Taxi.

Con propósito de profundizar en la comprensión de las barreras de accesibilidad al transporte público que experimenta este minoritario grupo poblacional, en el presente estudio se analiza la accesibilidad espacial y temporal de 866 personas con discapacidad al sistema de transporte público urbano en las unidades de análisis, lo cual corresponde a las comunas 10, 17, 19 y 22 de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca. Esto con el objetivo de formular políticas de carácter inclusivo que respondan eficazmente a las necesidades de esta población.

La muestra utilizada en el presente estudio está compuesta por un 64% de personas con movilidad reducida, 13% de las personas con discapacidad sistémica y un 23% con discapacidad sensorial visual. Estas tres tipologías de capacidades fueron escogidas debido a que son las que requieren con mayor frecuencia de herramientas para su movilidad. En el caso de discapacidad motriz, se puede resaltar que aproximadamente el 37% de las personas utilizan silla de ruedas, un 23% bastón, y 7% muletas. Por otra parte, con respecto al tipo de discapacidad sensorial visual, el 61% de las personas utilizan bastón de extensión y un 10% requiere de asistente

## **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

Según Huertas y Serrano (2017), la accesibilidad "se define como la facilidad para que cualquier persona pueda llegar a un lugar, objeto o servicio en condiciones de seguridad, comodidad e igualdad", por lo tanto, considerando el tema de estudio en las personas con discapacidad, medir este elemento permite establecer y analizar si se presentan deficiencias en cuanto a la planificación de la operación y rutas que posee el transporte público para atender las necesidades de movilidad de la población.

Para calcular la accesibilidad, existen indicadores de tipo topológico, los cuales, según Huertas y Serrano (2017), "están basados en la teoría de grafos y sólo consideran la red

de transporte en la zona de estudio, simplificándola y representándola por una malla, en donde cada uno de sus tramos une dos puntos”. Los indicadores de accesibilidad utilizados en este estudio son los siguientes:

**Tabla 1. Indicadores**

Indicador	Descripción	Autores/año	Uso de autores
Presencia/ Ausencia	Permite obtener representación sencilla de los resultados divididos en zonas e identifica la presencia (o ausencia) de infraestructuras de transporte (Murillo 2007).	Camacho y Larrota (2008)	Análisis de la accesibilidad peatonal en Univalle
Indicador Absoluto de Tiempo Global	Según Sarmiento et al. (2000), mide la suma de tiempo desde un punto a todos los demás, en donde, el punto con la menor sumatoria es el que mejor comunicado esta. $T_i = \sum_{j=1}^N T_{ij}$ Donde: $t_{ij}$ = Tiempo mínimo de recorrido de i a j utilizando la red	Camacho y Larrota (2008)	Análisis de la accesibilidad peatonal en Univalle
		Huertas y Serrano (2017)	Análisis de la accesibilidad del SITM en Cali
		Sarmiento et al. (2000)	Accesibilidad vial
		Asprilla (2014)	Accesibilidad y cobertura de la red de salud pública en Cali
		Jaramillo et al. (2016)	Análisis de accesibilidad vial en Cali
		Lemun y Lenis (2016)	Accesibilidad de sistema BRT en Cali
Curvas isócronas	Por medio de los tiempos $t_{ij}$ , se grafican sobre un plano las curvas de igual tiempo para acceder a algún lugar/servicio (Sarmiento et al., 2000)	Sarmiento et al. (2000)	Accesibilidad vial

#### 4. METODOLOGÍA

Metodológicamente, se toma como referencia la información recopilada por el Ministerio de Salud y Protección Social, a través el Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad – RLCPD, que es una base de datos única para ubicar y caracterizar las personas con algún tipo de discapacidad, residentes en Colombia, con el fin de planificar acciones para suplir las necesidades de esta población a nivel departamental, distrital y municipal.

La información de la base de datos fue revisada, filtrada y adaptada para obtener la georreferenciación de las diferentes personas con alguna de las discapacidades consideradas en el estudio (movilidad, sistémica y sensorial visual) y que estén ubicadas en las comunas 10, 17, 19 o 22 de la ciudad de Santiago de Cali. Para esto, por medio

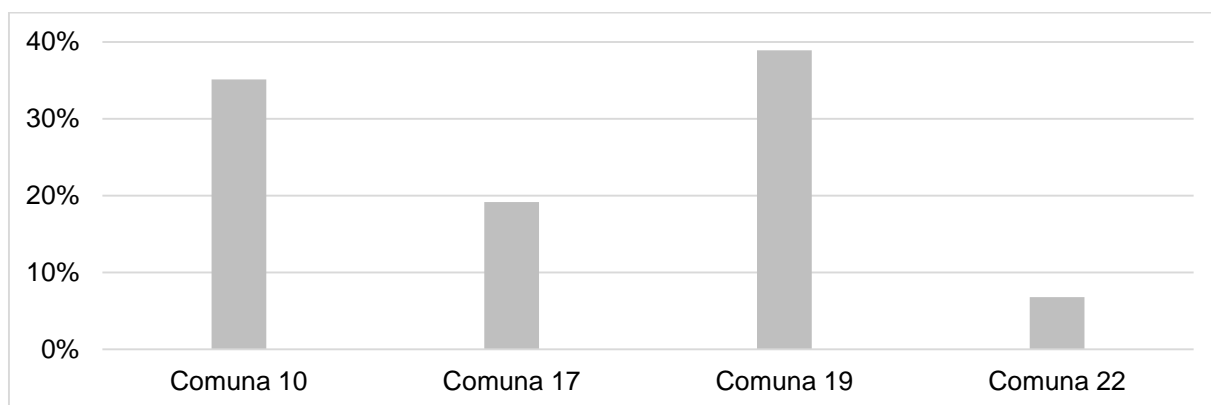
de la aplicación Google Earth Pro se ingresaron cada una de las direcciones encontradas en la base de datos y se obtuvieron las coordenadas respectivas, las cuales fueron ingresadas al software QGIS, con el fin de correlacionar la demanda de transporte de esta población con la cobertura existente del sistema de transporte público, por medio de la utilización de capas vectoriales proporcionadas por el Web Feature Service de la Alcaldía de Cali.

Para medir la accesibilidad se calcularon los dos indicadores topológicos descritos anteriormente. Para esto fue necesario identificar la cantidad de estaciones y paradas que se encuentran en cada una de las comunas. Adicionalmente, fue necesario generar una matriz de distancia entre cada persona con alguna discapacidad y la estación o parada más cercana. Posteriormente, para determinar el tiempo se utilizó una velocidad de marcha de 0,67 m/s, la cual corresponde a Personas frágiles. Los resultados se agruparon por comuna y discapacidad, finalmente, se realizaron 4 mapas, en los cuales se dan a conocer los indicadores calculados en la ciudad.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

En base a los registros del RLCPD, se pudo establecer que la población con discapacidad perteneciente a las cuatro comunas en estudio corresponde a 866 personas, cuya distribución por comunas se muestra en la Figura 1.

**Figura 1. Personas con discapacidad por comunas de estudio**

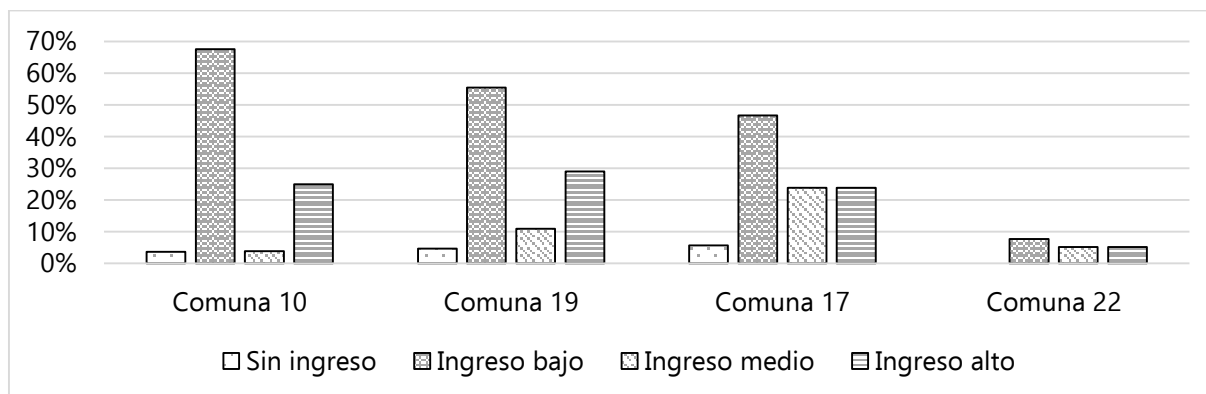


La comuna 19 posee la mayor cantidad de personas con discapacidad con un 39%, seguida de la comuna 10 con un 35%, luego la comuna 17 con un 19% y, finalmente, la comuna 22 con un 7%. En ese mismo sentido se observa una tendencia creciente en el estrato social predominante de estas comunas, tal como se puede constatar en el Plan de desarrollo 2008-2011 de Santiago de Cali, donde el estrato moda para las comunas 10, 19, 17 y 22 es 3, 4, 5 y 6 respectivamente. La Figura 2 muestra que la



proporción de personas con discapacidad son mayoritariamente personas de ingreso bajo, lo que persiste aún en comunas con prevalencia de estratos altos.

**Figura 50. Nivel de ingreso por comunas de estudio**



En la Comuna 10 habita el 5.05% de la población total de la ciudad, es decir 103.087 habitantes, de los cuales el 0.4% son personas con discapacidad, según registros del Ministerio de Salud y Protección Social. El género masculino con algún tipo de discapacidad es predominante en esta comuna con un 58%. En relación con el nivel de ingresos, el 71% recibe menos de un millón de pesos mensuales. La gran mayoría sólo alcanzó a terminar sus estudios de primaria (39.2%), mientras que personas con estudios de secundaria corresponden al 28.3%.

Por su parte, en la comuna 19 viven aproximadamente 98,257 habitantes, que corresponden al 4.8% de la población total de la ciudad, siendo sólo el 0.1% la proporción de personas con discapacidad. El género masculino es también predominante en esta comuna con un 61%. Al igual que la comuna 10, la mayoría de personas con algún tipo de discapacidad sólo ha alcanzado a realizar estudios de primaria (34%) o secundaria (21.4%). Sin embargo, se observa cierto nivel de polarización salarial debido a que el 34% de estas personas recibe ingresos menores a \$500,000/mes, mientras que el 26% percibe más de 2.5 millones/mes.

La comuna 17 habita el 5.1% de la población total de la ciudad, es decir 103,975 habitantes, de los cuales el 0.22% corresponde a personas con discapacidad. En cuanto a nivel educativo, en la comuna 17 existe una importante frecuencia de personas con nivel de estudios universitarios (19%). También se observa un mayor balance en relación con el ingreso percibido, ya que el 19% percibe menos de \$500,000/mes, 19% entre 1.5 y 2.0 millones/mes y 24% más de 2.5 millones/mes. En relación con la distribución por género de personas con discapacidad, persiste la tendencia observada en las comunas 10 y 19. Finalmente, la comuna 22, habita el 0,4% de la población total de la ciudad, es decir 8,971 habitantes, de los cuales 0.43% poseen alguna

discapacidad. Esta comuna posee características semejantes a la comuna 17 en cuanto a nivel educativo y salarial. A diferencia de las comunas anteriores, en esta comuna existe una mayor presencia de personas del sexo femenino con alguna discapacidad.

## 6. RESULTADOS

Como resultado de esto, fue posible identificar la presencia (o ausencia) de infraestructura de transporte en cada una de las comunas incluidas en este estudio. En la Tabla 2 se muestra cantidad de estaciones y paradas por comunas.

**Tabla 2. Indicador Presencia**

Descripción	Cantidad de Paradas y Estaciones
<b>Comuna 10</b>	143
<b>Comuna 17</b>	552
<b>Comuna 19</b>	326
<b>Comuna 22</b>	186

Con respecto a este indicador, se puede decir que la Comuna 10 es aquellas que presentan la menor cantidad de estaciones y paradas, por lo tanto, su accesibilidad debe mejorarse porque en estas comunas hay una oferta de 143 paradas que debe suplir las necesidades de 304 usuarios.

Por otra parte, fue posible obtener información que da cuenta del nivel de accesibilidad de las personas con discapacidad a las estaciones del SITM-MIO en cada una de las comunas en estudio. Se consideraron las estaciones como punto de análisis debido a que es en ellas donde se minimizan las barreras de acceso a los vehículos del sistema. Las distancias y tiempos promedios de acceso a estaciones se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Accesibilidad espacial y temporal a estaciones principales del SITM-MIO**

	Distancia Promedio [km]				Tiempo Promedio Acceso [min]
	Movilidad	Sistémica	Sensorial Visual	Total	
<b>Comuna 10</b>	1.41	1.43	1.39	1.41	34.99
<b>Comuna 17</b>	0.96	0.94	0.90	0.94	23.43
<b>Comuna 19</b>	0.56	0.55	0.53	0.55	13.71
<b>Comuna 22</b>	2.56	2.77	2.59	2.59	64.36

Estos resultados indican que la comuna 22, seguida de la comuna 10 y la 17 son las que mayores problemas de accesibilidad a estaciones presentan para la población con discapacidad. En la comuna 22, una persona con discapacidad tardaría en promedio 1 hora si se considera que la velocidad de marcha es mucho menor comparado con una persona con condiciones normales. Por su parte, en la comuna 10 una persona con

discapacidad tendría que recorrer en promedio 1.41 km equivalentes a 35 minutos de marcha para llegar a la estación del SITM-MIO más cercana, mientras que en la comuna 17 los tiempos de acceso a las estaciones principales para esta población vulnerable son de aproximadamente 24 minutos.

Por otra parte, desde el punto de vista de acceso paraderos del SITM-MIO, la tendencia es igual a la encontrada anteriormente. Aunque los tiempos de acceso al paradero son mucho mejores, la accesibilidad que brinda el paradero al bus es muy reducida (no se garantiza el acceso universal a la población con discapacidad). En promedio los tiempos de acceso a un paradero de una persona con son de aproximadamente 5.7 minutos para la comuna 22, 4 minutos para la comuna 10, 3.4 minutos para la comuna 17 y 3 minutos para la comuna 19, según se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4. Accesibilidad espacial y temporal a paraderos del SITM-MIO**

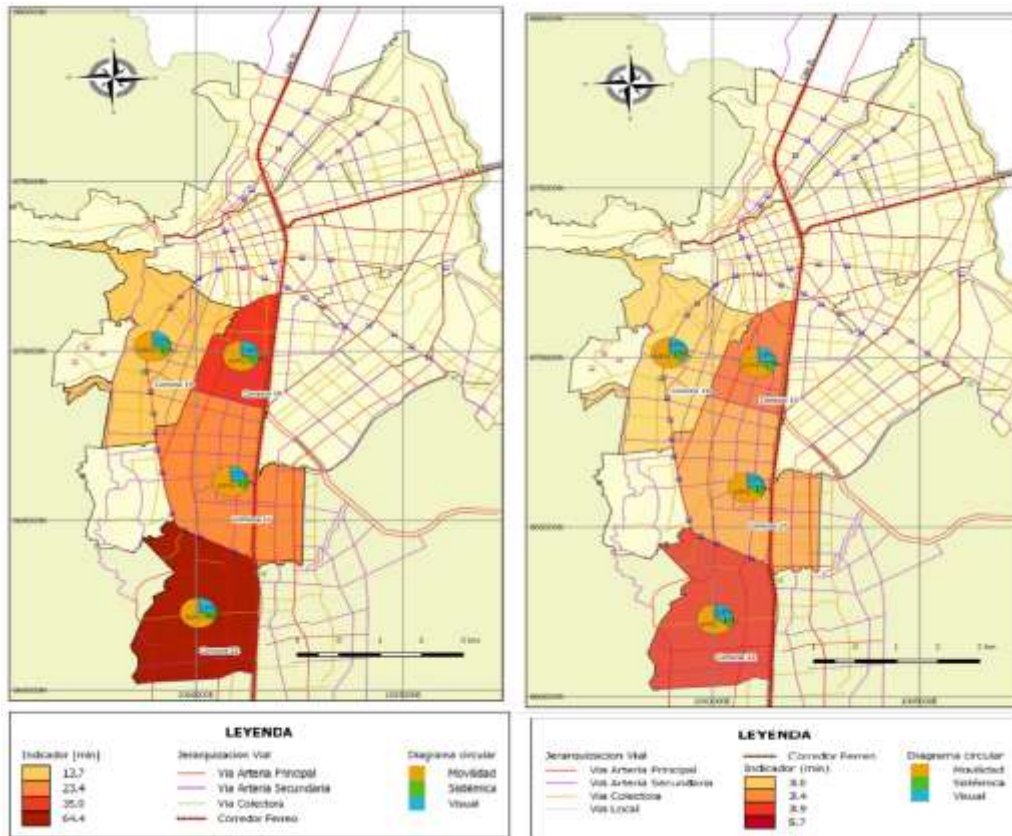
	Distancia Promedio [km]				Tiempo Promedio Acceso [min]
	Movilidad	Sistémica	Sensorial Visual	Total	
<b>Comuna 10</b>	0.15	0.17	0.16	0.16	3.9
<b>Comuna 17</b>	0.13	0.15	0.13	0.14	3.4
<b>Comuna 19</b>	0.12	0.11	0.13	0.12	3.0
<b>Comuna 22</b>	0.23	0.22	0.22	0.23	5.7

Los resultados se utilizaron para generar un conjunto de mapas que permitan visualizar la accesibilidad de las personas con discapacidad en las zonas de estudio.

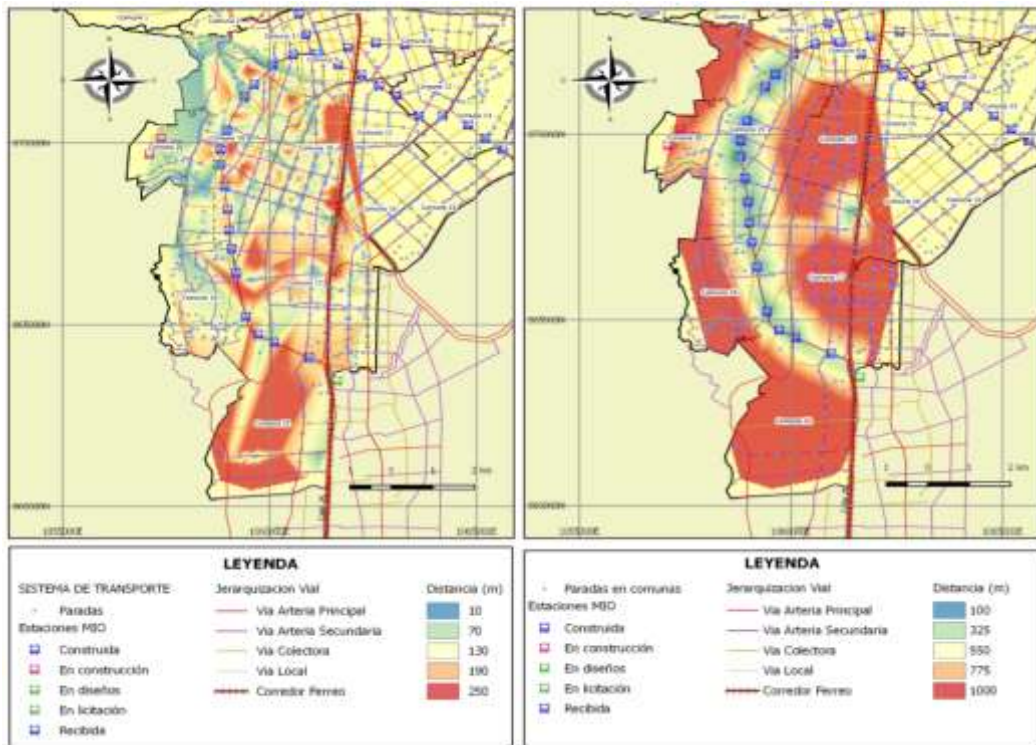
En el Figura 3 se observa que la comuna 22 es la más crítica en relación con la accesibilidad a estaciones y paradas del sistema de transporte, esta afirmación se hace por el hecho de que es la comuna con el mayor indicador absoluto de tiempo global, con 64.4 y 5.7 minutos respectivamente. Seguida se encuentra la comuna 10 con 35 minutos para acceder a una estación y 3.9 minutos para acceder a una parada.

Por otra parte, con respecto a la comuna 19, se puede observar que es la unidad de análisis con mejor accesibilidad, lo cual es resultado de la trayectoria que tiene el eje del corredor vial principal de la ciudad a través de ella, en donde se encuentran las diferentes estaciones del SITM- MIO. Lo anterior permite disminuir las barreras que se presentan en las paradas.

**Figura 3. Indicador Absoluto de Tiempo Global en Estaciones y Paradas respectivamente**



**Figura 4. Accesibilidad: Curvas isocronas en Paradas y Estaciones respectivamente**



Por otra parte, en la Figura 4, se puede observar que la mayor parte de la cobertura de las comunas 10, 17 y 22 tienen distancias mayores a 1000 metros para acceder a una estación, por lo tanto, las personas requieren, en su mayoría más de 24 minutos para acceder caminando a alguna estación que le permita desplazarse en la ciudad por medio de este modo de transporte. Por su parte, en relación con las curvas isócronas realizadas con respecto a la accesibilidad de las paradas, se identifica que la comuna 22 es la que representa más dificultad en cuanto a la accesibilidad de las personas con discapacidad que se encuentran en esta zona de estudio, esto se puede justificar y relacionar con el indicador ausencia/presencia, en donde se describió que está es la comuna con la menor cantidad de estaciones del SITM-MIO.

## **7. CONCLUSIONES**

El presente trabajo permitió diagnosticar las condiciones de acceso al sistema BRT de la ciudad de Santiago de Cali de personas con discapacidades motriz, sistémica y sensorial visual.

Los resultados parciales encontrados dan cuenta de algunas acciones de mejora en materia de accesibilidad que posee el transporte público existente en la ciudad de Santiago de Cali. Adicionalmente, se encontraron bajos indicadores de accesibilidad espacial y temporal que evidencian requerimientos de intervención con respecto a la planificación de la operación del transporte público, principalmente en las comunas 22, 17 y 10.

Con respecto a los indicadores de accesibilidad calculados se puede concluir que las comunas que requieren una mayor intervención para garantizar la inclusión de la población con discapacidad son las comunas 22 y 10, ya que fueron las que presentaron los mayores tiempos absolutos de acceso al sistema de transporte. Adicionalmente, se puede observar que la accesibilidad a las estaciones del SITM-MIO es la que presenta menores indicadores, debido a que la distribución de ellas está principalmente en la parte occidental de la ciudad, por lo tanto, las personas que se encuentran en el otro extremo son las que enfrentar más barreras para acceder al sistema.

Por otra parte, el hecho de ser la caminata la opción preferida por la población con discapacidad conduce a la necesidad de orientar políticas públicas que permitan garantizar el desplazamiento fácil, seguro, confiable, eficiente y autónomo de las personas con discapacidad por andenes y aceras de la ciudad, tal como lo regula el Decreto 1538 de 2005. No obstante, para las comunas objeto del estudio estas condiciones no están dadas en la actualidad.

## REFERENCIAS

- Asprilla López, J. (2014). Niveles de accesibilidad y cobertura de la red de salud pública en la ciudad de Cali. Universidad del Valle: Escuela de Ingeniería Civil y Geomática
- Bocarejo, J. P. & Oviedo, D. R. (2012). Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*, 24, 142-154.
- Camacho Martínez, A. & Larrota Duque, A. (2008). Análisis Multicriterio de la Accesibilidad Peatonal de la Universidad del Valle, bajo una plataforma SIG. Universidad del Valle: Escuela de Ingeniería Civil
- Church, A., Frost, M. & Sullivan, K. (2000). Transport and social exclusion in London. *Transport Policy*, 7, 195-205.
- Huertas Rodríguez, H. A. & Serrano Flórez, C. A. (2017). Análisis Territorial de la Accesibilidad como indicador de la calidad del Sistema Integrado de Transporte Masivo-SITM en Santiago de Cali. Universidad del Valle: Escuela de Ingeniería Civil y Geomática
- Jaramillo Molina, C., Murillo Hoyos, J., García Aladin, M. F. & De Ángulo Losada, A. (2016). Análisis de accesibilidad vial para el área metropolitana de Santiago de Cali, Colombia. Universidad del Valle y Universidad Javeriana.
- Lemun Cardona, J. C. & Lenis Ibarguen, O. A. (2016). Evaluación multicriterio de la accesibilidad de un sistema de buses de tránsito rápido BRT: caso masivo integrado de occidente MIO. Universidad del Valle: Escuela de Ingeniería Civil y Geomática
- Lucas, K. (2012). Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport Policy*, 20, 105-113.
- Murillo, Y. (2007). Análisis de accesibilidad vial para el departamento del Valle del Cauca. Universidad del Valle: Escuela de Ingeniería Civil y Geomática
- Ordosgoitia, I. S., Ríos, J. D. M., & Soto, C. A. A. (2000). Análisis de la accesibilidad vial en la región del occidente colombiano. In Congreso de Ingeniería del Transporte (Vol. 4, p. 5-12).
- Poveda, J. C., Márquez, L. & Monroy, N. A. (2017). Patrones de viaje y problemas de accesibilidad de personas en situación de discapacidad en Tunja. *Revista Lasallista de la Investigación*, 14 (2), 22-31.
- Santos, G., Behrendt, H. & Teytelboym, A. (2010). Part II: Policy instruments for sustainable road transport. *Research in Transportation Economics*, 28, 46-91.
- UT Steer Davies Gleave & Centro Nacional de Consultoría. (2015). Encuesta de Movilidad. Alcaldía de Santiago de Cali: Contrato No. 915.104.10.03-2015.
- Varela Pinedo, L. F.; Ortiz Saavedra, P. J. & Chávez Jimeno, H. A. (2009). Velocidad de la marcha en adultos mayores de la comunidad en Lima, Perú. *Rev Med Hered [online]*. vol.20, n.3, pp. 133-138.
- World Bank (2004). Disability in Latin America and the Caribbean. Recuperado de: <http://siteresources.worldbank.org/DISABILITY/Resources/Regions/LAC/LACfactsheetSpn.pdf>. Fecha de recuperación: Abril de 2017

# **ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE AOS BAIRROS DO RECIFE**

**De Souza Júnior, Sérgio R. L.**

UPE, Recife, Pernambuco, Brasil, sergioleal@outlook.com

**De Lima, Jessica Helena**

UFAL, Maceió, Alagoas, Brasil, delima.jh@gmail.com

**Kohlman Rabbani, Emilia Rahnemay**

UPE, Recife, Pernambuco, Brasil, emilia.rabbani@upe.br

## **RESUMO**

Acessibilidade é um conceito que vem sendo estudado por diversos anos em busca de definições mais abrangentes e que caracterizem de forma mais fiel à realidade complexa de um meio urbano. Este conceito, por muitas vezes, vem acompanhado de um indicador numérico com fins de comparação. Por isso, a fim de definir critérios de análise espacial quanto à acessibilidade da cidade do Recife, foi utilizado um indicador para destacar quais regiões merecem maior atenção. Utilizou-se como intensidade os propósitos trabalho e estudo e como função de impedância a distância. Além disso, comparou-se a acessibilidade para diferentes gêneros, modos de transporte e rendas. Observou-se, por fim, que o gênero feminino possui, em média, menores índices de acessibilidade; o uso de bicicleta ainda é pequeno no Recife; a Linha Centro do metrô do Recife influencia consideravelmente a acessibilidade da região; os melhores indicadores de acessibilidade estão nas regiões central e em Boa Viagem; e, por fim, a renda com melhores índices é aquela na qual encontra-se a renda média do município.

## **1. INTRODUÇÃO**

A liberdade de locomoção é um dos direitos humanos citados na Declaração Universal da ONU em 1948. Na Constituição Federal do Brasil (1988), esse direito foi ratificado por meio do inciso XV do artigo 5º. Porém, a processo de urbanização iniciado no Brasil no século XX trouxe, e vem trazendo, diversos desafios para o Poder Público quanto à mobilidade nas grandes cidades. A diversidade de órgãos responsáveis pelo planejamento dos transportes nos variados níveis geográficos e entre os diferentes modos de locomoção dificulta a coordenação de táticas de operação. Muito disso também se deve à falta de informações disponíveis de forma objetiva ou, quando estas existem, ao fato de não serem utilizadas de forma correta. Por consequência deste descontrole de dados, é comum o conflito entre ações de órgãos distintos, prejudicando a população como um todo.

Particularmente, o Recife vem sendo acometido por falhas no seu planejamento. São diversos projetos importantes que não são executados conforme a necessidade

imposta pela dinamicidade da região; seja por falta de vontade política, seja por falta de informações. Um exemplo é que na história da cidade de quase 500 anos, a Lei de Uso e Ocupação do Solo (1996) só foi sancionada a pouco mais de 20 anos, ainda permitindo a utilização de projetos aprovados anteriormente que estariam em desacordo com a citada lei.

Buscando-se, então, prover subsídios para que as decisões tomadas tenham maior caráter técnico, esta pesquisa tem por objetivo analisar a qualidade locacional dos bairros da cidade do Recife com base na quantidade de viagens destinadas a eles. As intensidades de viagens são oriundas da pesquisa Origem-Destino realizada pelo próprio município no ano de 2016. O estudo ainda, com um cunho social, se utiliza de recortes populacionais, como gênero, renda e modo de transporte para comparar os indicadores de acessibilidade entre esses grupos. Para utilização dos dados de forma coerente, foram usados a definição de acessibilidade e formulação proposta para o cálculo de seus índices. A acessibilidade é um conceito estudado há quase 80 anos e pode abranger diferentes características de uma região: desde a relação entre populações e distâncias proposta por Stewart (1948), passando por Hansen (1959), que define as oportunidades potenciais, e Ingram que introduz as ideias de acessibilidade relativa e integral, chegando a Lima et al. (2016) que usam dados de deslocamentos pendulares e de polos geradores de viagens para obter indicadores.

Esta pesquisa, a fim de atender seus objetivos, inicialmente apresenta os conceitos de acessibilidades pertinentes ao trabalho, bem como o contexto recifense quanto a aspectos geográficos e sociais. Depois, a metodologia aplicada é descrita, demonstrando os dados e conceitos utilizados. Em seguida, os resultados são expressos de forma generalizada e por recorte social. Por fim, a conclusão compara os resultados obtidos com os esperados inicialmente.

## **2. ACESSIBILIDADE**

O conceito de acessibilidade surgiu ainda na década de 1940 com Stewart (1948) relacionando populações e distâncias chegando ao conceito de "população potencial". Hansen (1959) define acessibilidade como o "oportunidades potenciais de interação". Ingram (1971) afirma que "acessibilidade pode ser definida como uma característica inerente de um lugar com respeito a superar alguma forma de fonte de fricção espacialmente operacional". O autor ainda introduz os conceitos de acessibilidade relativa e acessibilidade integral, sendo acessibilidade relativa definida como "o grau em que dois lugares na mesma superfície estão conectados" e acessibilidade integral como "para um dado ponto o grau de interconexão com todos os outros pontos na mesma superfície". Há, portanto, uma sistemática relação entre a distribuição espacial



e a intensidade de desenvolvimento, e entre a quantidade e qualidade de viagens dentro de uma região (Wachs e Kumagai, 1973). Ainda neste contexto, geralmente se usa o conceito de acessibilidade para encapsular noções de oportunidades disponíveis para pessoas e empresas chegarem a lugares onde podem executar atividades importantes para eles (Linneker e Spence, 1992). Geurs e Wee (2004) em seu estudo veem medidas de acessibilidade como um indicador do impacto do uso do solo e desenvolvimento do transporte e dos planos políticos sobre o funcionamento da sociedade em geral. Eles categorizam quatro componentes que levam a diferentes definições e formas de mensuração: uso do solo, transporte, tempo e um fator individual.

Não se prendendo apenas a formulação de conceitos, a literatura que leva estes conhecimentos à prática é vasta e pode levar em conta os diversos fatores, como por exemplo: Viekerman (1974) baseia-se nas viagens a trabalho, para compras, para recreação e de cunho social para dados comparativos; Ford et al. (2015) desenvolvem ferramentas baseadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para analisar a acessibilidade por diferentes modos de transporte; Lima et al. (2016) utilizam-se de dados de deslocamentos pendulares para compor índices de acessibilidade a fim de observar as mudanças ocorridas após a implantação de um polo gerador de viagens. O indicador elaborado por Lima et al. (2016) leva em conta características de tempo de deslocamento e distribuição espacial das atividades nas regiões, além das características do sistema de transportes. Este é o conceito no qual baseia-se o adotado neste trabalho.

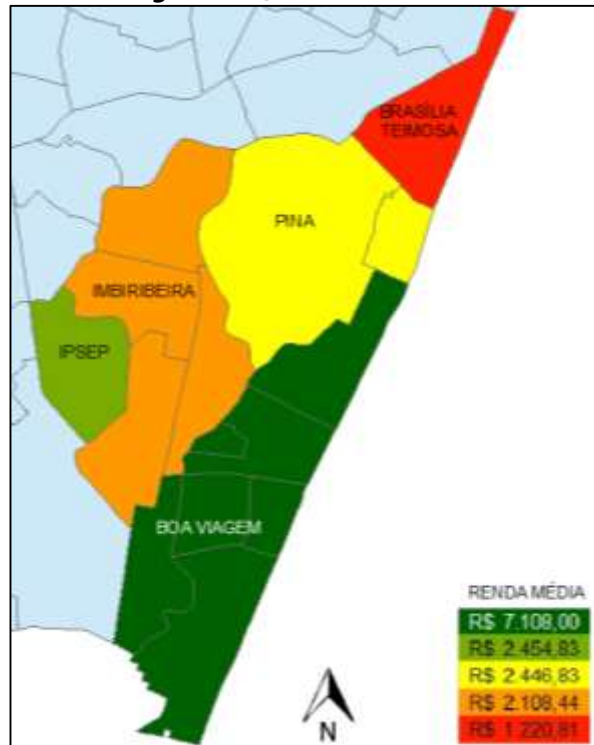
### **3. O MUNICÍPIO DO RECIFE**

O município do Recife, possui uma população estimada de 1.633.697 habitantes (a nona maior do país) no ano de 2017 distribuídos em uma área de 218,435 km<sup>2</sup>, levando assim a uma densidade demográfica de 7.479,10 habitantes por quilômetro quadrado. O Recife corresponde a 41,20% em população e a 7,88% em área da Região Metropolitana do Recife – RMR, composta por outros 13 municípios. (IBGE, 2017).

Apenas 49,6% das vias públicas recifenses são urbanizadas, ou seja, vias com presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio (IBGE, 2010); entretanto, a legislação municipal já classifica todo o território da cidade como zona urbana (Recife, 2008). O município é dividido em 6 Regiões Políticas Administrativas (as RPA's) e em 94 bairros. Diferentemente da Europa, onde as classes altas encontram-se nas áreas centrais e a classe operária mora nas periferias, ou do modelo americano, onde esta relação é inversa; em muitas cidades brasileiras não existe um padrão definido, de modo que comunidades de baixa renda são vizinhas de áreas de grande valor do uso do solo

(Lima et al., 2014). O Recife é uma das cidades brasileiras com padrão indefinido e isso pode ser observado em diversos locais, como por exemplo no contraste entre os bairros da Microrregião 6.1 (subdivisão da RPA-6): Brasília Teimosa, Pina, Imbiribeira, Ipsep e Boa Viagem, conforme Figura 1.

**Figura 1: Microrregião 6.1 (Autores, baseado em IBGE, 2010)**



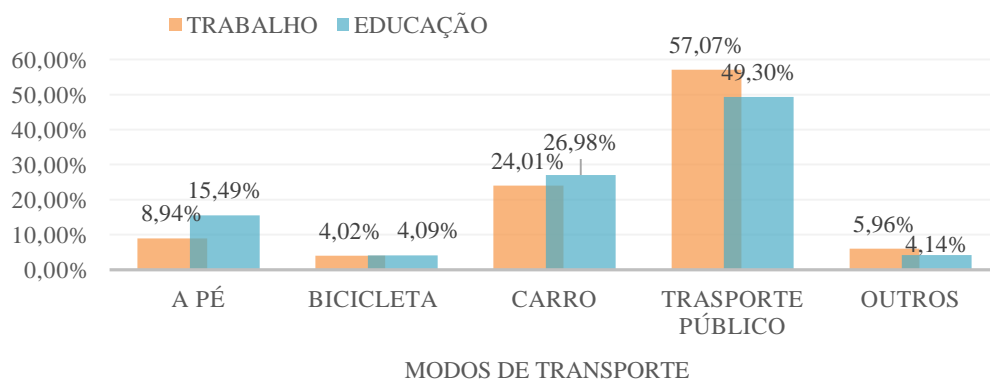
É possível notar, nesta região, a existência de três faixas de renda por domicílio: uma abaixo de R\$ 2.000,00, que é o caso de Brasília Teimosa; outra entre R\$ 2.000,00 e R\$ 2.500,00 abrangendo Pina, Imbiribeira e Ipsep; e a última correspondendo a rendas médias mensais acima de R\$ 2.500, no qual Boa Viagem se enquadra. Outro dado que chama atenção em relação a estes bairros é a cor da população. No bairro de menor renda, Brasília Teimosa, tem-se uma população de cor branca correspondente a 33,05% e o bairro do Pina tem população de cor preta igual a 9,89%. Por outro lado, Boa Viagem, bairro de maior renda nesta microrregião, tem 66,35% da população branca (mais que o dobro de Brasília Teimosa) e 3,41% da população de cor preta (um pouco mais que um terço do Pina). No que se refere à taxa de alfabetização para maiores de 10 anos há um incremento de 6,0% quando comparada à da Imbiribeira (91,6%) e à de Boa Viagem (97,6%). Embora o bairro de Boa Viagem possua uma renda quase seis vezes maior que Brasília Teimosa, ainda contém três Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). A saber: Borborema, Entra Apulso e Ilha do Destino (Recife, 2017). Este recorte da cidade exemplifica as características urbanísticas do município.

No que se refere aos trabalhadores no ano de 2010, 64,78% da população do município

se encontrava economicamente ativa ocupada, 12,11% economicamente ativa desocupada e 23,11% economicamente inativa. Entre os ocupados 74,02% tinha pelo menos ensino fundamental completo e 59,14% tinha, no mínimo, ensino médio completo. Quando estes últimos dados são desagregados por cor, tem-se que entre os negros 66,35% tem pelo menos fundamental completo, enquanto para os brancos este nível educacional já foi obtido por 84,11%; quanto a ensino médio tem-se 48,98% e 72,59%, respectivamente, para negros e brancos. Quanto à taxa de atividade das mulheres, tem-se apenas 55,91% das mulheres economicamente ativas ocupadas, contra 75,83% dos homens neste mesmo grupo; mesmo as mulheres encontrando-se em níveis educacionais mais altos (63,45% delas possuem ensino médio completo e, por outro lado, 55,44% deles possuem o mesmo grau de ensino) (Atlas Brasil, 2013).

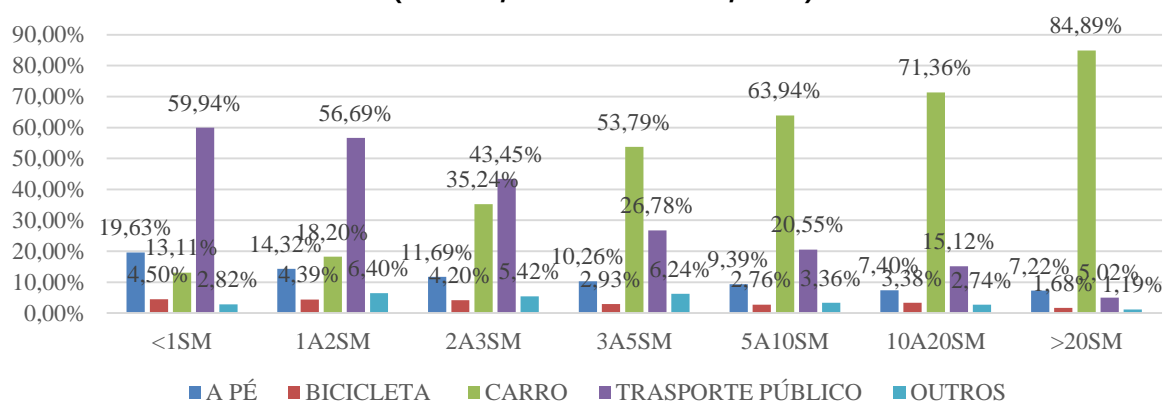
Dados do Instituto Pelópidas Silveira (2016), exibidos a seguir na Figura 2, indicam que, quando o motivo da viagem é trabalho, mais da metade das pessoas do Recife utilizam transporte público e aproximadamente um quarto usa carro. Já quando o motivo é educação, menos pessoas usam o transporte público e mais usam carro. Chama atenção que a proporção de usuários a pé para ir aos estudos é quase o dobro daqueles que caminham para ir ao trabalho.

**Figura 2 – Proporção dos modos de transporte com propósito trabalho e educação (Autores, baseado em ICPS, 2016)**



Outro dado a salientar é o modo de transporte principal nas diversas faixas de renda quando o motivo é trabalho, conforme o Figura 3. Para quem recebe até 1 salário mínimo, os meios de transporte mais usados são o transporte público e a pé, em seguida vem o uso do carro. Quando a faixa se eleva para 1 a 2 salários mínimos, o uso de carro ultrapassa o modo a pé, mas o transporte público ainda é usado pela maioria. Apenas a partir da faixa entre 3 a 5 salários mínimos o carro é mais usado que o transporte público. Considerando que 66,07% dos maiores de 18 anos ocupados têm rendimento até 2 salários mínimos (Atlas Brasil, 2013), é notável a importância de ações voltadas ao transporte público.

**Figura 3 – Proporção dos modos de transporte por renda mensal (Autores, baseado em ICPS, 2016)**



Porém, a pesquisa publicada pelo ICPS analisou apenas os resultados agregados para a cidade do Recife, não considerando as fortes diferenças existentes entre os bairros do município. Aplicando-se uma metodologia quantitativa esta pesquisa busca analisar a acessibilidades a um nível de desagregação maior – o dos bairros – de forma a possibilitar uma melhor compreensão dos níveis de acessibilidade de acordo com a geografia da região.

#### 4. METODOLOGIA

Objetivando calcular a acessibilidade de cada zona de tráfego de Recife, utilizaram-se os dados de viagens, renda, gênero e modo de transporte, obtidos na Pesquisa Origem-Destino da Região Metropolitana do Recife de 2016, sendo estes dados organizados conforme cada uma das 108 zonas de tráfego do Recife.

Para determinar a acessibilidade de cada bairro, utilizou-se um indicador baseado no proposto por Lima et al. (2016). Foram consideradas características de distâncias entre as zonas de tráfego bem como a quantidade de viagens entre cada uma delas, avaliando, assim, o impacto da concentração ou ausência de deslocamentos na acessibilidade aos locais pesquisados. Tem-se a seguinte função para o indicador de acessibilidade:

$$Q_{ip} = \sum_{j=1}^n X_{ip} \cdot 10^{-2} \cdot (W_{ijp})^{-1}$$

$Q_{ip}$ : índice de acessibilidade da zona de tráfego de destino i com o propósito p;  
 $X_{ip}$ : intensidade do propósito p registrado na zona de tráfego de destino i;

$W_{ijp}$ : função de impedância referente ao propósito  $p$ ;  
 $i$ : índice numérico atribuído à zona de tráfego de destino;  
 $j$ : índice numérico atribuído à zona de tráfego de origem;  
 $p$ : propósito da viagem.

A função de impedância, nesta pesquisa, foi definida como a distância em linha reta entre os centroides das zonas de tráfego de origem  $j$  e de destino  $i$ . O propósito da viagem utilizado foi trabalho ou educação, conforme disponível na Pesquisa Origem-Destino da Região Metropolitana do Recife, o que inclui o município do Recife e foi compilada pelo Instituto Pelópidas Silveira em 2017.

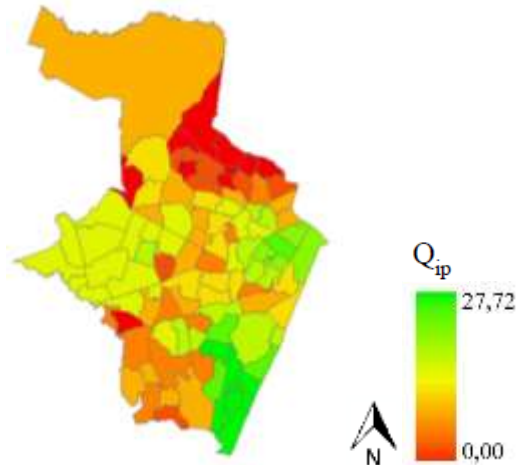
O índice foi calculado de forma geral para cada uma das 108 zonas de tráfego, bem como separadamente para os gêneros masculino e feminino; os meios de transporte bicicleta, carro, transporte público e a pé; e para sete extratos de renda, a partir daqueles que recebem menos de um salário mínimo até aqueles que recebem acima de vinte salários mínimos.

Foi utilizado software ArcMap, aplicativo do ArcGIS, que é capaz de armazenar, manipular, visualizar e analisar dados por meio do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG, ou GIS em inglês).

## **5. RESULTADOS**

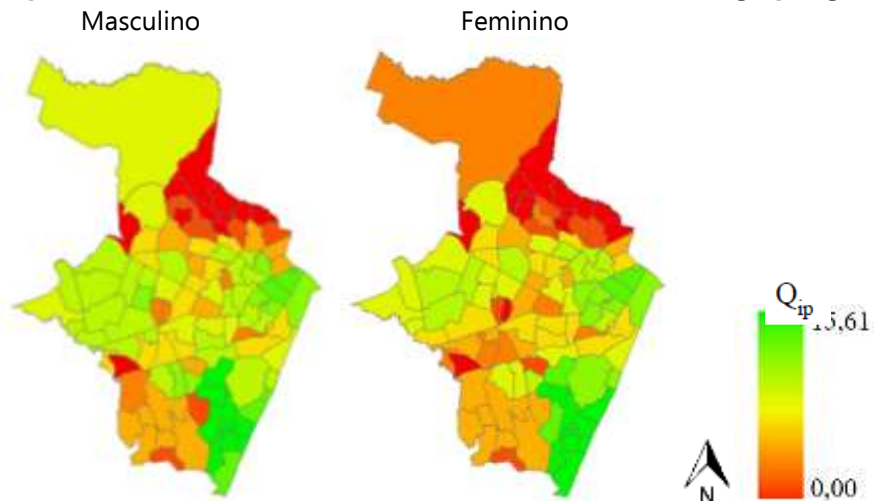
A partir da função de cálculo do índice de acessibilidade é possível notar a alta variação de qualidade locacional apresentada no município, conforme demonstrado nas Figuras 4 a 7. É preciso salientar que a escala de cores não é linear, e sim geométrica, devido à grande quantidade de regiões com baixos índices e poucas com altos índices.

**Figura 4 – Indicador de acessibilidade às zonas de tráfego (Autores)**



Pode-se observar na Figura 4 que os mais altos índices de acessibilidade se encontram distribuídos nas zonas de tráfego mais litorâneas, a saber: a região central da cidade, compreendida entre a Avenida Agamenon Magalhães e o Oceano Atlântico; e ao sul, a região de Boa Viagem. O alto índice na região central deve-se à maior região com compras de rua do município, bem como a presença de grandes instituições de ensino. A região de Boa Viagem abriga outro polo comercial da cidade, bem como um polo turístico. Por outro lado, as regiões de menores índices estão, principalmente, no extremo norte do município. É característica da região a presença de muitos morros, com ruas de inclinação elevada ou de largura restrita, ou até mesmo regiões em que o principal acesso é por escadaria.

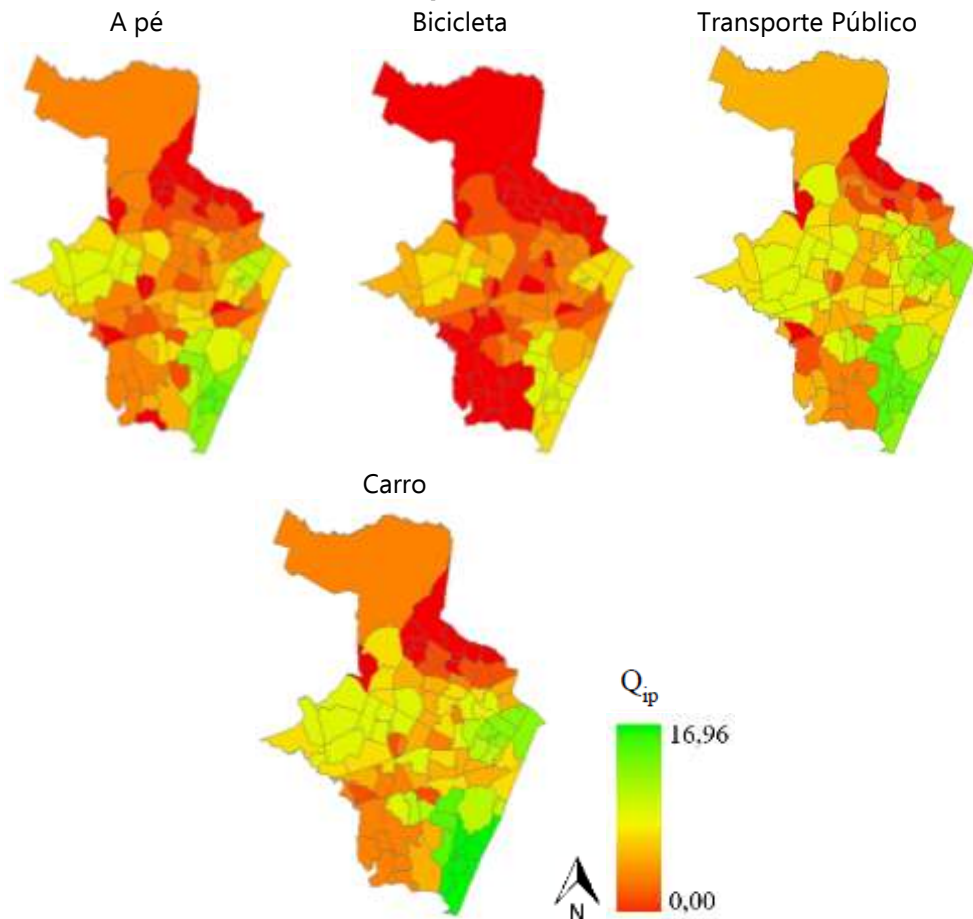
**Figura 5 – Comparativo do indicador de acessibilidade às zonas de tráfego por gênero (Autores)**



Na Figura 5 percebe-se uma redução média de cerca de 8,8% nos índices de acessibilidade do gênero feminino quando comparado ao gênero masculino. Mesmo

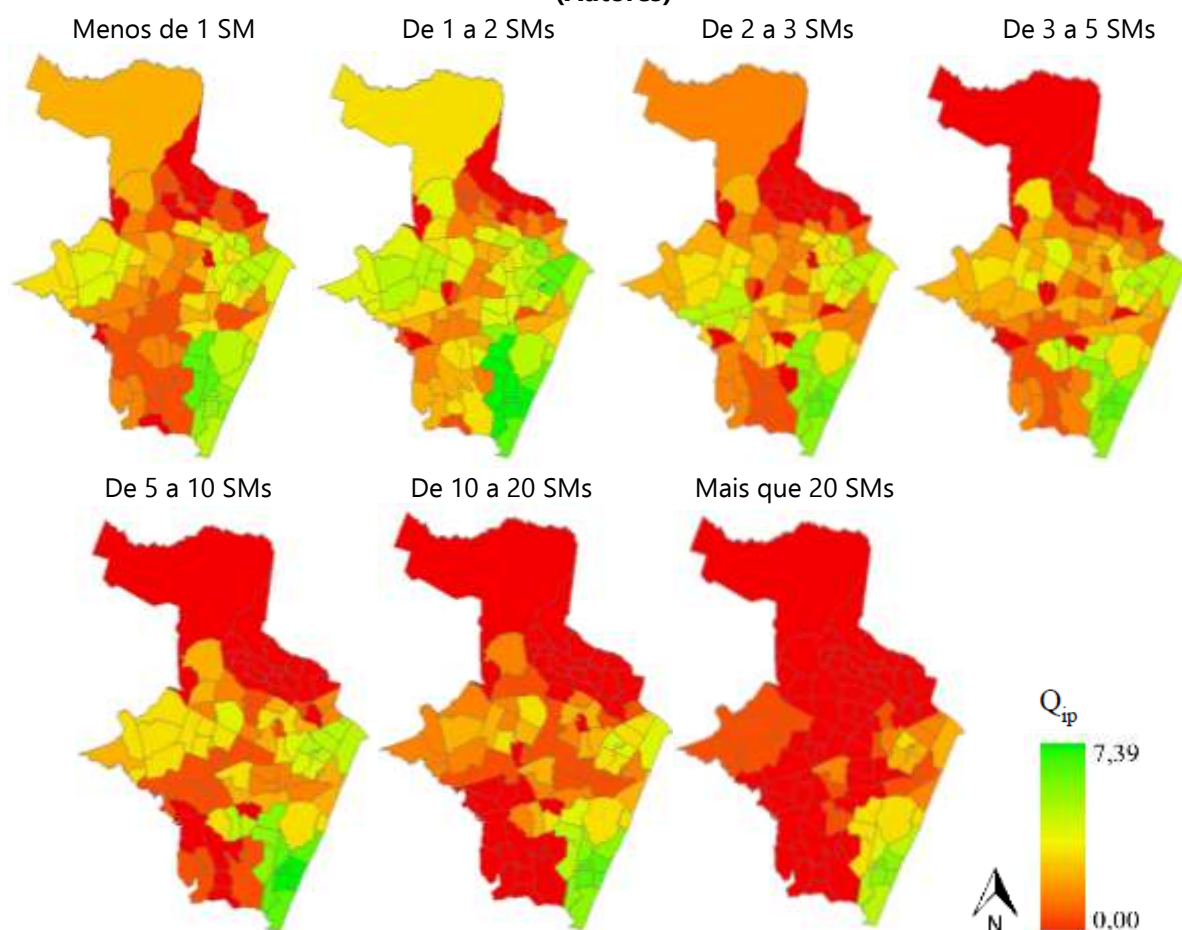
assim, os maiores índices ainda se encontram no litoral e os menores índices na área de morros da Zona Norte.

**Figura 6 – Comparativo do indicador de acessibilidade às zonas de tráfego por modo de transporte (Autores)**



O uso do modo a pé segue a tendência geral. Chama atenção na Figura 6, os baixos índices no que se refere ao modo bicicleta quando comparado com os três outros e, ainda, um uso concentrado nas regiões do centro do Recife, de Boa Viagem e na Cidade Universitária, área que abriga a Universidade Federal de Pernambuco. Além disso, é possível notar certa semelhança nos índices obtidos entre o transporte público e o carro. Importante salientar que na região de Boa Viagem, mesmo ocorrendo altos índices de acessibilidade de transporte público, os indicadores quando o modo é o carro chega a ser até 200% maiores. Por outro lado, nas regiões que margeiam a Linha Centro do Metrô de Recife o transporte público apresentou melhores índices.

**Figura 7 – Comparativo do indicador de acessibilidade às zonas de tráfego por faixa de renda (Autores)**



Na Figura 7, notam-se melhores índices de acessibilidade para a faixa de renda entre 1 e 2 salários mínimos (SMs), o que pode ser explicado pela renda média de R\$ 1.144,26 do recifense (Atlas Brasil, 2013). Com o aumento da renda é possível notar também a redução generalizada dos índices, porém mantendo-se sempre mais elevado na região de Boa Viagem, onde concentram-se moradias de alto nível. No caso dos que possuem renda maior que 20 salários mínimos por mês, mais de 35% são moradores de Boa Viagem, dos quais quase 30% trabalham no próprio bairro (ICPS, 2016). Isso explica o indicador maior neste local deste caso.



## 6. CONCLUSÃO

O alto índice de acessibilidade nas zonas destacadas provavelmente está relacionado a influência que os centros secundários provocam nas localidades próximas, bem como o centro principal provoca em todo o município. O maior número de empregos nestas localidades pode ser o grande fator influenciador do índice calculado, principalmente salientando que Recife é uma cidade pequena com apenas 218,3 km<sup>2</sup>. Na comparação por gênero nota-se ainda uma menor acessibilidade para as mulheres mesmo essas sendo a maior parte da população e não existindo impedimentos formais quanto a sua mobilidade. A análise por modo de transporte evidenciou a importância do metrô na dinâmica da região próxima à Linha Centro e a baixa adesão ao uso da bicicleta, mesmo a cidade estando em uma área plana. Relativo às faixas de renda, maiores índices de acessibilidade são encontrados quando se tratam de pessoas que recebem entre 1 e 2 salários mínimos, devido a grande quantidade de pessoas nesta faixa de renda. Para o caso dos que recebem mais de vinte salários, a alto índice concentrado em Boa Viagem indica a quantidade de moradores que trabalham no bairro.

## BIBLIOGRAFIA

- Atlas Brasil (2013). Perfil do Recife. Acessado por <http://bit.ly/atlasbrasil2013recifepe> em 10/11/2017.
- Constituição da República Federativa do Brasil (1988). Brasil. Acessado por [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm) em 10/11/2017.
- Ford, A. C., Barr, S. L., Dawson, R. J., James, P. (2015). Transport Accessibility Analysis Using GIS: Assessing Sustainable Transport in London. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4, 124-149.
- Geurs, K. T., Ritsema van Eck, J. R. (2001). Accessibility measures: review and applications. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, RIVM report 408505 006
- Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of American Institute of Planners*, 25 (1), 73-76.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Censo 2010. Acessado por <http://www.censo2010.ibge.gov.br> em 3/11/2017.
- ICPS - Instituto Pelópidas Silveira (2016). Pesquisa Origem-Destino do Recife. Acessado por <http://icps.recife.pe.gov.br/node/61218> em 7/11/2017
- Ingram, D. R. (1971). The concept of accessibility: a search for an operational form. *Regional Studies* 5, 101-107.
- Linneker, B. J., Spence, N. A. (1992). Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London orbital motorway on Britain. *Environment and Planning A* 24, 1137-1154.
- Lima, J. H., Andrade, M. O., Maia, M. L. A. (2016). Como medir a variação de acessibilidade causada pela implantação de um território gerador de viagens?. *Revista Transportes*, 24(2), 68-76.
- Lima, J. H., Maia, M. L. A., Lucas, K. (2014). Renda e tempo de deslocamento pendular na RMR: Quais as

causas da relação de não monotonicidade para a população de baixa renda?. XVIII CLATPU - Congreso Latinoamericano de Transporte Publico y Urbano, 2014, Rosario (ARG). XVIII CLATPU 2014, 2014.

Meira, L. H., Maia, M. L. A., Andrade, M. O., Brasileiro, A. (2014). A influência da qualidade do transporte público na rotina acadêmica: o caso da Universidade Federal de Pernambuco. XXVIII ANPET Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, Curitiba (BRA). XXVIII Anpet 2014, 2014.

Recife (1996). Lei Municipal 16.176: Estabelece a lei de uso e ocupação do solo do Recife. Acessado por <https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-recife-pe> em 3/11/2017

Recife (2008). Lei Municipal nº 17.511: Promove a revisão do Plano Diretor do Município do Recife. Acessado por <https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/2008/1752/17511/lei-ordinaria-n-17511-2008-promove-a-revisao-do-plano-diretor-do-municipio-do-recife?q=17511> em 4/11/2017.

Recife (2017). RPA-06. Acessado por <http://www2.recife.pe.gov.br/servico/rpa-6> em 03/11/2017.

Stewart, J.Q. (1947). Empirical mathematical rules concerning the distribution and equilibrium of population. *Geography Review* 37, 461–485.

Vickerman, R. W. (1974). Accessibility, attraction, and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility. *Environment and Planning A* 6, 675–691.

Wachs, M., Kumagai, T. G. (1973). Physical accessibility as a social indicator. *Socio-Economic Planning Science* 6, 357–379.

# **PRIMEROS PASOS HACIA UNA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE HOLGUÍN**

**Zunilda Parra Arias**

Centro de Investigación y Manejo Ambiental de Transporte- CIMAB. La Habana; Cuba.  
zunilda@cimab.transnet.cu

**Rene Rodríguez Morales**

Empresa Provincial de Transporte Holguín. Cuba.  
direccion@dptholg.transnet.cu

**Delio Almaguer Ocaña**

Empresa Provincial de Transporte Holguín. Cuba  
operaciones@dptholg.transnet.cu

## **RESUMEN**

Los problemas de movilidad que actualmente presentan la mayoría de nuestras ciudades son consecuencia de dos procesos que se han ido retroalimentando con el tiempo. El primero es el consumo de suelo urbano para el transporte: la gran cantidad de espacio urbano que requiere el transporte se detrae del que necesitan otras actividades humanas, las cuales se ven obligadas a expandirse por el territorio. El segundo proceso es la especialización de los usos del suelo que ha conducido a la creación de espacios monofuncionales, donde sólo se desarrollan un tipo de actividad. De esta forma se hace cada vez más necesario el tener que desplazarse y menos actividades quedan cerca unas de otras. La ciudad de Holguín se consolida como una ciudad ordenada, compacta, funcional y armónica; el modelo de desarrollo urbano de la ciudad de Holguín, tiene como base las potencialidades socioeconómicas, culturales y medioambientales con que cuenta la ciudad. El sistema vial principal de la ciudad se rehabilita y amplía con la reconstrucción, ampliación y construcción de nuevos viales, en correspondencia con el esquema de desarrollo vial y las demandas del tránsito y el transporte individual y colectivo. El transporte público mejora con el incremento y optimización del parque de equipos de transporte colectivo y se potencian las formas no estatales.

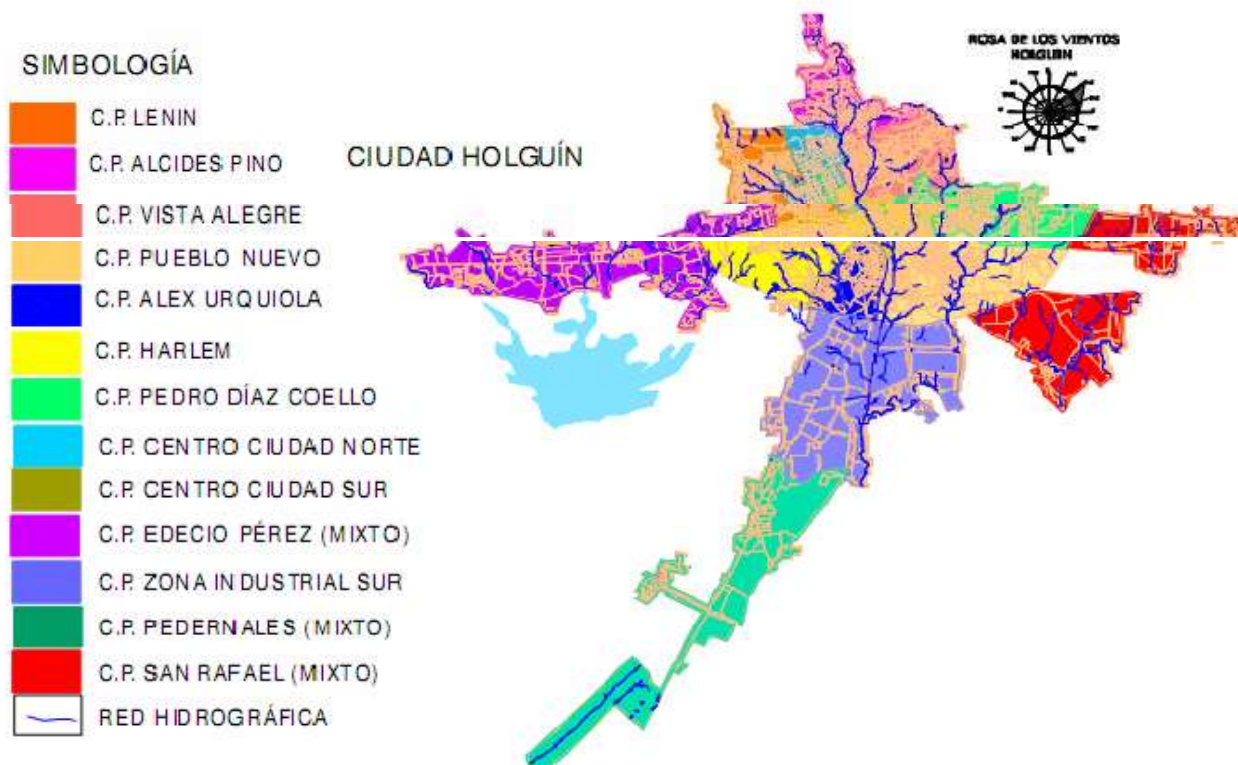
## **1. INTRODUCCIÓN**

Los problemas de movilidad que actualmente presentan la mayoría de nuestras ciudades son consecuencia de dos procesos que se han ido retroalimentando con el tiempo. El primero es el consumo de suelo urbano para el transporte: la gran cantidad de espacio urbano que requiere el transporte se detrae del que necesitan otras actividades humanas, las cuales se ven obligadas a expandirse por el territorio. Con el aumento de las distancias entre actividades se requiere cada vez de más desplazamientos motorizados que reclaman a su vez más espacio que devorar, generándose así un círculo vicioso expansivo. El segundo proceso es la especialización

de los usos del suelo que ha conducido a la creación de espacios monofuncionales, donde sólo se desarrollan un tipo de actividad. De esta forma se hace cada vez más necesario el tener que desplazarse y menos actividades quedan cerca unas de otras.

La ciudad de Holguín, capital de la provincia y el municipio de igual nombre, se encuentra ubicada en la porción central y al Oeste de la provincia, en la región Norte del Oriente del país, tiene una extensión territorial 51.0 km<sup>2</sup> y una densidad poblacional de 5 483 hab./Km<sup>2</sup>. Posee a su vez una tasa anual de crecimiento de 7.8 por cada 1000 habitantes y el 14.3 % del total de la población se encuentra por encima de los 60 años de vida. Holguín, como ciudad urbana, presenta un índice de habitabilidad promedio de 3.8 hab/viv. Representa el 9.4 % del área total del municipio y en ella reside una población de 350 987 habitantes (ONEI 2015) que representa el 83 % de la población municipal y un fondo habitacional de 93 748 viviendas, con una densidad de 4515 hab/km<sup>2</sup>. Está dividida en 14 Consejos Populares, 11 urbanos y 3 mixtos (Alcides Pino, Vista Alegre, Pedro Díaz Coello, Centro Norte y Centro Sur, Distrito Lenin, Alex Urquiola, Pueblo Nuevo, Harlem, Zona Industrial, Pedernales, Edecio Pérez, Aguas Claras, La Cuaba y San Rafael) como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1. Consejos Populares Holguín**



Fuente: Informe Geo- Holguín, 2008 in Plan General de Ordenamiento Urbano

El 85.3% de la población reside en la zona urbana y el 14.7% en zona rural.

## **2. CARACTERIZACIÓN DE LA MOVILIDAD URBANA EN LA CIUDAD DE HOLGUÍN**

Las deficiencias en el sistema de transporte y la movilidad de la población, constituyen una de las dificultades más agobiantes que afectan a los residentes de la ciudad, motivado por la demora en la espera del servicio automotor y los medios alternativos que se han implementado que aún resultan insuficientes, provocando impactos negativos como: el tiempo que se pierde en trasladarse de una zona a otra, que no se dedica al desarrollo de otras actividades y la necesidad de realizar un número importante de los recorridos a pie; contaminación ambiental por ruido y gases por el grado de envejecimiento y el mal estado predominante en el medio de transporte automotor; el incremento en la circulación de bicicletas y coches de tracción animal de manera conjunta con el transporte automotor provocan demoras en el tráfico e indisciplina vial, con un incremento de la accidentalidad y los conflictos del tránsito.

El transporte urbano no logra satisfacer toda la demanda que se genera y funciona de forma integrada entre el transporte público estatal y el sector privado.

Al cierre de diciembre de 2017 el servicio de transporte público de pasajeros en la ciudad de Holguín contó con 79 ómnibus, de ellos 52 trabajando y 27 paralizados, para un aprovechamiento del parque de 56,7% y una disponibilidad técnica del 66%. Se transportaron 70 300 pasajeros diarios y se realizaron 734 viajes.

Como apoyo a la transportación pública de pasajeros, están vinculado al servicio urbano 784 vehículos automotores privados, de ellos 136 camiones, 54 camionetas, 670 autos, 44 jeeps, 31 microbuses, 173 motos y 8 triciclos, los cuales transportaron unos 78 980 pasajeros diariamente.

Por otra parte, en la ciudad operan 639 coches y 1449 bicitaxis con Licencia de Operación del Transporte (LOT), los que transportan unos 33 581 pasajeros diariamente, también existen 21 carretones con LOT que circulan en la ciudad para otras transportaciones. Diariamente unos 43 606 pasajeros son transportados mediante la acción de los Inspectores Populares del Transporte en medios estatales y los ómnibus de apoyo de Transporte Escolar y la ETT.

El 29.8% de los viajes que se realizan en la ciudad es para ir al trabajo, el 13.4% por motivo estudio, el 24.9% por asuntos personales y el resto por otros propósitos.

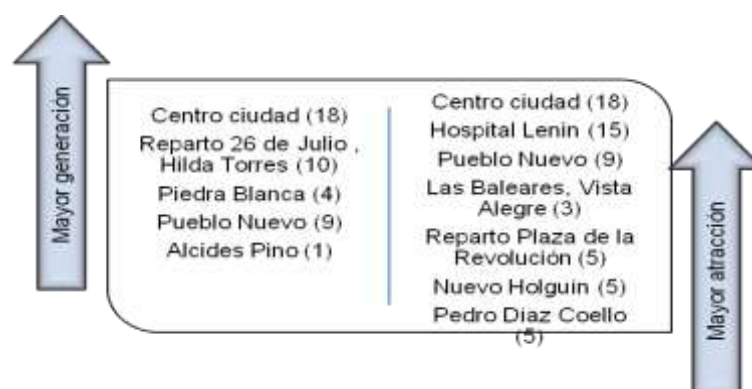
En la ciudad el 34.0% de los viajes se realizan en "ómnibus público", el 51.0% "A pie", el 4.0% en coches de tracción animal, el 2.0% en autos (estatales y particular), y el resto en otros medios.

Los usuarios del transporte consideran la accesibilidad al transporte público el 39.8% plantea que es hasta 300 metros, el 39.7% entre 300 y 500 metros, el 13.0% entre 500 y 1000 metros y el 7.5% más de 1 kilómetro.

El 68.1% de los usuarios declaran que consideran que el tiempo de viaje es aceptable, el 23.0% es excesivo, el 8.9% que es rápido. Con respecto a cómo los usuarios consideran que es el tiempo medio de espera en paradas, el 54.9% declara que es excesivamente largo, el 41.1% que es aceptable y el 3.9% considera que es corto

Las zonas de mayor generación de viajes abarcan: Centro histórico (zona 18), Reparto 26 de Julio e Hilda Torres (zona 10), Piedra Blanca (zona 4), Pueblo Nuevo (zona 9) y Alcides Pino (zona 1). Las zonas de mayor atracción de viajes abarcan: el Centro histórico (zona 18), el Hospital Lenin (zona 15), Pueblo Nuevo (zona 9), Las Baleares y Vista Alegre (zona 3), Reparto Plaza de la Revolución, Nuevo Holguín y Reparto Pedro Díaz Coello (zona 5) como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2: Zona de mayor generación/atracción de viajes.**



(Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la encuesta)

Las principales vinculaciones que se realizan son:

- Reparto Hilda Torres- Reparto 26 de julio- Centro ciudad
- Reparto Hilda Torres- Reparto 26 de julio-Hospital Lenin
- Reparto Hilda Torres- Reparto 26 de julio- Pueblo Nuevo
- Reparto Hilda Torres- Reparto 26 de julio- Alcides Pino
- Alcides Pino- Pueblo Nuevo
- Alcides Pino- Hospital Lenin
- Alcides Pino- Centro Histórico
- Piedra Blanca- Centro Histórico
- Piedra Blanca- Hospital Lenin
- San Rafael- Centro ciudad
- San Rafael- Las Baleares- Vista Alegre

Existen fuertes movimientos internos en las zonas: 11.6% en Pueblo Nuevo (zona 9), el 11.9% en el Reparto Plaza de la Revolución- Nuevo Holguín- Pedro Díaz Coello (zona 5), el 8.8% en Piedra Blanca (zona 4) y el 9.9% en el Centro Histórico (zona 18).

### **3. PRINCIPALES ACCIONES HACIA UNA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE**

En la ciudad de Holguín se desarrolla de acuerdo a los principios establecidos en la Nueva Agenda Urbana (2017) la cual plantea entre sus principios promover el acceso de todos a unos sistemas de transporte terrestre mediante la integración de los planes de transporte y movilidad en las planificaciones urbanas y territoriales y la promoción de una amplia gama de opciones de transporte y movilidad, en particular mediante el apoyo a: un crecimiento significativo de las infraestructuras de transporte público, así como opciones no motorizadas como la circulación peatonal y bicicleta; una planificación mejor y coordinada del transporte y el uso de la tierra que permitiría reducir las necesidades de viaje y transporte y mejorar la conectividad entre las zonas urbanas y una planificación del transporte y la movilidad, entre otros.

En tal sentido la ciudad de Holguín se consolida como una ciudad ordenada, compacta, funcional y armónica. Cuenta con zonas residenciales, de servicios, de producción y recreativas, accesibles, bien estructuradas y equipadas con los servicios sociales básicos, con las redes de infraestructuras técnicas, los espacios públicos y las áreas verdes. Las actividades urbanas se desarrollan de forma homogénea, con el uso responsable y sostenible de los recursos naturales y socioculturales, la prevención del riesgo de desastres y la protección y conservación del patrimonio construido, todo ello considerando el equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y ambientales.

El modelo de desarrollo urbano de la ciudad de Holguín, tiene como base las potencialidades socioeconómicas, culturales y medioambientales con que cuenta la ciudad y está condicionado por las relaciones funcionales que se establecen entre los componentes urbanos en función de la distribución de la población y las viviendas, las actividades económicas, las infraestructuras de vialidad, transporte, acueducto, alcantarillado, electricidad, telecomunicaciones y los servicios básicos, así como los proyectos que se están realizando y que puedan incidir en los ejes de integración del plan como el uso del suelo, la estructura físico-espacial y la morfología. (2)

El boulevard de la ciudad se potencia y se incrementa, como espacio polifuncional integrando las calles Maceo y Libertad, desde el parque de las Flores hasta el Parque San José, con el concepto de vial peatonal-comercial, y por ambas calles se extiende

hasta la base de la escalinata de la Loma de la Cruz con el concepto de vial comercial, integrando instalaciones y funciones de animación comercial y recreativa.

El transporte público mejora con el incremento y optimización del parque de equipos de transporte colectivo y se potencian las formas no estatales, logrando incrementos en los volúmenes de pasajeros y reducir los tiempos de traslado en los vínculos urbanos vivienda-trabajo-recreación; así como, en la transportación de cargas, para ello se ha reordenado la red de rutas del servicio urbano- suburbano.

Las propuestas de reordenamiento están encaminadas fundamentalmente a unificar rutas, crear nuevas y corregir diseño de otras para mejorar el coeficiente de linealidad y la operación de las mismas (disminución del tiempo de viaje y el intervalo, incremento del parque de vehículos, información a los usuarios, etc). (4)

Las propuestas se describen a continuación:

- Para lograr disminuir los tiempos de viajes e incrementar la velocidad comercial de las rutas es necesario reorganizar el tránsito de la ciudad, dentro de las medidas que se pueden implementar están:
  - Priorizar el transporte público en los principales corredores de la ciudad
  - Prohibir la circulación de coches y bicitaxis en la medida de lo posible en vías como: Máximo Gómez, Aguilera, Cuba, Agramonte, Narciso López, Pepe Torres, Cervantes, Carralero, Morales Lemus y Maceo.
  - Mantener como vías arteriales expeditas en el centro de la ciudad las calles Aricochea, Cables y Garayalde en la dirección este- oeste y Fomento, Narciso López, Morales Lemus, Máximo Gómez y Pepe Torres en la dirección norte- sur.
- Para una mejor operación de las rutas es necesario crear estaciones urbanas de pasajeros en lugares de fuerte movimiento de pasajeros como es cambiar el punto de expedición del parque infantil “Rubén Bravo” para la calle González Valdés entre Máximo Gómez y José Antonio Cardet.
- Para brindarle una mejor información al usuario (pasajero) se propone: Ubicar en los ómnibus pegatinas con un esquema simplificado del régimen de paradas de las rutas, así como con las rutas que pueden realizar intercambio.
- Colocar en la señal de parada el número de la ruta que detiene en la misma.
- Modificación de itinerarios de las rutas 1, 5, 6, 9.
- Creación de nuevas rutas: A2 (Cementerio de Mayabe- Alcides Pino) como se muestra en la Figura 3, A3 (Ciudad Jardín- Ampliación Comunidad Hermanos Aguilera), A8 Ruta circular desde Ciudad Jardín

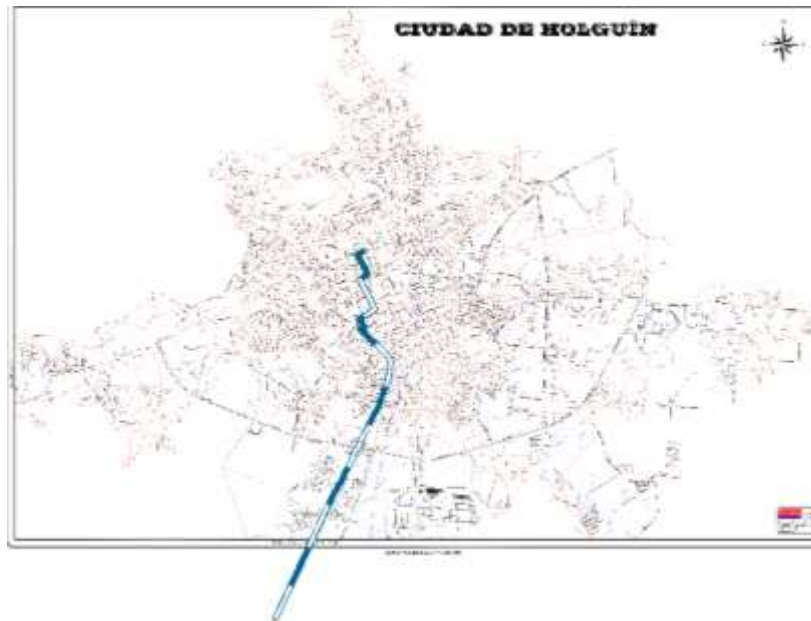


**Figura 3 Propuesta de nueva ruta A2 (Cementerio de Mayabe- Alcides Pino)**



- Unificación de rutas: Unificar las rutas 204 y la 11. Unir las rutas 203, 206 y 209 como se muestra en la Figura 4

**Figura 4 Unificación de las rutas 20, 206 y 209**



A través de las transformaciones que se introduzcan en el sistema de transporte urbano-suburbano de la Provincia Holguín a mediano y largo plazo la población ha aumentado su movilidad en los servicios de transporte público y por ende su calidad de vida por la disminución del tiempo de espera en parada ya que se ha logrado disminuir los intervalos de las rutas hasta de 5 a 10 minutos en las rutas urbanas principales y a 30 minutos en rutas alimentadoras y suburbanas. Se da cobertura de servicio del transporte público a zonas que hoy no tienen fundamentalmente a nuevos asentamientos poblacionales como el Paraíso, Los Lirios, Fábrica de Cerveza Mayabe, Reparto 26 de Julio, Hilda Torres, Ampliación de la Comunidad Hermanos Aguilera y

Reparto Iberoamericano. Se crearon nuevos vínculos por la Circunvalación y el Camino Militar.

Para el mejoramiento de las relaciones entre las distintas zonas de la ciudad se realizan un conjunto de inversiones para el completamiento del esquema vial y la conectividad entre los repartos de la ciudad de Holguín. Para mejorar la conectividad entre los repartos y garantizar la fluidez del tránsito en vías interiores que permitan descongestionar las vías principales y reducir los conflictos vehículo peatón se propone urbanizar un conjunto de vías en la ciudad que dificultan un adecuado diseño de la red, tales como

- 10 de octubre (Calle Guarro), Playa Girón, Carretera del Mirador, Nuevo Llano (Calle 6, Calle 48, Calle 21, Calle 15, Calle 20, Calle 26), Calle 28 y Calle 24 en Reparto 26 de Julio y Pueblo Nuevo, Calle 23, Calle 26 y Calle D en Hilda Torres, Josué País (Sanfield), Carretera desde la Comunidad Hermanos Aguilera hasta Los Camilitos- Ave. Nicio García-
- Para crear nuevas vinculaciones en Hilda Torres, Alcides Pino, Nuevo Llano, Ampliación de la Comunidad Hermanos Aguilera es necesario el completamiento de la circunvalación Norte desde la Vocacional hasta Los Camilitos, Carretera a San German (Calle 27) en el Reparto 26 de Julio, calle Cristino Naranjo desde Ciudad Jardín pasando por la Comunidad Emilio Bárcenas, entre otras.

La conectividad de la ciudad con el resto de la provincia y el país mejora, potenciándose la interconexión multimodal entre los medios automotor, ferroviario y aéreo, facilitando el desarrollo socioeconómico.

El sistema vial principal de la ciudad se rehabilita y amplía con la reconstrucción, ampliación y construcción de nuevos viales, en correspondencia con el esquema de desarrollo vial y las demandas del tránsito y el transporte individual y colectivo.

La red de vías urbanas se rehabilita, con prioridad para las vías principales por donde circulan los mayores volúmenes del tránsito y el transporte público.

Se toman medidas para reducir velocidades en el área urbana la cual trae beneficios intrínsecos como la reducción del ruido, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> entre otros.

La ciudad se enfrenta a la complicada gestión del transporte de mercancías en el centro de la ciudad y a los impactos que ocasiona por lo que se han tomado medidas para la organización de la carga y descarga de mercancías como el cambio de circulación de los vehículos en la zona peatonal; las franjas horarias para la entrega de mercancías; y la creación de zonas específicas de carga y descarga. Entre las medidas propuestas están (1):

- Mantener la prohibición de entrada de vehículos pesados por la prolongación de la calle Maceo, evitando así su circulación por la calle Morales Lemus.
- Establecer como horario de operaciones para las zonas de carga de la red minorista de comercio, de las cadenas de tiendas y otros servicios en el casco histórico de la ciudad, el comprendido entre las 19.00 y las 6.00
- Reorganizar los anillos establecidos para la circulación de equipos pesados en la ciudad
  - Un anillo exterior de prohibición de circulación de camiones de más de 12 ton, definido por las vías: Ave Cristino Naranjo, Circunvalación, Ave Los Internacionalistas, Camino Militar, Carretera Gibara (Ave Cajigal), Ave Capitán Urbino, Calle Mariano Torres, Ave Los Álamos, Carretera Central hasta Ciudad Jardín.
  - Segundo anillo o interior de la ciudad, estableciéndose la prohibición de circulación de camiones, en el perímetro definido por las vías: Cervantes, José Antonio Cardet, Garayalde y Cables.
- Mantener la prohibición de entrada de vehículos pesados por la prolongación de la calle Maceo, evitando así su circulación por la calle Morales Lemus.

El movimiento de carga y pasajeros en la ciudad se produce por los tres medios automotor, ferroviario y aéreo, los cuales crecerán en la transportación en un 45 % anualmente, motivado por el incremento y reposición del parque de equipos.

Se toman medidas para fomentar el uso del transporte público y del no motorizado implementando vías y carriles exclusivos para el transporte público, así como ciclovías y calles peatonales, permitiendo que los peatones puedan transitar con seguridad y accesibilidad en los principales centros de generación/atracción de viajes, corredores principales e intersecciones, entre las medidas adoptadas están:

- Mantener la circulación de coches y Bici taxi de la piquera Placita de Pueblo Nuevo por la calle 23 en su recorrido de ida y retorno, prohibiendo la circulación de estos medios por la calle Real
- Con el objetivo de disminuir la congestión vehicular imperante en la Ave Los Libertadores, mantener como ciclo vías paralelas a ella, en el horario de las 7.00 a las 19.00, el siguiente itinerario: Desde el semáforo de Aricochea, calle San Carlos, calle Cables, calle Roosevelt, calle 12, calle 8va, calle Francisco Vicente Aguilera, Ave Los Libertadores.
- Destinar la calle 23 como vía exclusiva para ciclos y coches en el tramo desde calle 8va hasta la Placita Pueblo Nuevo

Con respecto al estacionamiento se propone:

- Mantener la prohibición de parqueo en las calles Máximo Gómez, Cables, Aricochea, Morales Lemus y Narciso López, excepto en las zonas oficiales establecidas.
- Establecer la prohibición de parqueo, incluso parada momentánea, en la calle Aguilera entre las calles Maceo y Miró, excepto para los medios de transporte público estatal o privado en la zona de la parada, permite descongestionar el semáforo peatonal.

#### **4. CONSIDERACIONES FINALES**

Todas las actuaciones expuestas hasta ahora son medidas más o menos individualizadas que actúan sobre aspectos concretos de la movilidad, pero muchas de ellas pueden no tener el efecto esperado si se aplican de forma aislada, por lo que a mejor forma de realizar actuaciones dirigidas hacia la movilidad sostenible sea a través de planes que integren todos los aspectos de la movilidad y accesibilidad con la mayor participación social, coordinados con el planeamiento urbanístico u otros que afecten a la movilidad; y establecer las medidas necesarias, su programación y los mecanismos para su seguimiento y evaluación periódica.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Comisiones Provincial y Municipal de Seguridad Vial *Propuesta de reordenamiento del tránsito ciudad de Holguín*. Holguín, (2016).
- Dirección Provincial de Planificación Física Holguín *Plan General de Ordenamiento Urbano, Holguín*, (2016).
- Habitat III Naciones Unidas *Nueva Agenda Urbana*. ISBN: 978-92-1-132773.6-6 (2017)
- Parra Arias, Z., Salgueiro Valdés I., Díaz Castillo, D. *Reordenamiento de la red de rutas del servicio urbano-suburbano de la ciudad de Holguín*, CIMAB, (2017).

## **TUP: O PRIMEIRO TERMINAL UNIVERSITÁRIO DE CURITIBA.**

**Mendes, M.L.A.;**

PUCPR, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: matheus\_aroni@hotmail.com

**Macedo, B.L.;**

UCPR, Curitiba, Paraná, Brasil. [bianca.lemesmacedo@gmail.com](mailto:bianca.lemesmacedo@gmail.com)

**Romaniello, L.;**

PUCPR, Curitiba, Paraná, Brasil. romanielloluisa@gmail.com

**von der Osten F. B.**

PUCPR, Curitiba, Paraná, Brasil. fabiana.osten@pucpr.br

### **RESUMO:**

O planejamento de transportes é um sistema de ideias que soluciona problemas e, para isso, surge a ideia de um terminal universitário na PUCPR, campus Curitiba. O Terminal Universitário da PUCPR (TUP) é um equipamento de mobilidade urbana que irá beneficiar, diretamente, milhares de alunos da PUCPR, e também, pessoas que transitam por ali. O TUP seria um ponto inicial e final do percurso dos ônibus que circulam pela universidade, com instalações de novos pontos, e ênfase na maximização da operação de transporte dos alunos. Na PUCPR, percorrem varias linhas de ônibus (15), onde todas as linhas possuem alguns alunos da universidade. Dentre todas essas linhas, elas se dispersam pela universidade em 10 pontos diferentes de ônibus. Dentre várias informações ao decorrer do artigo, existem suas diversas vantagens e desvantagens, mas através dos dados, será mostrado que o Terminal Universitário da PUCPR (TUP) seria uma ótima solução para atender a demanda de alunos da universidade, e ainda, conseqüentemente, aqueles que transitam o percurso da universidade durante a rotina, trazendo uma melhoria no trânsito e na mobilidade urbana de Curitiba.

### **Introdução**

Um dos maiores temas sócio – políticos da atualidade mundial é a Mobilidade Urbana, situação que aponta para a “capacidade de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano para a realização de suas atividades cotidianas, (trabalho, abastecimento, educação, saúde, cultura, recreação e lazer), num tempo considerado ideal, de modo confortável e seguro” (VARGAS, 2008). Assim, dependendo das distâncias a serem percorridas, os indivíduos podem optar por diversas formas de locomoção, desde que seja arquitetada a melhor forma de planejamento em que diz respeito ao fluxo de transportes nas cidades, visando uma eficiência econômica e ambiental.

O planejamento de transportes tem como objetivo definir medidas ou estratégias para adequar a oferta de transporte com a demanda existente e futura (CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa, 2013 pg.1). Ao redor do globo, as opções de transportes públicos só

tendem a crescer, tendo como principais representantes o Trem, o Metrô, Bus Rapid Transit, bicicletas públicas, Veículo Leve Sobre Trilhos e o Ônibus, principal transporte da Cidade em estudo. Curitiba - Paraná - Brasil optou em investir nessa forma de locomoção como único meio de transporte público coletivo da capital, tanto convencional, como em articulados, biarticulados e outros demais tipos, fato que pode ser analisado na tabela 1. Nessa região, o transporte público já foi apontado como modelo para o país inteiro, porém, nos últimos tempos, segundo o site da Gazeta do Povo (Figura 1), esse tópico necessita de melhorias e inovações.

O desafio para um bom planejamento no transporte urbano começou a criar forma a partir do momento que os congestionamentos de tráfego cresceram exponencialmente, tornando – se passado a época que apenas dominava rodovias principais e em períodos específicos do dia. Foi aí que surgiu o termo de Polos Gerados de Tráfego, definidos como lugares que contribuem para o aumento do trânsito na região ao seu redor. Exemplos de PGT são Shopping Centers, Supermercados, Escolas, Aeroportos, entre outros.

Assim, é inevitável que a necessidade e o uso do Transporte Público pela população aumentem, fazendo com que alguns meios de se utilizá-lo já não funcione com a mesma eficiência de anos atrás.

## **Metodologia**

Dentre as opções mais utilizadas como meio de superar a dificuldade de realização de projetos, a simulação, a comparação e a revisão bibliográfica se destacam por serem as metodologias mais eficientes.

O procedimento metodológico adotado será o bibliográfico descritivo baseado em livros, artigos e manuais técnicos além, de um comparativo de estudo e pesquisa em campo sobre usuários do transporte público.

## **Ambiente em estudo**

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná é uma instituição de ensino do Grupo Marista, que está integrada à cidade de Curitiba, se tornando um potencial Polo Gerador de Tráfego. Segundo o estudo de PGT da Universidade - realizado no ano de 2017 - atualmente ela é caracterizada por uma população total de 29.884 usuários, sendo 27.097 alunos, 1.158 docentes e 1.629 colaboradores. Além disso, existem as peculiaridades do fluxo de pessoas em cada turno do dia e, segundo o mesmo estudo

de polo gerador de tráfego da PUCPR, em relação aos alunos são 45% no período da manhã, 3% no período da tarde, 45% no período da noite e 8% em período integral; já em relação aos docentes, 47% no período da manhã, 9% no período da tarde, 23% no período da noite e 20% em período integral.

Deste total de pessoas, estudos realizados em campo determinaram uma estimativa para os usuários do transporte coletivo de Curitiba (42%), e os resultados podem ser observados na tabela a seguir.

**Tabela 1: Pesquisa de campo sobre usuários de transporte.**

Período	Pedestre	Auto	Motos	Bicicleta	Ônibus	Táxi ou apps de carona	Van	Total
Manhã	15	310	15	23	415	16	20	
Tarde	3	33	1	10	62	2	-	
Noite	11	282	26	29	123	14	18	
Total	29	625	42	62	600	32	38	1428
Porcentagem	2,03%	43,76%	2,94%	4,34%	42,01%	2,24%	2,66%	100%

Fonte: O autor, 2018.

Baseado nesta pesquisa pode ser definido que, tendo uma população total de 29.884 usuários, em torno de 12.555 são usuários do transporte coletivo.

## O TUP

O Terminal Universitário da PUCPR (TUP) é um equipamento de mobilidade urbana que irá beneficiar, diretamente, milhares de alunos da PUCPR. O TUP seria um ponto inicial/final do percurso dos ônibus que circulam pela universidade, com instalações de novos pontos, e ênfase na maximização da operação de transporte dos alunos.

Na PUCPR, percorrem várias linhas de ônibus (15), onde todas as linhas possuem algum aluno da universidade. Dentre todas essas linhas, elas se dispersam pela universidade em 10 pontos diferentes de ônibus. Essas linhas seriam:

**Tabela 2: Linhas de ônibus Curitiba-PR.**

Linha	Fonte
1 Rodoferroviária/PUC CONVENCIONAL / ARTICULADO – 518	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/518/1
2 Bom retiro/PUC CONVENCIONAL – 175	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/175/1
3 Canal Belém – 475 - CONVENCIONAL	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/475/1
4 Curitiba/Fazenda Rio Grande CONVENCIONAL / ARTICULADO	HTTP://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/reintegracao-une-fazenda-rio-grande-a-estacao-tubo-da-puc/41663
5 Fazendinha/PUC CONVENCIONAL / ARTICULADO – 614	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/614/1
6 Guabirota – 470 – CONVENCIONAL	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/470/1
7 Interbairros I (Anti-horário) CONVENCIONAL – 011	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/011/1

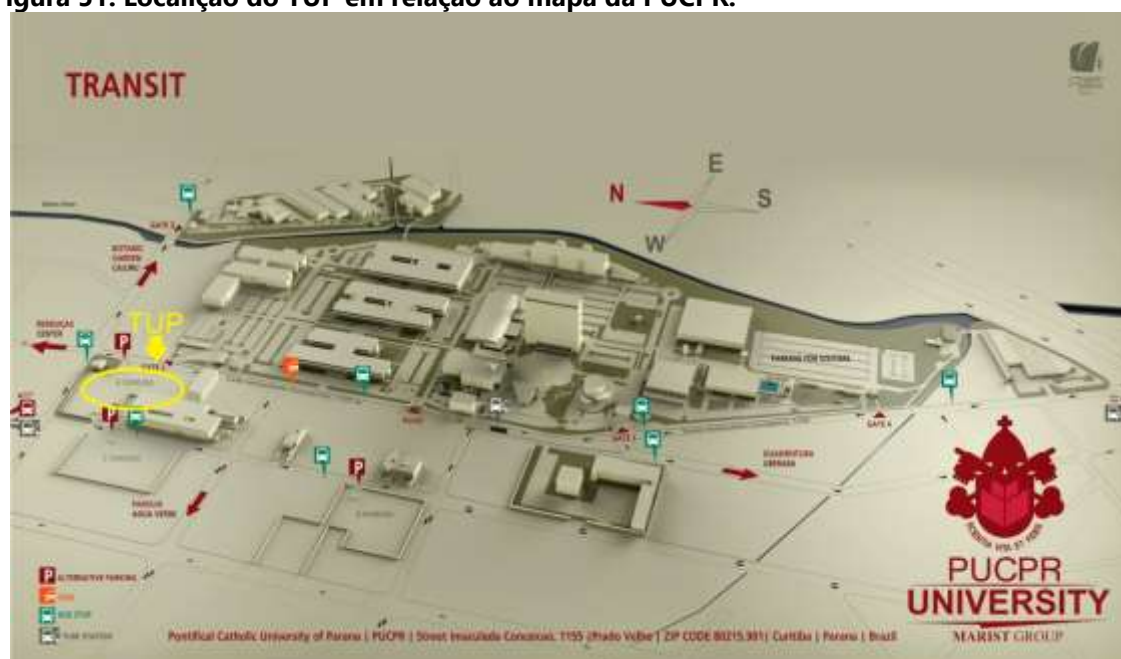
8	Interbairros I (Horário) – 010 – CONVENCIONAL	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/010/1
9	Interbairros V – 050 – ARTICULADO	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/050/1
10	Mas. Pilarzinho/Uberaba – 188 – CONVENCIONAL	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/mobile/itibus/188
11	Uberaba – 472 – CONVENCIONAL	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/472
12	Vila São Paulo – 471 – CONVENCIONAL	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/471
13	Cabral/Portão – 416 – ARTICULADO	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/216
14	Universidades – 165 – MICRO ONIBUS	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/216
15	Prado Velho / Pedro Moro (Passa perto) – 689	HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/689

## Localização

A possível instalação do TUP seria onde hoje é o estacionamento externo do campus, ao lado da Polícia Militar (Figura 2 e 3). Essa localização tem como vantagem principal a segurança, pelo fato de ter o posto policial ao lado, trazendo uma sensação de segurança aos alunos. Além disso, é um lugar próximo de dois dos blocos com maior capacidade de estudantes, que são o bloco 5 (Escola Politécnica junto a Escola de Direito) e o bloco 6 (Escola de Medicina); mas também, a distância suficiente para evitar uma poluição sonora capaz de prejudicar as aulas, situação enfrentada atualmente nos horários de pico (7h- 8h; 12h-13h e 18h-19h) no bloco 1 (Escola de Educação e Humanidades).

Além do mais, é uma região privilegiada em relação à acessibilidade. A sua região gera maior facilidade para saída às ruas Iapó, Imaculada Conceição e Guabirotuba, com uma área de 7000m<sup>2</sup> (Figura 2).

**Figura 51: Localização do TUP em relação ao mapa da PUCPR.**



Fonte: <<http://www.rogermafra.com/2014/05/puc-university-by-roger-mafra.html>>.



**Figura 52: Vista superior da localização do possível TUP.**



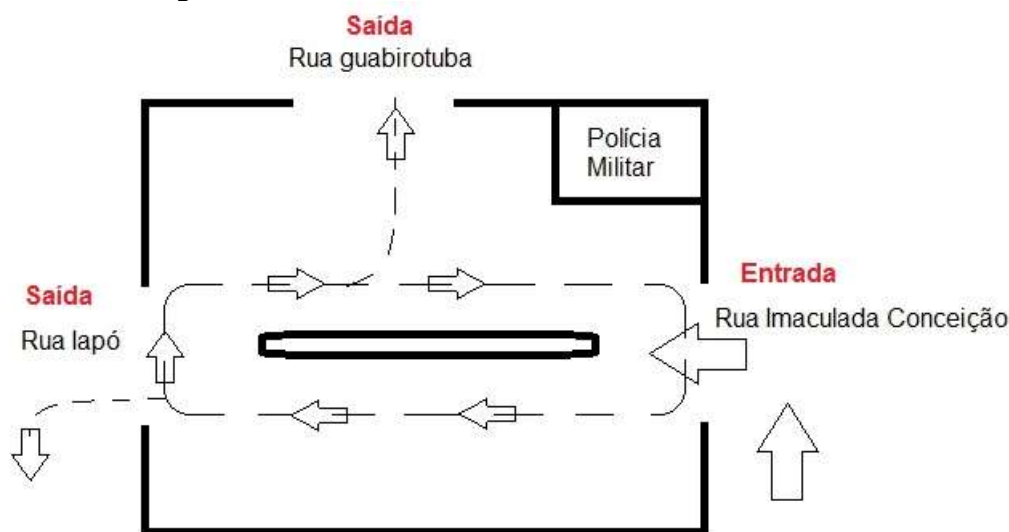
Fonte: <Google Earth>.

### **Linha de funcionamento**

A operação do TUP (Figura 4) seria como a de um terminal convencional, operando constantemente no sentido horário, tendo a possibilidade de saída para 3 ruas que já foram mencionadas, Ruas Iapó, Imaculada Conceição e Guabirota.

Por objetivar um melhor funcionamento do terminal, o sistema adotado poderá ter suas entradas pela Rua Imaculada Conceição, e suas saídas pelas Ruas Iapó e Guabirota, pois são rodovias menos movimentadas, causando um alívio para a circulação ao redor. Solução que evitaria um problema enfrentado pela região atualmente, já que doze dos quinze ônibus se encontram na Rua Imaculada Conceição, gerando um grande volume de tráfego.

**Figura 53: Modelo do TUP no terreno escolhido.**



Fonte: O autor, 2018.

**Figura 54: Dimensões dos veículos do transporte público de Curitiba.**

Classificação	Comprimento [mm]	Largura [mm]	PBT [kg]
Micro	8000 ± 300	2380	8500
Microespecial	Motor dianteiro: 9500 ± 100 Motor traseiro: 10300 ± 100	2500	Entre 12000 e 15000
Comum	12250 ± 250	2500	17000
Semipadron	13000 ± 200	2500	18000
Padron	13000 ± 200	2500	18000
Articulado	Máximo 18600	2500 + 100	28000
Linha Direta	13000 ± 200	2500 + 100	18000
Linha Direta Articulado	18800 ± 200	2500 + 100	28000
Articulado Expresso BRT	Máximo 20300	2600	30000
Biaarticulado BRT	27600 ± 400	2600	40500
SITES	12250 ± 250	2500	17000

Fonte: Manual de especificações da frota, Curitiba 2013.

### Ponto crítico

Dentre suas principais críticas, está o fato dele ser localizado fora da PUCPR, a possível intervenção gerada na ciclovia e a desativação do estacionamento externo, porém todas essas falhas foram analisadas e apresentam um traço de planejamento para alcançar as suas soluções e, conseqüentemente, total eficiência do TUP.

Com ele fora do campus, engarrafamentos intensos, como existentes hoje em dia, seriam evitados, já que são causados, principalmente, pelas paradas dos ônibus em seus determinados pontos. A ideia de fazer com que o transporte pare em um só lugar e fora das ruas, somente para sua entrada e saída, causaria uma melhoria muito grande na mobilidade em volta da universidade.

A ciclovia no trecho da Rua Imaculada Conceição, pode ter seu problema resolvido através de indicações de segurança aos motoristas e ciclistas, e principalmente, conscientização e bom senso dos usuários das ciclovias e dos motoristas dos ônibus.

Além disso, o estacionamento externo poderia mudar para o terreno ao lado, o qual atualmente não é utilizado (Figura 3) e é propriedade da Universidade, e seria capaz de suprir em torno de 50% da perda do estacionamento estipulado.

## **Conclusão**

A utilização do ônibus público, hoje na cidade de Curitiba, é necessária e de grande intensidade pela população, isto porque, a cidade optou pelo uso exclusivo dos ônibus como meio de transporte público. Assim, por se tratar de um meio de transporte que se comunica a outros, faz gerar trânsito e congestionamentos.

Dentre vantagens e desvantagens, o TUP apresenta-se como uma boa alternativa ao tráfego congestionado e intenso da rua frontal à PUC-PR. Para obterem-se resultados mais concretos, futuramente, pode ser feita uma simulação do terminal no local, através de um software, para poder concluir com maior exatidão o impacto gerado pelo terminal nesta região.

Portanto o Terminal Universitário da PUCPR (TUP) é uma ótima solução para atender a demanda de alunos da universidade, e ainda, conseqüentemente, aqueles que transitam o percurso da universidade durante a rotina, trazendo uma melhora no trânsito e na mobilidade urbana de Curitiba.

## **Referências**

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. Planejamento de transportes. 1º edição. Rio de Janeiro. Editora Interciência, 2013.

Manual de especificações da frota, Rede integrada de transporte, Curitiba 2013.

GAZETA DO POVO. De modelo a defasado. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/politica/parana/de-modelo-a-defasadoo-declinio-do-sistema-de-onibus-de-curitiba-eiptbg8t5o8ks4uv419gaczg1>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

URBS. Horários de ônibus. Disponível em: <[HTTP://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/](http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus/)>. Acesso em 20 jan. 2018.

PINTO, A. B.; DIÓGENES, M. C.; LINDAU, L.A.; Quantificação dos Impactos de Pólos Geradores de Tráfego. Laboratório de Sistemas de Transportes - LASTRAN. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. 17 p.

Vargas, H. C. (2008). Mobilidade Urbana nas Grandes Cidades. Disponível em: <<http://www.labcom.fau.usp.br/wp-content/uploads/2015/08/2008-VARGAS-Heliana-Comin.-imobilidade-urbana.-URBS-S%C3%A3o-.pdf>>. Acessado em 24/04/2018.

Estudo Polo Gerador de Tráfego PUCPR, Curitiba 2017.

# **CAPITALIZANDO LA EXPERIENCIA DE EMPRESA MIXTA PARA PENSAR UN MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL: INNOVADOR, EQUITATIVO E INCLUSIVO PARA EL SERVICIO DE MOVILIDAD.**

**Horacio G. de Braza**

Empresa Mixta de Transporte Rosario S.A., Rosario, Santa Fe, Argentina,  
horaciogabrieldebraz@gmail.com

## **RESUMEN**

Presentaré la Estrategia de Sustentabilidad adoptada por EMTR SA y desarrollada durante los 10 años de vida de la empresa, demostrando su aporte a la construcción de un nuevo paradigma organizacional, vinculado a empresas de movilidad superadoras a los estándares tradicionales.

Desde su constitución La Mixta concibió su gestión desde el paradigma de la sustentabilidad, teniendo como eje la prestación de un servicio de calidad, centrado en las necesidades de los ciudadanos, y asumiendo la responsabilidad social de constituirse en un actor privilegiado para el logro de un transporte seguro y sostenible. Dicha estrategia contempla 3 elementos indisolubles: un Plan Estratégico, la certificación de Normas de Calidad, y una gestión basada en Valores Sociales, definidos oportunamente por la organización. Expondré sobre los beneficios prácticos que posee para la empresa y para su comunidad gestionar desde la perspectiva de la sustentabilidad, como lo hiciera La Mixta en su década de desarrollo. Sin pretensión de validación científica, pero sí con demostración empírica, rescataré los beneficios de este tipo de gestión y su aporte a la construcción de una movilidad innovadora, equitativa e inclusiva.

Ordenaré mi exposición en tres momentos: la descripción de la estrategia llevada adelante por La Mixta; el abordaje de las categorías "responsabilidad", "participación" y "valor social"; y un recuento de lo realizado y de las lecciones aprendidas en este proceso.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 La Empresa**

Empresa Mixta de Transporte Rosario Sociedad Anónima (en adelante La Mixta) es una empresa creada en el año 2007 por la Municipalidad de la ciudad de Rosario, Provincia de Santa Fe, República Argentina, para la prestación del servicio urbano de pasajeros, cubriendo el 22% del sistema del transporte automotor de la ciudad. En el año 2015 el poder concedente le otorgó la operatividad del Sistema de Bicicletas Públicas, vigente a la fecha.

Con aproximadamente 500 empleados (entre conductores, operarios, técnicos, y profesionales de diversas disciplinas), una flota de 164 buses y 420 bicicletas operativas, se encuentra en pleno proceso de fusión con la empresa del estado

municipal, para conformar a corto plazo una nueva empresa denominada "Movi Rosario", constituyéndose en una de las 3 empresas que prestarán servicio en el nuevo sistema que adoptará la ciudad durante el año en curso.

En el momento de su constitución la sociedad accionaria estuvo conformada por un 60% de capitales privados (empresas, profesionales y vecinos de la ciudad) y un 40 % de participación pública, perteneciente al estado municipal. En 2009 la composición se modificó a un 5% privado (empresas de diversos rubros y profesionales) y 95% público. Actualmente la empresa es un 100% de capitales públicos, a fin de facilitar su fusión con la empresa antes mencionada.

Las líneas de explotación son 112, 115, 126, 127, 131, 132, 138, 139, 140, 141, Enlace Barrio Irigoyen, CUR SUR, y Estación Rosario Sur; permitiendo la conectividad de vecinos fundamentalmente de las zonas noroeste y suroeste de la ciudad.

Desde La Mixta somos conscientes del valor social que significa el transporte público en la ciudad, permitiendo que la ciudadanía se traslade hacia sus trabajos, hacia los lugares de estudio y formación, cuide su salud y disfrute del esparcimiento. Por ese motivo concebimos a la movilidad como a una herramienta que posibilita el ejercicio de los derechos económicos, políticos y sociales de la ciudadanía.

La explotación de las líneas del transporte automotor de pasajeros junto con la operatividad del sistema de bicicletas públicas, genera la conectividad necesaria entre diferentes barrios de la ciudad y su zona central. Para que ello sea posible en La Mixta somos conscientes de la responsabilidad y el rol social que poseemos. Por ese motivo definimos a nuestra "Misión" como el brindar un servicio de movilidad urbana eficiente, adecuado a las necesidades de los pasajeros y garantizando su plena satisfacción. Nuestra "Visión": constituirnos en una empresa de prestación de un servicio de movilidad urbana de excelencia, que considera como eje de gestión al cliente.

Resulta de interés aclarar que las acciones llevadas adelante por la empresa se enmarcan en la política pública establecida por el Estado Municipal en esta materia, denominado "PIM" Plan Integral de Movilidad, que viene llevando adelante desde el año 2010, siendo sus ejes:

- 1- La promoción del transporte público masivo.
- 2- El desarrollo del transporte no motorizado.
- 3- La disuasión del transporte motorizado privado.

## **1.2 La Sustentabilidad como estrategia**

Desde su constitución la gestión de la empresa se enmarcó en la definición de una estrategia de negocios que adopta a la sustentabilidad como su principio rector, siendo 3 sus elementos:

-Un Plan Estratégico. Conformado por 4 ejes que abordan distintos aspectos centrales, de dónde se desprenden programas y proyectos. "Valor Económico", "Calidad de Servicio", "Desarrollo de las Personas" y "Construcción de Ciudadanía", son sus denominaciones.

-La Certificación de Normas. Un conjunto de normas certificadas que permiten abordar de manera sistémica distintos aspectos otorgando múltiples beneficios: "Calidad", "Seguridad Vial", "Gestión de Reclamos", "Prevención de Fraude Corporativo" y "Medio Ambiente".

-La Gestión por Valores. Definidos a través de un proceso interno participativo, por parte de directivos y mandos medios de la organización. Se postulan como guías para la acción cotidiana y la resolución de diferentes situaciones. Ellos son "Honestidad", "Excelencia", "Iniciativa" y "Cooperación".

### **1.2.1 Plan Estratégico**

Nuestro Plan Estratégico está estructurado en 4 ejes, cada uno de ellos con un enfoque de gestión, aspectos centrales y programas asociados.

- Valor Económico. Busca generar valor económico movilizándolo a las personas de manera confiable y eficiente, contribuyendo al desarrollo económico de la ciudad y la región. Sus aspectos: demanda y productividad, inversiones, gestión de recursos y negocios complementarios.
- Desarrollo de las Personas. Centrado en lograr un grupo de personas de alto nivel profesional, sustentado en los valores de la organización, que trabaje con motivación y sentido de pertenencia, promoviendo el crecimiento personal. Sus aspectos: gestión del personal, motivación, formación y crecimiento y comunicación.
- Calidad de Servicio. Con el objetivo de brindar un servicio de movilidad de excelencia, que sea previsible, seguro y confiable en todos los atributos que lo definen, movilizándolo a la mayor cantidad de personas posible, facilitando la conectividad de los distintos barrios y zonas de la ciudad. Sus aspectos: Flota y tecnologías aplicadas, frecuencia, seguridad vial, accesibilidad, higiene y atención al pasajero.
- Construcción de Ciudadanía. Busca contribuir al desarrollo de la sociedad, promoviendo desde su actividad la generación de valor social, en el cuidado del

medio ambiente, en la educación vial y en la difusión cultural. Sus aspectos: Educación vial, medio ambiente, liderazgo responsable, cultura y educación.

Desde el año 2013 mediante el documento "Reporte de Sustentabilidad", elaborado según estándares internacionales, sistematizamos las acciones llevadas adelante y ponemos a consideración de los diferentes grupos de interés toda nuestra gestión. Explicitamos de esta forma la manera en que desde la organización aportamos a procesos locales y globales de desarrollo sostenible, bajo principios relacionados a la transparencia, los derechos humanos, la gestión ambiental y las condiciones laborales. La Mixta además adhirió en diciembre del mismo año a la iniciativa internacional Pacto Global de las Naciones Unidas, cumpliendo regularmente con la presentación de la Comunicación de Progreso, la cual se encuentra integrada a nuestro Reporte.

Así mismo cabe destacar que el proceso llevado adelante en nuestra empresa se enmarca dentro de un contexto en el que ciudad y provincia se han comprometido;

a) por parte de la ciudad de Rosario, conformando un Gabinete de Sustentabilidad, integrado por la secretaría de Gobierno, de Economía Social, de Transporte Movilidad, Ambiente y Espacio Público y la Secretaría de Planeamiento y Producción.

b) para el caso de la provincia de Santa Fe, en el año 2016 firmando su compromiso de aportar al logro de las Metas 2030 respecto a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por Naciones Unidas.

### **1.2.2 La certificación de Normas**

La Dirección de la empresa conjuntamente con todos sus integrantes hemos cumplido con los requisitos legales, reglamentarios y autoimpuestos establecidos por distintas normas de gestión.

A lo largo de estos años hemos logrado la certificación de las siguientes normas:

- ISO 9001 "Sistema de Gestión de la Calidad", apostando a la mejora continua, la satisfacción de los pasajeros y la optimización en el uso de los recursos.
- IRAM 3810 "Seguridad Vial. Buenas prácticas para el transporte automotor de pasajeros", abordando el cumplimiento de la normativa vigente, la prevención de siniestros viales, la formación y capacitación del personal.
- ISO 14001 "Sistema de Gestión Ambiental". Busca la prevención de la contaminación, el consumo sustentable, y la implementación de buenas prácticas medioambientales.
- IRAM 90600 "Sistema de Gestión de Reclamos". Con objetivos vinculados a la Orientación al pasajero, la confidencialidad y la gestión de información.

- IRAM 17450 "Sistema de Gestión para la Prevención del Fraude Corporativo". Promueve la Conducta ética, la prevención de fraudes corporativos y la elaboración y difusión de un código de ética.

IRAM es el Instituto Argentino de Normalización y Certificación, una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad, promoviendo las actividades de certificación de productos y de sistemas de la calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor. IRAM es el representante de la Argentina en ISO (International Organization for Standardization), en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y en la Asociación MERCOSUR de Normalización (AMN).

La certificación, el mantenimiento de las mismas, y la conservación del cumplimiento de sus requisitos, ha permitido trabajar ordenadamente para el logro de objetivos y metas, establecidos cada año en su Plan Anual de Gestión.

Creemos que resulta clave el involucramiento de todos los niveles de la organización, logrado a través de los procesos de comunicación, formación y auditorías internas y externas vinculadas a cada norma.

### **1.2.3 La gestión por valores**

Permite construir en la cotidianeidad del devenir de la organización, en cada decisión, permeando las relaciones interpersonales entre los integrantes de la empresa, y entre éstos y los representantes de los distintos grupos de interés.

"Honestidad", "Excelencia", "Iniciativa" y "Cooperación", son los valores definidos en forma participativa por la organización y que permiten construir una administración eficiente de los recursos, respetando los derechos de las personas, los recursos naturales y la relación con la comunidad.

Concebimos a los valores como "estructuras cognitivas, que no sólo sirven para gobernar la cotidianeidad, sino que permiten la toma de decisiones de alto rendimiento en contextos de alta complejidad e incertidumbre; son estructuras lingüísticas orientadoras de la conducta humana estratégica. La capacidad valorativa es la capacidad de elegir estratégicamente, de estimar y de desestimar, de sopesar, de guiar la acción, de darle sentido a la existencia. Los valores absorben la complejidad, dan sentido a los objetivos de acción y legitiman las instrucciones." (Taddei E. 2004).



## **2. CATEGORÍAS PARA EL ANÁLISIS**

Con el interés puesto en que la experiencia llevada adelante pueda capitalizarse y permita aportar desde la reflexión a la construcción de organizaciones (empresas) sostenibles, abordaremos las categorías de "responsabilidad", "participación" y "valor social".

### **2.1 Responsabilidad**

Es necesario repensar los alcances de la responsabilidad de las empresas en el entramado social y como actor privilegiado de su dinámica, como creador de empleo y generador de riqueza. "Al generar empleo, adquirir bienes y hacer negocios diariamente, las corporaciones poseen una profunda influencia sobre la sociedad" (Porter M. y Kramer M. 2006). Por ello desde esta perspectiva asumir su responsabilidad es para la empresa, una oportunidad para la acción.

Desde el paradigma de la sustentabilidad la gestión organizacional se define por la identificación de las consecuencias que poseen las acciones llevadas adelante (y por sus omisiones), en el ámbito de lo económico financiero, lo social y lo ambiental. Las características de cada empresa, su objeto de explotación y sus vínculos con la comunidad, permiten en un trabajo de autoconocimiento y autodeterminación, conocer sus aspectos materiales más relevantes y el grado de impacto tanto interno y externo de su estrategia. Poder mapear la totalidad de grupos de interés con los que cotidianamente interactúa, orienta la toma de decisiones permitiendo establecer las alianzas necesarias para el logro de metas.

En este sentido la ISO26000, emitida en el año 2010 por ISO, expresa que los elementos de la responsabilidad social reflejan siempre expectativas de la sociedad, y por lo tanto son susceptibles de cambio. Esto significa entonces que el éxito de nuestras intervenciones dependen de la asertividad que tengamos para leer la coyuntura y la manera en que la organización adecúa su estrategia. Es este pensamiento estratégico el que a decir de Alejandro Melamed "hace que las empresas requieran de personal motivado, comprometido, con deseo de cambio y con participación democrática" (Melamed A. 2010)

Así mismo, emergen de la dinámica social nuevos requerimientos provenientes de ciudadanos independientes y de asociaciones de consumidores que otorgan valor a distintos aspectos; la transparencia, la gestión ambiental y el vínculo con la comunidad son valorados positivamente por la ciudadanía. Sin lugar a dudas, los usuarios reconocerán a las empresas que se encuentren en línea con las demandas e inquietudes de su comunidad.

A su vez, para el mundo del trabajo, las nuevas generaciones (Millennial y Centennial) valorarán hacerlo en organizaciones que asuman sus responsabilidades y demuestren concretamente cómo lo hacen.

## **2.2 Participación**

Desde la teoría clásica la participación en el espacio de trabajo se concibió como una actividad humana realizada con único y fundamental objetivo, propiciarse los recursos necesarios para asegurar la reproducción material de las personas. Se limitó a la contraprestación de un servicio, desprovisto todo otro sentido

En la sociedad contemporánea los procesos de legitimización definieron nuevas características al lugar de trabajo. En la actual dinámica social, sin haber perdido su centralidad y el objetivo original, existe una marcada tendencia en ampliar y permitir la participación de los trabajadores, en actividades voluntarias o no, y que van configurando un nuevo estilo de participación organizacional. En muchos casos los distintos actores se proponen objetivos en común, y retroalimentan sus experiencias.

Desde nuestra perspectiva creemos que es altamente beneficioso desarrollar canales de participación, potenciando el diálogo activo entre los diferentes niveles de una organización y entre ésta y la comunidad. Aumentar las posibilidades de participación dentro de la empresa permite lograr altos niveles de filiación, fortaleciendo el sentido de pertenencia y el logro de metas colectivas y personales.

## **2.3 Valor Social**

Otra categoría que necesariamente debemos repensar es aquello que entendemos por "valor", y más específicamente "valor Social".

En la línea del filósofo Bernardo Toro una nueva economía debe ser capaz de crear riqueza, diferente crear dinero; es crear bienes, servicios, valores y los ambientes, que les permitan a las mujeres y hombres de una sociedad vivir dignamente, cuidar los vínculos emocionales como base del comportamiento productivo, de la convivencia y de la solución de conflictos sin violencia.

En este marco las empresas deben constituirse en organizaciones en las que a través de una participación real las personas puedan ser protagonistas de la creación de valor, no ya de sólo valor monetario por medio de su fuerza de trabajo, sino de valor social mediante el involucramiento de diversos tipos de actividades.

Retomando a M. Porter “cuanto más estrechamente vinculado está un tema social con el negocio de la empresa, mayor es la oportunidad de aprovechar los recursos y capacidades de ésta para beneficiar a la sociedad” (Porter M. y Kramer M 2006).

Su capacidad de generar alianzas con los diversos sectores de la sociedad (empresas-estados-sociedad civil) determinará el impacto de sus operaciones a corto, mediano y largo plazo. Tener identificados sus grupos internos y externos de interés, poseer un posicionamiento claro respecto a las implicancias de los programas llevados a cabo, otorgará mayor valor social y reconocimiento a la estrategia llevada adelante por la empresa, por parte de sus integrantes y de la comunidad.

### **3. APRENDIZAJES**

Luego de haber puesto en práctica por más de una década nuestra Estrategia de Sustentabilidad, podemos reconocer aprendizajes, vinculándolos a acciones que hemos llevado adelante. A modo de certezas, siempre provisorias, consideramos oportuno compartirlas a modo de sistematización de una práctica considerando que la misma pueda ser capitalizada y replicada en nuevos escenarios.

- ✓ Establecimos mecanismos que otorgan transparencia al manejo de fondos, disponibilidad de recursos y prevención del fraude. Éste es un valor altamente considerado en la actualidad por la comunidad. En este sentido el documento Reporte de Sustentabilidad no es sólo una valiosa herramienta de declaración de principios, de rendimientos de cuentas y sistematización de programas y proyectos, sino también de comunicación responsable y diálogo con sus grupos de interés. Qué hicimos? Publicamos desde el año 2014 nuestro Reporte de Sustentabilidad. Bajo estándares internacionales, y habiendo integrado al documento la COP (Comunicación de Progreso) requerida por Pacto Global de las Naciones Unidas.
- ✓ Generamos ingresos genuinos a través del desarrollo de negocios complementarios. Qué hicimos? Creamos el “Rodarte Popular de La Mixta”, una muestra itinerante de arte sobre las unidades de buses, con el sponsor de otras empresas de la ciudad.
- ✓ Implementamos un sistema de gestión ambiental certificado. Qué hicimos? Monitoreamos los consumos de los distintos tipos de energía, damos disposición final segura a la totalidad de los residuos generados por los servicios indirectos a la prestación del servicio, identificamos los riesgos medioambientales, definiendo procedimientos de acción ante posibles derrames de fluido en la vía pública.

- ✓ Capacitamos al personal en aspectos específicos vinculados a nuestra función social y en temas complementarios relacionados a la problemática ambiental y social. Qué hicimos? Ejecutamos un plan de capacitación que contempla cada año capacitaciones en Seguridad Vial, en Atención a pasajeros con movilidad reducida, recuperación del saludo, prevención del acoso sobre el transporte público y atención al pasajero turista.
- ✓ Propusimos espacios de participación y diálogo. Qué hicimos? Realizamos encuentros de camaradería de la dirección con la totalidad del personal organizados mensualmente por más de años, un programa de conductores solidarios habilitados para realizar traslados. Encuentros con los principales proveedores de la firma y con representantes de instituciones y organismos que abordan problemáticas sociales, como ser discapacidad, obra pública, movilidad, entre otras.
- ✓ Educamos. Qué hicimos? Pusimos en práctica el Taller Subite Seguro, con el que llegamos a establecimientos educativos vinculados a los recorridos de nuestras líneas, con una propuesta que fomenta la movilidad segura. Recientemente integramos a la familia de los trabajadores realizando la actividad en los establecimientos escolares de los hijos de nuestro personal. Durante estos talleres, personal de conducción participa como facilitadores de las dinámicas, promoviendo el uso seguro de los servicios de movilidad (buses, bicicletas públicas y medios particulares)
- ✓ Brindamos posibilidades. Nuestro proceso de selección de personal no contiene restricciones de género para los puestos de conducción. Qué hicimos? Incorporamos luego de décadas a las primeras mujeres conductoras en el transporte automotor de buses de la ciudad.
- ✓ Permitimos que nuestro personal se supere. Qué hicimos? Pusimos en curso una escuela de enseñanza media tras el convenio celebrado con el Ministerio de Educación y Cultura de la Pcia. de Santa Fe. En instalaciones de nuestra empresa se dicta el cursado del programa educativo. En diciembre del presente año, un grupo de empleados logrará su título de educación media.

Podemos comenzar a concluir afirmando que cuanto mayor es el grado de involucramiento de las empresas y de todos sus integrantes en procesos locales y globales de sustentabilidad, esto otorgará mayor sentido de pertenencia y filiación del personal. Un mejor ambiente de trabajo significará consecuentemente un mejor servicio de movilidad a la comunidad.

Nuestra experiencia nos demuestra que cuando existen intereses compartidos entre los diferentes actores intervinientes en la movilidad de la ciudad, y que cuando estas motivaciones se encuentran en sintonía con procesos que exceden los límites de la empresa, todo ello se traduce en una mejora significativa de la calidad del servicio

prestado. Podemos observarlo siguiendo el índice general de satisfacción y su disgregación según diferentes aspectos, elaborado por la autoridad municipal. La E.P.P (Encuesta Permanente a Pasajeros) nos ubica con valores superiores a la media del sistema de la ciudad, desde el año 2010.

Capitalizando nuestra experiencia, apelamos;

. A la capacidad del Estado de implementar políticas públicas que fomenten la constitución de organizaciones que aseguran sustentabilidad y sostenibilidad de sus gestiones.

. A la autonomía de las empresas de optar por estrategias de negocio bajo estos principios.

. A la oportunidad de sumarse a iniciativas locales y globales, desarrollando un marco de alianza que retroalimente las acciones llevadas a cabo.

. A la concientización de los usuarios para valorar a los prestadores que operen bajo esta modalidad.

Por eso consideramos que asumiendo nuestra responsabilidad social, integrándola a la gestión estratégica de la organización, realizando el seguimiento de los indicadores cuantitativos, a la vez que atendiendo al buen clima laboral y la motivación del personal, creamos bases sólidas para aportar a procesos que permitan construir una movilidad innovadora, equitativa, e inclusiva.

Todo un desafío consiste en posibilitar que cada empresa descubra según su cultura organizacional, su localización y su coyuntura, su responsabilidad social, aportando a la sustentabilidad desde el interior de su estrategia.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

E.M.T.R S.A. Primer Reporte de Sustentabilidad y sucesivos (2014, 2015 y 2016). Recuperado de [www.subitealamixta.com.ar](http://www.subitealamixta.com.ar)

Klinsberg B. (2015) Ética para Empresarios. Por qué las empresas y los países ganan con la Responsabilidad Social Empresaria. Ediciones Ética y Economía. Buenos Aires.

Melamed A. (2010) Empresas Más Humanas. Editorial Planeta. Buenos Aires.

Porter M. y Kramer M. (2006) Estrategia y Sociedad. Harvard Business Review América Latina.

Taddei E. (2004) Gestión por Valores. Artículo del XII Jornadas de Reflexión Académica en Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo. Buenos Aires. Recuperado de [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_libro=120&id\\_articulo=591](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=120&id_articulo=591)

# **ACESSO A CAMPI UNIVERSITÁRIOS NO BRASIL: UM ESTUDO-SÍNTESE DE METODOLOGIAS E RESULTADOS NA PRODUÇÃO ACADÊMICA RECENTE**

**Enilson Medeiros dos Santos**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil  
enilson@interjato.com.br

**Jade Cunha Lopes**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
Jade.cunhalopes@gmail.com

## **RESUMO**

No Brasil, a criação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), instituída pela lei federal 12.587/2012 em 2012, requer que gestores locais elaborem políticas e planos voltados para uma mobilidade mais sustentável, o que implica em ações que visem a ampliar a parcela de viagens em transportes coletivos e ativos na matriz modal. Por outro lado, desde os anos 2000 o país testemunha a expansão do ensino superior com a criação de novas vagas em campi existentes e principalmente de novos campi em cidades do interior. Cabe lembrar, que o acesso físico a Instituições de Ensino Superior (IES) é um elemento importante para alcançar as metas da Agenda 2030 da ONU. Tudo isso torna os deslocamentos de estudantes brasileiros a campi universitários um tema de grande importância para o planejamento da mobilidade urbana, mas ainda pouco estudado. O presente trabalho realiza uma revisão bibliográfica acerca da produção nacional sobre o assunto, com enfoque nas metodologias aplicadas e nos resultados obtidos. A análise aponta para estudos de caráter local, de pouca aplicabilidade fora de seu contexto imediato, com preponderância de métodos estatístico-descritivos e variáveis sociodemográficas. Assim, permite sugerir a criação de uma rede de pesquisa nacional, a qual, compartilhando metodologias e comparando resultados, permita o real desenvolvimento de uma investigação de abrangência nacional na temática.

## **1. INTRODUÇÃO**

A hegemonia do automóvel nos deslocamentos urbanos tem gerado vários problemas para as cidades contemporâneas. Maiores tempos de viagem, congestionamentos reiterados e dispersos na rede viária, contaminação ambiental e consumo elevado de combustíveis não-renováveis geram uma redução de qualidade de vida urbana, que precisa ser revertida ou, ao menos, estancada. No Brasil, o baixo desempenho estrutural dos sistemas de transporte público e o recente crescimento das taxas de motorização da população têm produzido deterioração acelerada da capacidade viária, das condições ambientais e da eficiência econômica de cidades médias e metrópoles, em um contexto de gestão pública ineficaz e tradicionalmente divorciada do interesse público mais amplo. Em 2012, o Governo Federal brasileiro instituiu (Lei 12.587) a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), voltada expressamente para a

observação de princípios e diretrizes com vistas ao alcance de níveis mais altos de desenvolvimento sustentável das cidades. A PNMU reconhece a insustentabilidade dos atuais padrões de consumo de transporte, apontando para necessárias alterações na matriz modal em prol de modos não-motorizados e coletivos.

Ainda que os problemas urbanos brasileiros revelem acentuadas diferenças entre regiões e portes de cidades, há elementos comuns presentes na maior parte das urbes nacionais. Entre eles, cabe salientar a recente expansão do ensino superior no país. Programas federais executados a partir de 2003 mais que duplicaram a oferta de vagas em instituições públicas e privadas de ensino superior (de 3.036.113, em 2001, para 6.379.299, em 2010). Boa parte das novas vagas estavam em novos campi e faculdades em municípios do interior dos estados, passando de 117 municípios atendidos por universidades federais em 2001 para 237 em 2011 (Barros, 2015). Esse processo se deu em todas as regiões do país, ampliando o peso das viagens de graduandos aos campi na pauta de viagens urbanas. Por outro lado, é importante ressaltar que, no âmbito da Agenda 2030 das Nações Unidas, o acesso equitativo e universal à educação de qualidade, inclusive no nível superior, é visto como destaque para o enfrentamento das desigualdades sociais. A articulação entre o 4º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável ("Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos") e os transportes foi sistematizada, em 2016, no documento *Mobilizing Sustainable Transport for Development*, (UNO/ASGT), que destaca a importância do acesso físico à educação.

A literatura internacional reconhece que as Universidades exercem uma função importante para mudanças na direção de maior sustentabilidade dos transportes (Tolley, 1996). Balsas (2003) afirma que campi universitários são um dos maiores polos geradores individuais de viagens nas cidades em que se situam e que os campi têm potencial de impacto demonstrativo positivo, se usados como laboratórios para teste e implementação de estratégias alternativas de mobilidade. Zhou (2012) lembra que entre os graduandos do presente estão futuros funcionários e tomadores de decisão, nos âmbitos público e privado, que poderão aplicar a outros ambientes da cidade as suas experiências inovadoras de mobilidade no acesso aos campi.

Em diferentes contextos socioeconômicos vêm sendo realizados estudos nos últimos quinze anos, a maioria sobre padrões de deslocamento no acesso aos campi, outros focando o papel dos modos não-motorizados nesse acesso, uns poucos voltados à análise de políticas e medidas implementadas em campi específicos. No caso da produção acadêmica brasileira, analisa-se a problemática do acesso a campi em distintas cidades, dada a motivação trazida pelo processo de expansão universitária no país. A análise da produção nacional mostra singularidades: a investigação é motivada por problemas cotidianos nos locais de trabalho dos pesquisadores; carece de

sistematização teórico-metodológica; e, apesar do volume razoável de estudos realizados, a sua revisão indica abordagens de questões locais e de forma independente, sem apontar a emergência de uma rede nacional de pesquisa sobre o tema. Assim, há um ponto de interesse para a avaliação desse corpo de publicações: a caracterização do conjunto de pressupostos, métodos e técnicas de pesquisa utilizados, comparando-se os itens da produção nacional entre si. Daí, o artigo visa a realizar uma análise de resultados acerca dos estudos sobre o acesso físico a instituições de ensino superior no Brasil, enfocando aspectos metodológicos e resultados obtidos. Para tanto, adotou-se como ponto de partida a revisão de toda literatura nacional publicada entre 2010 e 2017 acerca da temática do acesso a campi e à mobilidade no interior dos campi. As fontes usadas foram: Portal de Periódicos da CAPES, SCOPUS, Google acadêmico e a revisão das citações de publicações já selecionadas (técnica “bola de neve”), sendo utilizadas combinações das palavras-chave *mobilidade*, *geração de viagens* e *deslocamentos* com os termos *universitário*, *campus*, *ensino superior*, resultando em 51 publicações.

## **2. O ESTUDO DA MOBILIDADE UNIVERSITÁRIA NO BRASIL**

A distribuição no tempo das 51 publicações demonstra que o interesse no tema começou de forma tímida entre 2010 e 2012 (2 publicações), crescendo a partir daí: 2013 (7), 2014(9), 2015 (13) e 2016(14). Em 2017, apenas 6 documentos foram encontrados. No conjunto foram estudadas 22 cidades nas diferentes regiões do país: 8 cidades da região Sudeste (São Paulo, São Carlos, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Uberlândia, Itajubá, Bauru e Seropédica) em 18 documentos, 7 deles focados em São Carlos. Na região Nordeste, são 7 cidades (Recife, Caruaru, Natal, Salvador, João Pessoa, Juazeiro do Norte, Caraúbas) e 19 documentos, 6 em Recife. A região Norte conta com 4 cidades (Belém, Manaus, Boa Vista e Palmas), em 4 documentos; a Sul com 3 cidades (Londrina, Florianópolis, Curitiba) em 5 documentos; e a Centro-Oeste é alvo de dois estudos sobre Goiânia.

São Carlos, no interior de São Paulo, foi estudada do ponto de vista da mobilidade da Universidade Federal de São Carlos, que apresenta 2 áreas de campus não contíguas. O campus localizado mais afastado da área urbana foi estudado em uma ocasião; pela localização, apresentou deslocamentos por meios não motorizados muito inferiores aos realizados no outro campus (Ferreira; Sanches, 2013). Os objetivos dos estudos variaram entre traçado cicloviário (Guerreiro *et al.*, 2013), comportamento modal (Stein, 2013), taxa de geração de viagens (Stein; Silva, 2014), indicador de mobilidade (Oliveira, 2015; Oliveira *et al.*, 2016). Como variáveis destacam-se as explicativas dos padrões de viagens (Guerreiro *et al.*, 2013; Stein, 2013; Stein; Silva, 2014; Oliveira, 2015; Oliveira *et al.*, 2016) e as socioeconômicas (Stein, 2013, Oliveira *et al.*, 2016). Os estudos apontam



para uma mobilidade prioritariamente não-motorizada para alunos de graduação, embora as taxas de geração variem com distância de origem da viagem e perfil do usuário; e para o aperfeiçoamento da infraestrutura de passeio e cicloviária para o alcance de índices melhores. Abdal e Navarra (2014), entrevistando indivíduos de distintos bairros em São Paulo (SP), afirmam que alunos do Prouni utilizam como principal fator da escolha da IES particular a sua localização (próxima à casa ou ao trabalho), a maioria das vezes em detrimento da qualidade de ensino.

O Campus Ilha do Fundão da UFRJ foi estudado do ponto de vista de: análise do perfil do passageiro (Contursi, 2015), análise da demanda e possibilidade de mudança modal (Carvalho, 2016); fatores determinantes de escolha modal (Souza, 2016) e boas práticas de transporte (Costa *et al.*, 2016). Pesquisas apontam para tempo e custo de viagem e renda como determinantes na escolha modal, que se caracteriza principalmente por viagens no transporte público. Por sua vez, o Campus da UFRRJ, em Seropédica, revelou grande potencial para viagens internas não motorizadas, na dependência de melhoria na infraestrutura de passeios e ciclovias (Pires, 2013). Em Belo Horizonte, os estudos são no campus Pampulha - UFMG, região central da cidade. Foca-se em fatores determinantes da mobilidade universitária (Gazolla, 2013) e comportamento modal (Lessa; Oliveira, 2016; Campos *et al.*, 2017) e usam-se padrão de viagens e fatores socioeconômicos. A maioria das viagens se dá por transporte público, que apresenta tempos de viagem maiores do que a média geral, e foram apontados como problemas sinalização viária, infraestrutura cicloviária e de passeio.

Os padrões de viagem no estudo de Alves *et al.* (2015) no acesso à UNIFEI (Itajubá-MG) são majoritariamente de viagens a pé em estudantes de graduação, devido à distância de viagem. Já o estudo com estudantes e servidores da UNESP-SP (Ortega *et al.* 2015) aponta a falta de informação e de logística no transporte público como barreiras; melhorias na infraestrutura cicloviária e de passeios, bem como um sistema automático de carona, seriam soluções para uma divisão modal mais sustentável. A cidade de Uberlândia foi estudada em duas ocasiões, tendo como objetivos viagem compartilhada (Neiva *et al.*, 2013) e taxa de geração de viagens (Paula *et al.*, 2015). Foi observada a predominância das viagens por transporte público e que no caso do turno noturno os estudantes tendem a ir ao campus por transporte público, mas retornam com transporte individual, seja por carona de outro estudante ou de familiar.

A mobilidade universitária no Recife foi analisada com base no Campus Central da UFPE. Os principais objetivos foram velocidade efetiva (Lima *et al.*, 2015; Meira; Lima, 2016), comportamento modal (Monteiro *et al.*, 2015a; Vasconcelos *et al.*, 2016), índice de acessibilidade (Monteiro *et al.*, 2015b), a relação entre padrões de deslocamento e desempenho acadêmico (Meira *et al.*, 2014), determinantes de escolha modal (Silva e Andrade, 2016). Os deslocamentos se dão majoritariamente via transporte público, que

apresenta boa velocidade efetiva, mas tempo de viagem acima da média dos demais modos, devido principalmente ao elevado tempo de transbordo, o que influencia diretamente o rendimento acadêmico. Estudos também apontam que melhora na infraestrutura de passeio e cicloviária tem potencial de gerar mudança modal para modos não motorizados devido ao potencial da população no entorno. Já o campus da UFPE localizado em Caruaru foi estudado por Meira *et al.* (2015) por meio de contagem de veículos e pedestres, pesquisa origem/destino e sobe/desce e por Andrade e Meira (2017) por meio de entrevistas, buscando entender o comportamento modal dos usuários do campus. Os resultados apontam presença modal significativa de veículos fretados, pouco encontrado nas demais cidades, escolhidos pela população do campus que mora em cidades mais distantes e que considera o custo, a frequência e a pontualidade como fatores atrativos.

A UFRN, localizada em Natal, foi analisada no sentido de comportamento modal (Câmara, 2016) viagem compartilhada (Moura; Ramos, 2017) fatores determinantes da escolha modal (Lopes, 2017) e perfil do usuário (Albino, Portugal, 2017). O perfil dos usuários é prioritariamente de transporte público, o tempo de viagem é fundamental na escolha modal, e há disposição à carona com o auxílio de aplicativos seguros. A proporção de alunos advindos de cotas demonstra ter gerado uma mudança no modo adotado, tendo impacto positivo na demanda por transporte público. O campus Ondina, da UFBA e localizado em Salvador, foi estudado do ponto de vista das viagens intracampus, tanto com relação a acessibilidade (Santos *et al.*, 2015) quanto diagnóstico de situação atual (Miranda *et al.*, 2016). Foi salientado o desnível entre esse campus e o campus Federação como uma barreira a adoção de modos de transporte não motorizados. Silva e Moraes (2014) estudaram o campus da Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte(CE), observando que a maior parte dos estudantes utiliza ônibus municipal e mora em Juazeiro, enquanto que a população de professores e funcionários mora, em sua maior parte, em municípios vizinhos e utiliza automóvel. Durante o estudo do potencial cicloviário da UFPB, Cevada e Costa (2014) conseguiram identificar dois perfis de possíveis usuários, se houvesse a infraestrutura, e condições topográficas ideais. Silva *et al.* (2016) caracterizaram o padrão de viagens do campus da UFERSA, em Caraúbas (RN), como sendo por moradores da cidade, que utilizam prioritariamente o veículo fornecido pela própria universidade e a pequena proporção de viagens por modos não motorizados se dá pela falta de infraestrutura de passeios e ciclovias.

O perfil do usuário do campus da UFSC em Florianópolis foi estudado por Goldner *et al.* (2012 e 2014) com questionários e pesquisa o/d, respectivamente. Em ambas as ocasiões a proporção modal e prioritariamente formada por viagens de carro, embora alunos de graduação apresentem elevado número de viagens a pé. A mobilidade dentro e para esse campus é agravada pela carência de estrutura cicloviária, deficiência

dos passeios, afunilamento do acesso viário e presença de outro PGV muito próximo. Neris *et al.* (2014), ao estudar o campus politécnico da UFPR, propôs novos acessos de pedestres que diminuiriam as viagens a pé/transporte público, aumentando assim a atratividade desses modos. Duarte *et al.* (2015) constataram uma diferença entre a consciência ambiental de alunos de graduação e seus padrões de viagem. Pedroso e Silva Jr. (2016) obtiveram como resultados uma grande porcentagem de viagens a pé no primeiro do ano e a mudança modal para o automóvel com a progressão no curso para estudantes de graduação em Londrina.

Goiânia foi estudada em 2 publicações com foco no campus Samambaia da UFG: plano de mobilidade (Alcântara *et al.*, 2015) e perfil de usuário (Hamer *et al.*, 2015). A divisão modal é majoritariamente de transporte público, mas a alta taxa de viagens motorizadas se impõe como problema, junto à precariedade da infraestrutura de passeio, cicloviária e a sinalização. Além disso, a mudança modal para a bicicleta tem potencial, desde que aumentasse a segurança do ciclista. Tobias *et al.* (2013) apontaram insegurança pública e falta de iluminação como principais problemas de mobilidade dentro do campus da UFPA, em Belém. O campus da UFAM em Manaus foi estudado por Neri e Costa (2014), que constataram a insuficiências de mudanças na infraestrutura cicloviária para gerar uma mudança modal. Ainda em 2014, Pereira e Pereira estudaram a mobilidade interna ao campus da UFT em Palmas; verificaram que a infraestrutura de passeio no campus é deficiente, mas muito usada em viagens internas pela falta de um sistema coletivo que cubra a área de forma satisfatória. Essa mesma conclusão também foi constatada por Cruz *et al.* (2017) ao estudar o campus da UFRR localizado em Boa Vista, em que o descontentamento com a frequência do transporte público e os elevados tempo de viagem desse modo corroboram para uma divisão modal voltada para o automóvel.

Finalmente, 3 publicações não focaram em campus específicos, mas na temática como um todo. Jacques *et al.* (2010) propuseram uma nova metodologia para taxa de geração de viagens em PGV, aplicado a IESs. O *review* de Albino e Portugal (2015a) identificou fatores de influência no uso das bicicletas em viagens a universidades, apontando a necessidade de medidas de restrição ao uso de automóveis e a criação de medidas de compensação; e em (2015b), ambos propuseram uma metodologia para o desenvolvimento de estratégias de incentivo do uso da bicicleta.

### **3. DISCUSSÃO**

Inicialmente, cabe destacar que quase 80% das publicações (39 de 51) utilizam apenas análise estatístico-descritiva e georreferenciamento. As demais técnicas foram: escolha discreta (Souza, 2016; Cadurin, 2016; Lopes, 2017), velocidade efetiva (Meira e Lima,

2014; Lima *et al.*, 2015), *checklist* (Santos *et al.*, 2015), média ponderada ordenada (Neri *et al.*, 2014), taxa de geração de viagens (Jacques *et al.*, 2010; Stein ; Silva, 2014) análise de impactos cruzados (Gazolla, 2013), regressão logística (Silva e Andrade 2016) e revisão bibliográfica (Albino e Portugal, 2015; Costa *et al.*, 2016). Os dados são obtidos mediante questionário on-line, em sua maioria de preferência revelada, com exceção de Neri e Costa (2014), Pereira e Pereira (2014), Lima *et al.* (2015), Cadurin (2016), Lessa e Oliveira (2016), Campos *et al.* (2017) e Cruz *et al.* (2017), que usaram preferência declarada. Cevada e Costa (2014), Neri e Costa (2014) e Meira *et al.* (2015) realizaram contagens *in loco* em adição a entrevista.

Os trabalhos relativos a UFPE em Recife e Caruaru, foram os únicos a apontar os campi como os maiores PGVs da região. Os demais trabalhos apenas citam as IESs como PGVs. A questão do recente crescimento dos campi (caso da UFRN, em Natal), assim como a criação de novos campi (campus UFPE em Caruaru), não foi considerada nos trabalhos: há uma falta de recorte das condições sociohistóricas nas análises. Além disso, as publicações tendem a não dialogar entre si. Com exceção de Stein e Silva (2014), que faz clara referência e demonstra uma continuação do trabalho iniciado por Jacques *et al.* (2010), os estudos se limitam às cidades/universidades que mantêm alguma relação com o pesquisador - por serem os atuais locais de trabalho ou por terem sido um dos locais de formações do indivíduo - e não há continuidade entre eles. Inclusive nenhuma das recomendações foi utilizada para um trabalho posterior.

O perfil de mobilidade se divide em cidades com divisão modal mais voltada para o transporte público e para o automóvel. Em mais de um estudo (Goldner *et al.*, 2012, 2014; Stein, 2013; Alves *et al.*, 2015), graduandos apresentam elevada porcentagem de viagens a pé, proporção que diminui com a progressão no curso, quando a maioria dos estudantes passa a adotar o automóvel (Duarte *et al.*, 2015; Pedroso; Silva Junior, 2016). O campus da UFPE em Caruaru apresentou grande proporção de viagens por veículo fretado, padrão que não foi encontrado em nenhum outro estudo, mesmo com cidades com porte e região parecido (como Caraúbas/RN, e a região do Cariri/CE), o que faz acreditar que a cidade apresenta características muito específicas. O campus da UFRJ na Ilha do Fundão mostra uma proporção baixa de viagens não-motorizadas devido ao fato de estar em uma ilha e apresentar acessos restritos.

Com relação as variáveis explicativas utilizadas há uma predominância de variáveis sobre características do usuário e sobre características da viagem. Alguns estudos apontam fatores mais subjetivos, como Gazolla (2013) ou Ortega *et al.* (2015) que relacionam informação sobre o transporte público com a escolha desse modo; e Gazolla (2013) com arborização das vias e utilização de meios não motorizados. O uso do solo não foi abordado em nenhum estudo. Todos os estudos apresentam a melhora do passeio e da segurança viária e a criação/melhora de uma estrutura cicloviária

(incluindo faixas, bicicletários e vestiários) como determinantes para a escolha de modos não motorizados, a exceção de Neri e Costa (2014) e Cruz *et al.* (2017), em que cenários com diferentes infraestruturas não provocam uma mudança modal. Nesses casos os fatores subjetivos apresentam um peso decisório maior do que fatores físicos.

Uma revisão bibliográfica internacional, sendo desenvolvida atualmente pelos autores, embora ainda inicial já aponta consistências. Apesar de orientados a diferentes subtemáticas, eles se apoiam mais em modelística e apresentam maior influência de uns sobre os outros (Whalen *et al.*, 2013; Zhou, 2016) do que a produção nacional. Além disso, na escolha de variáveis explicativas dos modelos a componente ligada a aspectos subjetivos também é mais presente do que nos estudos brasileiros.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

Ao fim desse artigo fica evidenciado que, embora já existam estudos brasileiros, eles ainda se encontram em um estágio inicial. A falta de cruzamento entre trabalhos demonstra que os pesquisadores nacionais acabam majoritariamente limitados a suas próprias realidades em sua cidade ou até mesmo em um único campus, menosprezando o fenômeno unitário da expansão dos campi. Esse comportamento acaba gerando produções pontuais, sem uma continuidade e com funcionalidade em escala apenas local. Uma proporção de documentos publicada em periódicos muito menor do que a publicada em conferências também é um reflexo de pesquisas ainda pouco aprofundadas.

Uma análise comparativa com relação a produção internacional demonstra que o assunto se encontra mais consolidado nesse meio, tanto em termos de métodos mais robustos, com a predominância de modelos de escolha discreta em contraponto a estatística descritiva, quanto em maior número de produções. Recomenda-se então que essa análise seja mais aprofundada, com relação a uma maior bibliografia internacional, de forma a fornecer mais pistas quanto a que caminho a produção nacional deve seguir. Além disso, é aconselhável uma maior articulação entre os pesquisadores nacionais, consolidando uma rede de pesquisa que forneça resultados concretos sobre o comportamento do universitário brasileiro e seus impactos nas dinâmicas urbanas.

#### **REFERÊNCIAS**

- ABDAL, A; J. NAVARRA (2014) Deslocamentos cotidianos e o acesso, a permanência e a fruição da universidade por bolsistas do ProUni no Ensino Superior privado. *Novos estudos*, n.99, p.65-87.
- ALBINO, V.; L. PORTUGAL (2017) Potencialidades do uso da bicicleta em viagens de acesso a universidades: um estudo de caso na UFRN. *Anais do XXXI ANPET*, Recife/PE.

- ALBINO, V.; L. PORTUGAL (2015a) Procedimento metodológico para a formulação de estratégias de incentivo ao uso da bicicleta em universidades. *Anais do XIII Rio de Transportes*, Rio de Janeiro/RJ.
- ALBINO, V.; L. PORTUGAL (2015b) Fatores de influência no uso da bicicleta em viagens a universidades. *Anais do XIII Rio de Transportes*, Rio de Janeiro/RJ.
- ALCÂNTARA, M. N.; A. S. GONZAGA; E. KNEIB (2015) Deslocamentos e mobilidade urbana no campus samambaia Goiânia – GO. *Revista UFG*, v.15, n.17.
- ALVES, R.; M. BERNARDO; R. LIMA; J. (2015) Instituições de ensino superior como polos geradores de viagem: diferenças espaciais e temporais nos padrões de viagens. *Anais do XXIX ANPET, Ouro Preto/MG*.
- ANDRADE, M.; L. MEIRA (2017) Advantages and difficulties of transport by charter as an enabler of university education in northeast Brazil. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v.3, n.1, p.43-59.
- BALSAS, C. (2003) Sustainable transportation planning on college campuses. *Transport Policy*, v. 10, n. 1, p. 35–49.
- BARROS, A. (2015) Expansão da educação superior no Brasil: limites e possibilidades. *Educação & Sociedade*, v. 36, n. 131, p. 361–390.
- CÂMARA, G. (2016) Caracterização dos padrões de viagens de acesso e regresso dos estudantes do Curso de Engenharia Civil ao Campus da UFRN. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), UFRN, Natal.
- CAMPOS, T.; J. DUTRA; L. OLIVEIRA; D. LESSA (2017) A mobilidade em campi universitários: desafios e oportunidades para o campus Pampulha da UFMG. *Anais do XXXI ANPET, Recife/PE*.
- CARVALHO, G. (2016) Caracterização e Análise da Demanda por Transporte em um Campus Universitário: O caso da UFRJ. Dissertação – Mestrado em Engenharia de Transportes, UFRJ, Rio de Janeiro.
- CEVADA, C.; A. COSTA (2014) O potencial da bicicleta para o campus I da UFPB. *Anais do XXVIII ANPET – Curitiba – PR*.
- CONTURSI, C. (2015) *Análise do perfil do passageiro de campi universitários: estudo de caso da ilha do Fundão*. Dissertação – Mestrado em Engenharia de Transportes, UFRJ, Rio de Janeiro.
- COSTA, M.; C. OLIVEIRA; M. D'AGOSTO; S. RIBEIRO (2016) Boas práticas relacionadas à atividade de transporte para a cidade universitária da UFRJ. *Anais do XXX ANPET – Rio de Janeiro/RJ*.
- CRUZ, K.; F. AMANCIO; L. SOUSA; F. ANDRADE; A. OLIVEIRA (2017) Caracterização dos padrões de viagens da comunidade acadêmica da U. F. de Roraima: campus Paricarana. *Anais do XXXI ANPET, Recife/PE*.
- DUARTE, F; T. GADDA; C. LUNA; SOUZA, F. (2016) What to expect from the future leaders of Bogotá and Curitiba in terms of public transport: Opinions and practices among university students. *Transp. Res. F*, v.38, p.7-21.
- FERREIRA, M.; S. SANCHES (2013) Mobilidade cicloviária em Campus Universitário. 19º Congresso da ANTP - Brasília/DF.
- GAZOLLA, D. (2013) Plano Diretor de Transportes de Campi Universitários: Variáveis Significativas por Impactos Cruzados. 19º Congresso da ANTP - Brasília/DF.
- GOLDNER, L.; F. BEPLER; J. PRIM (2012) Análise da mobilidade em um campus universitário. 5º PLURIS – Distrito Federal/DF.
- GOLDNER, L.; A. MARCON; A. IZZI; R. GIARETTA (2014) Diagnóstico da Mobilidade em um Campus Universitário: o Caso da UFSC- Trindade. *Actas del XVIII PANAM – Santander (Espanha)*.

- GUERREIRO, T.; P. STEIN; A. N. SILVA (2013) Potencial de uma infraestrutura cicloviária para diferentes usuários de um pólo gerador de viagens: o caso de um campus universitário. *XXVII Congresso da ANPET* - Belém/PA.
- HAMER, L.; C. ALMEIDA; K. ANDRADE (2015) Contribuição para definição de diretrizes para implantação de ciclovias com base na identificação do perfil do usuário em potencial de bicicleta: um estudo no corredor universitário em Goiânia. *Anais do XXIX ANPET*, Ouro Preto/MG.
- JACQUES, M.A.; A. BERTAZZO; J. GALARRAGA; M. HERZ (2010) Nova abordagem para o estudo das viagens geradas nas instituições de ensino. *Transportes*, v.18, n.1.
- LESSA, D.; L. OLIVEIRA, L. (2016) Discutindo a mobilidade em campus universitário: o caso da UFMG. *Anais do 7º PLURIS* – Maceió /AL.
- LIMA, J.; L. MEIRA; M. ANDRADE; M. L. MAIA (2014) Tornando a escolha do modo economicamente racional: um estudo para o maior polo gerador de viagens da R. M. do Recife. *Anais do XXIX ANPET*, Ouro Preto/MG.
- LOPES, J.C (2017) Determinantes na escolha modal de estudantes de graduação em viagens para a UFRN. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), UFRN, Natal.
- MEIRA, L.; J. LIMA (2016) Mobilidade para campi metropolitanos: velocidade efetiva como argumento para mudança de comportamento. *Anais do XXX ANPET* –Rio de Janeiro/RJ.
- MEIRA, L.; M. ANDRADE; M. L. MAIA; A. BRASILEIRO (2015) O transporte e a consolidação de um campus regional no interior do Nordeste. *Transportes*, v.23, n.1, p 5-13.
- MEIRA, L.; M. L. MAIA; A. BRASILEIRO; M. ANDRADE (2014) A influência da qualidade do transporte público na rotina acadêmica: o caso da Universidade Federal de Pernambuco. *Anais do XXVIII ANPET* – Curitiba, PR.
- MIRANDA, S.; J. P. DELGADO; I. FREITAS, I.; M. PEREIRA; P. MENDES (2016) Análise da mobilidade sustentável no espaço universitário. *Anais do XXX ANPET* –Rio de Janeiro/RJ.
- MONTEIRO, M.; E. SANTOS; L. MEIRA (2015) Caracterização dos padrões de viagens dos estudantes para o campus Recife UFPE. *Anais do XXIX ANPET*, Ouro Preto/MG.
- MONTEIRO, M.; M. ANDRADE; L. MEIRA (2015) Decentralization of metropolitan campus to reduce the discomforts for students due to excessive travel times: a case study of UFPE in Recife, Brazil. *43<sup>rd</sup> European Transport Conference*, Frankfurt.
- MOURA, R.; R. RAMOS (2017) Um estudo de estratégias para implantação de um sistema *car sharing* no campus central da UFRN. *Anais do XXXI ANPET*, Recife/PE.
- NEIVA, I.; M. NOGUEIRA; A. MESQUITA (2013) Estudo e análise de viabilidade de um sistema automático de caronas colaborativas em uma instituição de ensino superior de Uberlândia. *Anais do e-RAC*.
- NERI, H.; A. COSTA. (2014) Transporte não motorizado: uso e potencialidade da bicicleta no entorno do campus da Universidade Federal do Amazonas- UFAM. *Anais do XXVIII ANPET* – Curitiba, PR.
- NERIS, D.F; M. BERNARDINIS; C. PLAZA; A. FERRAZ (2014) Estratégias de análise da acessibilidade no campus centro politécnico da UFPR. *Anais do XXVIII ANPET* – Curitiba, PR.
- OLIVEIRA, A. (2015) *Um índice para o planejamento de mobilidade com foco em grandes Polos Geradores de Viagens - Desenvolvimento e aplicação em um campus universitário*. Dissertação – Mestrado em Engenharia de Transportes, USP, São Carlos.

- OLIVEIRA, A.; F. TAN; A. N. SILVA (2016) Adequação do modo de transporte: um indicador de mobilidade sustentável em campus universitário. *Anais do XXX ANPET* –Rio de Janeiro/RJ.
- ORTEGA, D.; A. FERNÁNDEZ; A. SANTOS; B. BEZERRA (2016) Pesquisa sobre a mobilidade urbana num campus universitário. *Anais do XXX ANPET* –Rio de Janeiro/RJ.
- PAULA, A.; J. SORRATINI, J.; T. SILVA; M. NOGUEIRA; A. SILVA (2015) Taxa de geração de viagens para instituições privadas de ensino superior: estudo de caso para a cidade de Uberlândia-MG. *Transportes*, v.23, n.2.
- PEDROSO, C.; C. SILVA JUNIOR (2016) Análise da variação dos padrões de viagens de estudantes universitários. *XXX ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes – Rio de Janeiro/RJ*.
- PEREIRA, A.; O. PEREIRA (2014) A mobilidade urbana e os espaços de convivência no Campus Universitário de Palmas da UFT. *Anais do III ENANPARQ*, São Paulo/SP.
- PIRES, L. (2013) Mobilidade sustentável em campi universitários: um estudo de caso na UFRRJ – campus Seropédica. Dissertação – Mestrado em Engenharia de Transportes, UFRJ, Rio de Janeiro.
- SANTOS, D.; H. SANTOS; G. ALVES; C. SANTANA; E. SOUZA; M. PINHEIRO; P. BARRETO (2015) Projeto campus acessível: desafios para a acessibilidade em uma universidade pública brasileira. *Anais do XXIX ANPET*, Ouro Preto/MG.
- SILVA, A.; S. MORAIS (2014) Análise do padrão de polo gerador de viagens em uma instituição pública de ensino superior no interior do Nordeste. *Anais do XXVIII ANPET* – Curitiba – PR.
- SILVA, L.; L. H. GONÇALVES; S. LIMA (2016) Caracterização dos padrões de viagens do campus da UFERSA Caraúbas-RN. *Anais do XXX ANPET* –Rio de Janeiro/RJ.
- SILVA, L.; M. ANDRADE (2016) Fatores motivacionais para o uso da carona como modo de transporte em campus universitário. *Actas del XIX CLATPU* – Montevideu.
- SOUZA, M. (2016) *O papel da modelagem da divisão modal na elaboração de planos de mobilidade urbana sustentável*. Dissertação - Mestrado em Engenharia de Transportes, UFRJ, Rio de Janeiro.
- STEIN, P. (2013) *Barreiras, motivações e estratégias para mobilidade sustentável no campus São Carlos da USP*. Dissertação - Mestrado em Engenharia de Transportes, USP, São Carlos.
- STEIN, P.; A. N. SILVA (2014) Influência de perfis e localizações dos usuários nas taxas de geração de viagens de estabelecimentos de ensino superior. *J. Transport Literature*, v. 8, n. 3, p. 89–106.
- TOBIAS, M.; A. BORGES; A. BRITO (2013) Desafios e soluções para mobilidade em campus universitário: um estudo de caso na UFPA – Belém – PA. *Anais do XXVII ANPET* - Belém/PA.
- TOLLEY, R. (1996) Green campuses: Cutting the environmental cost of commuting. *Journal of Transport Geography*, v. 4, n. 3, p. 213–217.
- VASCONCELOS, D.; M. MONTEIRO; L. MEIRA; M. ANDRADE (2016) University campus giantism: accessibility problems in UFPE's case. *Proceedings of 14th WCTR* - Xangai.
- WHALEN, K.; A. PÁEZ; J. A. CARRASCO (2013) Mode choice of university students commuting to school and the role of active travel. *Journal of Transport Geography*, v. 21, p.132-142.
- ZHOU, J (2016) Proactive sustainable university transportation: Marginal effects, intrinsic values, and university students' mode choice. *Int. J. of Sustainable Transportation*, v. 10, n.9, p. 815-824.
- ZHOU, J.(2012) Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students. *Transp. Res. A*, v. 46, n. 7, p. 1013–1029.



# **MEDICIÓN DE LA ACCESIBILIDAD AL TRANSPORTE PÚBLICO DESARROLLO DE UN ALGORITMO PARA EL CASO DEL SUBTE DE BUENOS AIRES**

**Maximiliano Roca**

Universidad Católica Argentina. Buenos Aires, Argentina. mroca@uca.edu.ar

**Florencia Rodríguez**

AC&A. Buenos Aires, Argentina. frodriguez@acyaglobal.com

**Jonathan Cohen**

AC&A / UCL. Buenos Aires, Argentina. cohen.jota@gmail.com

**Miguel Uranga**

AC&A. Buenos Aires, Argentina. muranga@acyaglobal.com

## **RESUMEN**

La medición del nivel de accesibilidad de una red de transporte público es de vital importancia en términos de política pública, ya que permite evaluar el grado en que los ciudadanos pueden acceder a las oportunidades urbanas.

Si bien existen un conjunto de definiciones diferentes de accesibilidad, en este estudio se la entiende como una medida de la facilidad con la que un individuo de una determinada zona puede acceder al conjunto de oportunidades que brinda su ciudad a través de una red de transporte público en el horario de mayor demanda.

En esta línea, se desarrolló un algoritmo para medir la accesibilidad en transporte público, tomando como referencia el Subte de Buenos Aires. El indicador incorpora cuatro variables: la distancia de una zona a la red, la oferta de transporte en términos de cobertura territorial, la capacidad real de la oferta y la distribución de las oportunidades urbanas. En función de estas variables se efectuó una prueba piloto para evaluar el nivel de accesibilidad a la red de subterráneos con herramientas SIG.

Un aspecto novedoso del análisis es el diferencial de accesibilidad que surge entre estaciones de la misma línea, y evidencia el peso de la variable capacidad real. En conclusión, el desarrollo de este algoritmo abre posibilidades sumamente interesantes para ser aplicado en distintos sistemas de transporte, en diferentes ámbitos geográficos o incluso en distintos momentos y realizar análisis comparativos sobre la accesibilidad.

## **INTRODUCCIÓN**

La medición del nivel de accesibilidad de una red de transporte público es de vital importancia en términos de política pública, ya que permite evaluar el grado en que

los ciudadanos de un determinado territorio pueden o no acceder a las oportunidades urbanas.

Las oportunidades -definidas como los bienes, servicios y actividades que ofrece una ciudad-, así como la población, observan una distribución heterogénea en el espacio, en función de condicionamientos sociales, económicos y territoriales. Asimismo, esta distribución es dinámica, es decir que puede modificarse en el tiempo. Entender por tanto las características de esa organización espacial es insumo necesario para la evaluación de la adecuación de un determinado sistema de transporte a las necesidades de movilidad de la población.

Existen en la literatura un conjunto de definiciones de accesibilidad, que reflejan los diversos abordajes teóricos e intereses de investigación de las numerosas medidas existentes. A los fines de este estudio, que hace foco en el transporte público, tomaremos la siguiente definición: *accesibilidad es una medida de la facilidad con la que un individuo de una determinada zona puede acceder al conjunto de oportunidades que brinda su ciudad a través de una red de transporte público en el horario de mayor demanda.*

En esta línea, el presente trabajo se propone construir un algoritmo para medir la accesibilidad en transporte público, tomando como referencia el caso del sistema de subterráneos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La potencialidad de este algoritmo radica en que se podrá replicar, con las adaptaciones que correspondan, a otros modos de transporte para obtener un panorama del sistema de transporte en su conjunto.

Para el desarrollo de dicho algoritmo se analizó la bibliografía existente sobre indicadores de accesibilidad y se tomaron los elementos más significativos de las distintas experiencias para estructurar una nueva metodología adaptada a las características territoriales y del sistema de transporte público local.

## **ESTADO DEL ARTE**

Aquello que distingue a un indicador de accesibilidad de un indicador de movilidad es la incorporación de la preocupación por las formas de ocupación y uso del suelo. No solo interesa la performance aislada de los sistemas de transporte, sino cómo estos interactúan con el espacio urbano.

La diversidad de usos del concepto de accesibilidad, por tratarse de un término polivalente para las distintas disciplinas, hace necesaria una revisión de la literatura existente para determinar qué elementos se tomarán para construir un indicador acorde a la situación del AMBA y a la información disponible.

En este trabajo se tomará el concepto de accesibilidad integral, es decir la accesibilidad entre un punto y el resto de los puntos en un área, que se calcula a nivel de zona. Difiere de la accesibilidad relativa, que estudia la distancia entre dos puntos únicamente. En virtud de la escasez de análisis similares para el AMBA, se busca un

indicador de orden general, por lo cual no se indagará en la accesibilidad de tipo individual, es decir aquella que estudia la accesibilidad en función de las particularidades de los distintos grupos sociales. Aunque se reconoce la extensa literatura sobre este punto y la utilidad de su aplicación futura, no se incorporará en el presente análisis.

Respecto de los criterios básico que debe incorporar un indicador de accesibilidad, se tomarán en consideración aquellos enunciados por Morris et al., a saber:

- la medida debe tener una base comportamental (se establecerá como dato en este caso que los atractores representan utilidad y el viaje desutilidad);
- debe tener factibilidad técnica (la información debe estar disponible);
- debe ser fácil de interpretar.

Estas premisas son la base de cualquier indicador, por lo cual jugarán un rol fundamental en la construcción del algoritmo. Se analizarán a continuación los avances o complementariedades que se han desarrollado en la literatura a fin de alimentar las decisiones de orden específico que se han de tomar para el caso local.

Existen cinco grupos de indicadores de accesibilidad: los basados en la separación espacial, los basados en las oportunidades acumuladas, los basados en el modelo gravitacional, los basados en la utilidad, y por último los indicadores de espacio-tiempo.

## **INFORMACIÓN UTILIZADA**

Para la construcción del indicador de accesibilidad fue necesario compilar una serie de bases de datos de diferentes fuentes. A continuación se describen los procesos realizados para generar la base de datos que posteriormente fue utilizada. En líneas generales fue necesario reunir y procesar información geográfica de la CABA y las estaciones de subte. Además, se usaron los resultados de un estudio de Planeamiento realizado por Subterráneos de Buenos Aires (SBASE).

### **1.1 Cartografía CABA**

Luego de varias pruebas se decidió que la mejor alternativa era generar cuadrados idénticos de 150 m<sup>2</sup>. El resultado son unas 21.320 zonas, para las cuales se calculará un valor del indicador de accesibilidad.

Además, del sitio Buenos Aires Open Data se consiguió un mapa con las estaciones de toda la red de subterráneos de la Ciudad. Esta información geográfica era una pieza clave para calcular las distancias entre cada una de las zonas de la grilla de la ciudad y las estaciones. Utilizando las herramientas de geo procesamiento se estimó la distancia entre cada zona y cada una de las estaciones.

## 1.2 Ponderación de líneas por nivel de acceso a oportunidades

Uno de los elementos más relevantes que se tienen en cuenta a la hora de medir la accesibilidad es el acceso a las oportunidades urbanas, es decir a los bienes, servicios y actividades que ofrece a una ciudad.

A estos efectos, la red de subterráneos de la CABA no presenta una cobertura homogénea, ya que sirve a zonas con distinta dotación de lo que llamamos oportunidades. Esto quiere decir que el valor de la accesibilidad a una línea de subterráneo no necesariamente es igual a la del resto de las líneas, ya que las características de las áreas a las que cada una sirve difieren en la medida en que las oportunidades se distribuyen de forma desigual en el territorio.

En virtud de este hecho, se realizó un procedimiento para ponderar a cada línea respecto de su alcance para cubrir determinado conjunto de oportunidades. Para ello, se delimitó un área de influencia para cada línea, conformada por la sumatoria de las áreas de influencia de todas sus estaciones. Estas últimas se calcularon mediante un buffer de 500 metros de radio como medida de accesibilidad directa.

Las variables que se escogieron para determinar las oportunidades asociadas a cada línea, en función de la información disponible, fueron dos: población y empleos. La población residente se calculó a partir de la intersección en GIS entre el área de influencia de la línea y el mapa de radios censales 2010. Es decir que la población asociada a cada línea es la sumatoria de la población de los radios censales que intersectan con su área de influencia.

Para el cálculo de empleo, el insumo fue una base de empleos para una zonificación de más de 250 zonas de la Ciudad de Buenos Aires. En el caso de esta última, como la unidad territorial mínima son zonas que incluyen varios radios censales, se intersectó con los centroides de estos polígonos a fin de evitar un sobredimensionamiento por superposición simple.

**Figura 1: Área de influencia de las estaciones de subte por línea**



Fuente: Elaboración propia en base a datos del GCABA

Una vez conseguida la población y empleos que se asocian a cada una de las 6 líneas, los datos de población y empleo fueron sumados. El factor de oportunidades utilizado

es la población y empleo relativo al valor máximo de todas las líneas. La siguiente tabla muestra el cálculo del ponderador.

**Tabla 23: Cantidad de población y empleos según línea**

Línea	Población 2010	Empleos 2008	Población + Empleos	Ponderador
A	320.174	818.751	1.138.925	0,74
B	104.204	1.243.383	1.547.587	1,00
C	86.784	838.402	925.186	0,60
D	370.334	1.105.462	1.475.796	0,95
E	218.116	510.186	728.302	0,47
H	146.273	147.822	294.095	0,19
Total	1.445.885	4.664.006	6.109.891	

Fuente: Elaboración propia en base a datos del GCABA

### 1.3 Características operativas del subte

De los datos de demanda obtenidos para la red de subterráneo se generó una tabla resumen con la cantidad de pasajeros que pasan, bajan y suben en cada estación. Estos datos serán utilizados para determinar los intervalos que los usuarios deben esperar en una situación donde no hay restricciones de capacidad y en la situación real, en donde el servicio puede saturarse en algunos puntos de la red. A continuación se presentan los parámetros operativos utilizados:

**Tabla 24: Características del sistema de subtes**

Líneas	Red año ref. 2008	
	Capacidad (pax)	Cantidad (coches)
A	205	5
B	200	6
C	205	7
D	225	6
E	185	6
H	185	6

Línea	Intervalo (seg)	Capacidad (pax/hora-sentido)	Intervalo (min)	Superficie libre (m <sup>2</sup> /formación)	Trenes/hora (adoptado)	Coches/hora
A	261	13.325	04:21	29	13	65
B	264	15.600	04:24	29	13	78
C	261	18.655	04:21	29	13	91
D	259	17.550	04:19	29	13	78
E	431	8.880	07:11	29	8	48
H	420	8.880	07:00	29	8	48

Fuente: Elaboración propia en base a datos operativos

## METODOLOGÍA

A diferencia de los indicadores de accesibilidad desarrollados por otros autores y mencionados en la bibliografía, en esta sección se detallan los pasos seguidos para construir un índice de accesibilidad directa a la red de subterráneos, que capte los niveles de congestión de cada estación de subte, y que contemple la posibilidad de utilizar el potencial de cada línea.

A partir de la matriz de distancias es posible construir una primera versión del indicador que sólo tenga en cuenta la distancia a cada una de las estaciones. Tomando de referencia las proposiciones presentadas en la revisión bibliográfica se presentan tres indicadores de accesibilidad basados en distancia.

- Mapa 1: Promedio de distancias (m) entre el centro de cada zona  $i$  y todas las estaciones  $j$ .

$$A_i = \frac{\sum Dist_{i,j}}{Total\ de\ Estaciones}$$

- Mapa 2: Distancia (m) mínima entre cada zona  $i$  y las estaciones  $j$ .

$$A_i = Min \{Dist_{i,j}\}$$

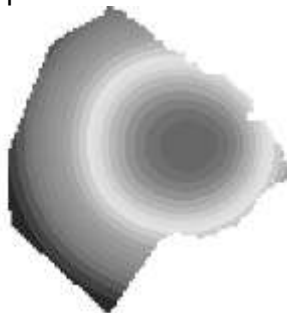
- Mapa 3: Suma de la distancia (m) mínima entre cada zona  $i$  y la estación  $j$  de la línea  $l$ .

$$A_i = \sum_{l=A}^{B,C,D,E,H} Min \{Dist_{i,jl}\}$$

A continuación se muestran los mapas que resultan de seguir éstas metodologías. Analizando los mismos se desprende que ninguno de los tres indicadores logra capturar el hecho que tener accesibilidad directa a más de una línea es mejor que acceder sólo a una.

**Figura 2: Mapas asociados a los tres indicadores calculados**

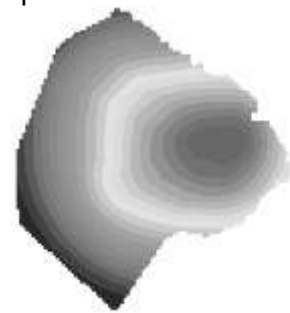
Mapa 1



Mapa 2



Mapa 3



Fuente: Elaboración propia

Para que el indicador logre capturar esta situación se decidió incorporar información sobre la cantidad de puestos de trabajo y población a la que se acceden mediante cada una de las líneas.

- Mapa 4: Suma de la distancia (m) mínima entre cada zona i y la estación j de la línea l, ponderado por la cantidad de oportunidades que genera la línea l.

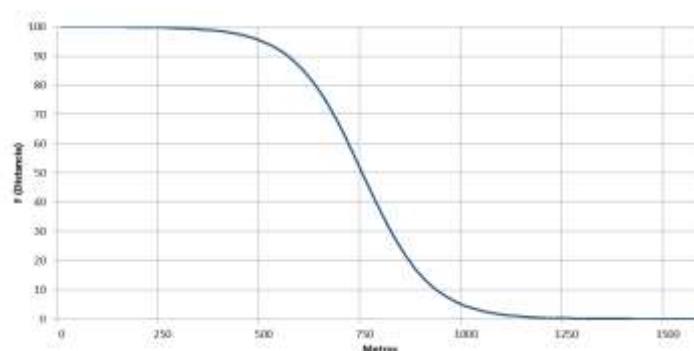


$$A_i = \sum_{l=A}^{B,C,D,E,H} \text{Min} \{ \text{Dist}_{i,jl} \} \times \text{Oportunidades}_l$$

Los indicadores propuestos hasta el momento suponen que la Utilidad de las personas es linealmente decreciente con la distancia a cualquiera de los puntos de interés. Sin embargo, sabemos que esto no es cierto ya que a partir de cierta distancia es necesario recurrir a otro medio de transporte y por el estudio de movilidad INTRUPUBA sabemos que en promedio las personas que usan el subte caminan en promedio unas 5 cuadras es decir unos 700m. Para modelar esto, se recurrió a una función logarítmica que tiene como valor máximo 100 cuando la distancia es 0. Luego, con distancia de 750m el puntaje es 50 y a partir de 1100m metros la función resulta asintóticamente en 0. A continuación se detalla la función utilizada.

**Figura 3: Función de distancia usada para el indicador**

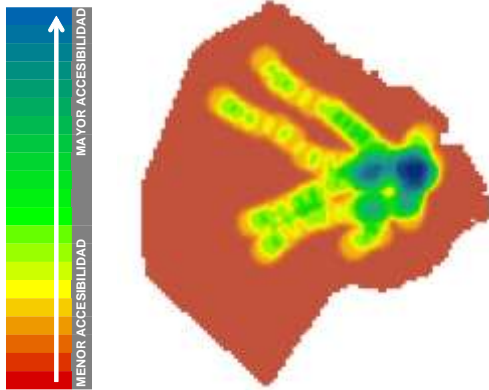
$$F(\text{distancia}) = 100 - \frac{1}{0.001 + e^{0.012 \times (360 - \text{Distancia } ij)}}$$



Fuente: Elaboración propia

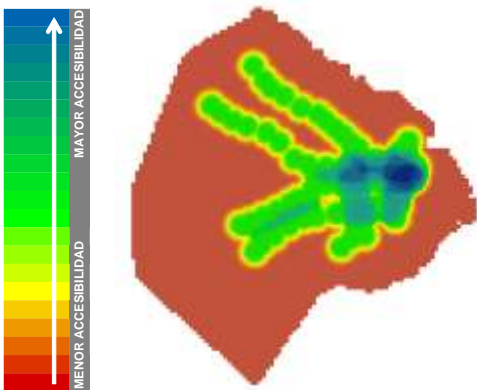
Utilizando la función de distancias y la metodología descrita anteriormente es posible construir tres alternativas a los indicadores de accesibilidad desarrollados con anterioridad.

- Mapa 5: Promedio de la función de distancias (m) entre el centro de cada zona i y todas las estaciones j.



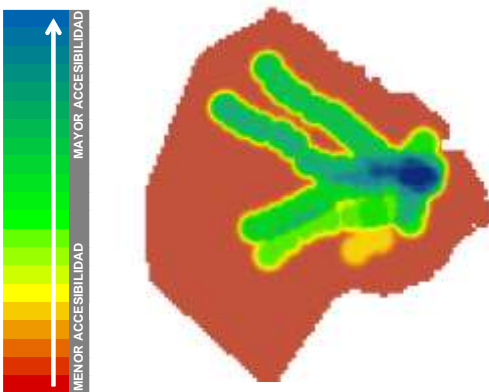
$$A_i = \frac{\sum_{j=1,2,3,\dots}^{83 \text{ estaciones}} \{F(Dist_{i,j})\}}{\text{Total de estaciones}}$$

- Mapa 6: Suma del máximo alcanzado por línea de la función de Distancia (m) entre cada zona i y las estaciones j.



$$A_i = \sum_{l=A}^{B,C,D,E,H} \text{Max} \{F(Dist_{i,jl})\}$$

- Mapa 7: Suma del máximo alcanzado por línea de la función de distancia (m) entre cada zona i y la estación j de la línea l, ponderado por la cantidad de oportunidades que genera la línea l.



$$A_i = \sum_{l=A}^{B,C,D,E,H} \text{Max} \{F(Dist_{i,jl})\} \times \text{Oportunidades}_l$$



El índice de accesibilidad N°7 logra capturar la accesibilidad directa medida a partir de las distancias y la relevancia de las diferentes líneas de subterráneos. Sin embargo, la accesibilidad a la red de subtes también está determinada por el grado de congestión en cada estación. Para que el índice de accesibilidad desarrollado logre capturar este hecho, se utiliza el tiempo esperado que una persona debe aguardar para subir a una formación, en función de la demanda de dicha estación.

A partir de la cantidad de personas en cada coche, se estimó la cantidad de personas por m2. En base a estudios empíricos, se evidencia que a partir de 6 personas por m2 comienza a generarse una congestión tal, que no es posible a los pasajeros abordar la formación que primero llega. Utilizando una función del tipo probabilística y la frecuencia de los servicios se estimó el tiempo de demora esperado asociado cada una de las estaciones.

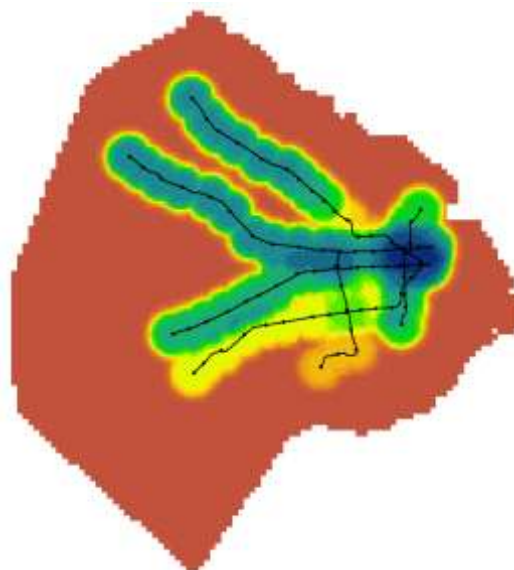
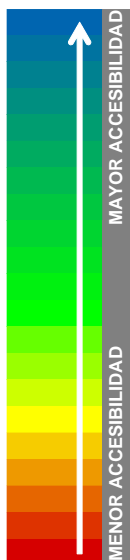
$$R = 1 / [1 + e^{K(5-d)}]$$

Parametros	
pasajeros/m2	6
k	3

Con esta función de probabilidad se hace uso de una función geométrica para determinar el tiempo de espera asociado a cada una de las estaciones. Y se incorpora esta nueva información con el fin de evidenciar el cambio de las condiciones de accesibilidad como producto de la congestión, además de los parámetros ya incluidos.

- Mapa 8: Suma del máximo alcanzado por línea de la función de distancia (m) entre cada zona i y la estación j de la línea l, ponderado por la cantidad de oportunidades que genera la línea l y el tiempo de espera de la capacidad de estación j de línea l.

$$A_i = \sum_{l=A}^{B,C,D,E,H} \text{Max} \{F(\text{Dist}_{i,jl})\} \times \frac{\text{Oportunidades}_l}{\text{Frecuencia Media}_{jl}}$$



## **RESULTADOS**

A la luz de los resultados obtenidos se puede observar el nivel de accesibilidad a las oportunidades urbanas de la CABA a través de la red de subterráneos. Los mayores niveles de accesibilidad están dados por las zonas que tienen acceso a más líneas en un radio caminable, teniendo en cuenta la importancia del sector urbano que cubre cada línea en términos de niveles de población y oferta de empleos, así como la capacidad real de cada estación en función de su perfil de carga.

Un aspecto novedoso del análisis es el diferencial de accesibilidad que surge entre estaciones de la misma línea, y evidencia el peso de la variable capacidad real. El caso más notorio se corresponde con las estaciones de la línea D a partir de la estación Bulnes, donde se observa un decrecimiento significativo de la accesibilidad. En estas zonas la capacidad se encuentra en su nivel máximo de saturación, lo cual limita las posibilidades de uso real del servicio.

## **APLICACIONES FUTURAS Y MEJORAS**

En futuros análisis, se podrían desarrollar mapas que correlacionen la accesibilidad a la red de subterráneos con el precio del suelo, de modo de verificar si estos últimos reflejan o son influidos por la cercanía al subte. Además, podría cruzarse con variables de interés de corte socioeconómico, a fin de determinar si la red tiene efectos sobre los patrones de localización de los distintos grupos sociales en función de sus ingresos u otras categorizaciones.

Respecto de las posibles mejoras se podría complementar con un análisis de la accesibilidad física a las estaciones, tanto de la infraestructura peatonal (en el espacio público y dentro de las estaciones) como de la presencia de equipamiento para personas con movilidad reducida en estaciones y accesos. Este indicador resultaría de suma utilidad para identificar las áreas de intervención prioritaria con miras a garantizar una movilidad inclusiva y universal.

El indicador de accesibilidad que aquí se presenta toma en cuenta la oferta de empleos para evaluar el acceso a las oportunidades. Sin embargo, puede replicarse el mismo análisis para otro tipo variables, como por ejemplo equipamientos de salud, educativos, de esparcimiento o culturales.

Por otra parte, si bien en este caso se analizó la accesibilidad a la red de subterráneos, este indicador tiene un potencial mayor en la medida en que puede adaptarse a otros modos de transporte (ferrocarril y colectivo).

En conclusión, esta primera etapa de desarrollo abre posibilidades sumamente interesantes, tanto para mejorar su precisión como para aplicarlo en distintos sistemas de transporte, en diferentes ámbitos geográficos o incluso en distintos momentos y hacer análisis comparativos sobre la accesibilidad.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Al Mamun, S. y Lownes, N. (2011). Measuring Service Gaps: An accessibility-based transit need index. Transportation Research Board TRB. DOI: 10.3141/2217-19.
- Bhat, C. et al. (2000). Development of an Urban Accessibility Index. Texas Department of Transportation, Research Project 7-4938.
- Cervero, R. (1997). Tracking accessibility. Access Nr. 11, pág.27-31.
- Chen, Y. et al. (2011). Development of Opportunity-based accessibility indicators. Transportation Research Board TRB. DOI: 10.3141/2255-07.
- Dalal, P. y Goulias, K. (2011). Geovisualization of opportunity accessibility in Southern California: an exploration of spatial distribution patterns using geographic information systems for equity analysis. Transportation Research Board TRB.
- Guy, C. M., 1983, "The Assessment of Access to Local Shopping Opportunities: A comparison of Accessibility Measures," Environment and Planning B: Planning and Design, 10, 219-238.
- Handy, S., 1992, Regional versus Local Accessibility: Variations in Suburban Form and the Effects on Nonwork Travel, unpublished dissertation, University of California at Berkeley.
- Hansen, W. G., 1959, "How accessibility shapes land use," Journal of the American Planning Institute, 25, 73-76.
- Higgs, G. (2005). A literature review of the use of GIS-based measures of access to health care services.
- Hochmair, H. (2012). Assessment of service areas for bicycle accessibility to transit stations. Transportation Research Board TRB.
- Huang, A. y Levinson, D. (2012). Accessibility, network structure and consumers' destination choice: a GIS analysis of GPS travel data. Transportation Research Board TRB.
- Huang, Z. et al. (2013). Accessibility-based approach to forecasting LRT trip production. An application example from Wuhan, China. Transportation Research Board TRB.
- Karou, S. y Hull, A. (2012). Accessibility measures and instruments in Hull et al. (Eds.) Accessibility Instruments for Planning Practice. COST Office, 1-19.
- Karou, S. y Hull, A. (2012). Spatial Network Analysis of Public Transport Accessibility (SNAPTA) in Hull et al. (Eds.) Accessibility Instruments for Planning Practice. COST Office, 1-19.
- Kirby, H. R., 1976, "Accessibility Indices for Abstract Road Networks," Regional Studies, 10, 479-482.
- Lee, M. S. and Goulias, K. S., 1997, "Accessibility Indicators for Transportation Planning Using GIS", presented at the 76th Annual Transportation Research Board Meeting.
- Leake, G. R. and Huzayyin, A. S., 1979, "Accessibility Measures and Their Suitability for Use in Trip Generation Models," Traffic Engineering and Control, 20(12), 566-572.
- Makri, M. y Folkesson, C. (1999). Accessibility measures for analyses of land use and travelling with geographical information systems. Proceedings of 2nd KFB-Research Conference, June, 1-17
- Martens, K. y Golub, A. (2012). Accessibility measures and equity: a philosophical exploration. Transportation Research Board TRB.
- Mavoia, S. et al. (2012). GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand. Journal of Transport Geography 20, 15-22.

McGurrin, M. y Greczner, D. (2011). Performance metrics: Calculating accessibility using open source software and open data. Transportation Research Board TRB.

Miller, H. y Wu, Y. (2000). Gis software for measuring space-time accessibility in transportation planning and analysis. *GeoInformatica* 4, 141-59.

Morris, J. M., Dumble P- L- and Wigan, M. R., 1979, "Accessibility Indicators for Transporte Planning", *Transportatios Research A*, 13A, 91-109.

Widener, M. et al. (2013). Using Urban Commuting Data to Calculate a Spatiotemporal Accessibility Measure for Healthy Food Environment Studies. Transportation Research Board TRB.

# **AFECTACIONES QUE LA DEICIENTE CONECTIVIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA HABANA PROVOCAN A LA ACCEBILIDAD Y MOVILIDAD DE LA POBLACION. PROPUESTAS DE SOLUCIONES.**

**GUADALUPE RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ**

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE PROVINCIAL LA HABANA- DGTPH  
lupe@getrans.cu

**LAUGER LEONEL MEDINA SUÁREZ,**

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE PROVINCIAL LA HABANA- DGTPH  
espforum.plan@getrans.cu

## **RESUMEN**

La red vial de la Habana después de un largo período en que no fue posible garantizar su mantenimiento sistemático por las carencias económicas presenta un alto grado de deterioro, tampoco fue posible continuar con las inversiones del programa de Desarrollo Vial de la Capital, paralizado desde finales de los años 90, por lo cual quedaron trancos nuevos vínculos hacia otras direcciones donde los flujos del transporte son fuertes. Existen diversas insuficiencias en infraestructura vial, que incluyen: puntos de congestión en horarios pico, vías en mal estado, estrechamiento en vías principales, drenaje deficiente, así como falta de vías que vinculen zonas con demanda de movilidad no satisfecha, de pasos a desnivel en las vías de interés nacional, por la que estas funcionan como barreras a la accesibilidad de algunas zonas con los centros de los municipios. El objetivo del presente trabajo es evaluar la conectividad de la infraestructura vial, la accesibilidad y movilidad de la población de La Habana, para que se tengan en cuenta estos elementos, en la planeación de la infraestructura de forma tal que se garantice un desarrollo sostenible del transporte, a partir de que se incorporen en los planes de ordenamiento territorial con una visión integral del desarrollo de todos los sectores y se planifique las inversiones que se quieran para dar solución a los problemas actuales de conectividad. La Habana presenta serios problemas de conectividad en algunas vías de la ciudad que trae como consecuencia problemas en accesibilidad y movilidad de la población, las que han sido identificadas proponiéndose algunas acciones que permitan mejores resultados para el desarrollo equilibrado y sostenible de la movilidad en la ciudad como son: el completamiento de la trama de vías que garanticen una adecuada conectividad y accesibilidad, los pasos a desnivel entre las líneas férreas y vías importantes de la ciudad que hoy se encuentran a nivel y estén provocando problemas de congestión o en la seguridad vial, rescatar el estado técnico de las vías existentes y actualizar su categorización, reconstrucción de las aceras y vías peatonales que se requieran y a partir a partir de la mayor autonomía, que le está dando a los gobiernos municipales estos tengan en cuenta en su plan de ordenamiento territorial las soluciones a los problemas detectados.

## **INTRODUCCION**

A pesar de los avances obtenidos en el más reciente ejercicio de planeamiento para La Habana dentro del cual se mejoró significativamente la colaboración entre la

institución del planeamiento territorial y las del planeamiento del transporte, junto a otros debates, ha quedado demostrado que aún no existe una visión compartida por todos los actores sobre los aspectos claves del desarrollo, teniendo en cuenta que el Plan de Ordenamiento Territorial aprobado para la ciudad se realizó de manera sectorizada, planeando su participación de una manera independiente, y no tuvo en cuenta las relaciones sistémicas y su impacto en los otros sectores, por lo que se dificulta lograr un sistema de transporte eficiente.

Esto ha traído como consecuencia que la accesibilidad de la población a los servicios básicos de muchas zonas de la ciudad se ha visto afectada. En el proyecto de reordenamiento de la red rutas realizado recientemente no fue posible dar cobertura a toda la ciudad con rutas eficientes debido a la falta de conectividad de la red vial lo que trae como consecuencia problemas en accesibilidad y movilidad de la población.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la conectividad de la infraestructura vial, la accesibilidad y movilidad de la población de La Habana, para que se tengan en cuenta estos elementos, en la planeación de la infraestructura de forma tal que se garantice un desarrollo sostenible del transporte, a partir de que se incorporen en los planes de ordenamiento territorial con una visión integral del desarrollo de todos los sectores y se planifique las inversiones que se quieran para dar solución a los problemas actuales de conectividad.

## **II SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, LA MOVILIDAD, ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD DE LA HABANA**

### **2.1 Identificación de los problemas generales de la infraestructura del transporte de La Habana.**

La red vial de la Habana después de un largo período en que no fue posible garantizar su mantenimiento sistemático por carencias económicas, ha experimentado una discreta mejoría en los últimos años a partir de la apertura de nuevas Plantas de Hormigón Asfáltico y un programa de mantenimiento vial que prioriza las vías utilizadas por el transporte público, pero que hasta el momento ha sido insuficiente por el alto grado de deterioro alcanzado a lo largo de muchos años sin recibir acciones para su mantenimiento y conservación y donde la demanda para llevar a buen estado el pavimento y demás elementos que conforman la vía ha estado muy por encima de los recursos y las capacidades constructivas disponibles.

Tampoco fue posible continuar con las inversiones del programa de Desarrollo Vial de la Capital, paralizado desde finales de los años 90, por lo cual quedaron trancos nuevos

vínculos hacia otras direcciones donde los flujos del transporte son fuertes o que garantizaban la conexión Este-Oeste de manera eficaz para el transporte de carga. Además de los problemas de mantenimiento y conservación mencionados la infraestructura vial presenta los siguientes problemas:

- Una de las situaciones más críticas que presentan las vías de la Ciudad son los drenajes obstruidos o insuficientes, lo que hace que se provoquen inundaciones y esto constituye una de las principales causas del deterioro de los pavimentos y demás elementos de la faja de la vía.
- Existe un grupo de vías que por presentar tramos limitados por pendientes muy pronunciadas o por encontrarse en curvas peligrosas requieren de Defensas de Protección para evitar accidentes que pueden llegar a ser catastróficos dado el nivel de peligrosidad que implican.
- En algunos de estos tramos faltan las Defensas de Protección o estas se encuentran en tan mal estado que no cumplen su función. Entre un 20 y un 50 % de las vías principales de la capital tienen una iluminación insuficiente o carecen de ella y en el caso de las vías secundarias la falta de iluminación alcanza a más del 50 %, intersecciones muy importantes dada su alta densidad vehicular también carecen de la iluminación requerida, lo que representa un peligro para la seguridad vial, al ser una posible causa de lamentables accidentes.
- La mayoría de las intersecciones más importantes por su densidad vehicular y una buena parte de las Paradas de Ómnibus tienen pavimentos flexibles susceptibles a las deformaciones ante las fuerzas de frenado.
- Otro gran problema que confronta la Capital está en un grupo de intersecciones muy complejas donde se producen grandes demoras y son propicias a la ocurrencia de accidentes de tránsito, de hecho algunas de ellas figuran entre las de mayor índice de accidentalidad de la Provincia, se ha tratado de atenuar la problemática con soluciones de tránsito pero algunas de ellas requieren de un análisis más profundo para un posible rediseño de algunos de sus elementos (separadores, isletas, carriles exclusivos etc.) y en los casos más críticos una solución a desnivel.
- La infraestructura ferroviaria está en mal estado, tanto la vía, como los apeaderos, cuenta con 36 Pasos a nivel la mayoría con vías importantes produciendo demora al tránsito vehicular y aunque todos se encuentran señalizados en la vía, algunos presentan deficiencias y deterioros de la señalización y regulación propia del FFCC, y 2 presentan algún grado de deterioro en su estructura, que dificulta la circulación vial.
- Estrechamiento en vías principales.

- Falta de vías que vinculen zonas con demanda de movilidad no satisfecha.
- Falta de pasos a desnivel en las vías de interés nacional, por la que estas funcionan como barreras a la accesibilidad de algunas zonas con los centros de los municipios.
- Las paradas de ómnibus no tienen las condiciones adecuadas para la espera, su señalización es deficiente, no cuentan con la información requerida por los pasajeros, no se utilizan algunas de las existentes y no están identificadas todas las que forman parte de los diferentes servicios.
- El alumbrado público es deficiente en zonas de paradas y en determinadas vías principales.
- La situación de la señalización en las vías de la Capital es crítica
- La ciudad presenta grandes dificultades con el estacionamiento de los vehículos y en especial en los municipios de Centro Habana y Plaza de la Revolución, por figurar entre los más densamente poblados y ser los de mayor concentración de instituciones y organismos que generan el empleo de medios de transportes propios y de afluencia del resto de los municipios para realizar diversas gestiones en lo económico, social, cultural y político.
- De 266 puentes existentes en la provincia, 105 presenta algún grado de deterioro, de mayor o menor envergadura. Generalmente los que requieren reparaciones capitales se incluyen en el Programa de Inversiones, el cual es muy limitado y ha hecho moroso la intervención a tiempo en algunos de ellos, que por el nivel de afectación de sus elementos estructurales o de los taludes, lo requerían a menor plazo, lo que provoca intervenciones mayores que generan desvíos que provocan demoras en los ómnibus e inseguridad en la circulación vial.
- En las vías urbanas la acera es un elemento muy importante para garantizar la protección del peatón, por lo que un aspecto de extrema importancia para la red vial de la Provincia es el estado deplorable alcanzado en un gran % de sus aceras, así como la ausencia total e interrupción de la existente en muchas vías, agravado porque durante muchos años no ha existido una política de recuperación de aceras o las gestiones han sido ineficientes y no han tenido el seguimiento que merece.
- La presencia de árboles que dada su posición o porque no se podan a tiempo, impiden la visibilidad en las intersecciones, semáforos o la identificación de las señales de tránsito en diferentes tramos de vía, representa también otra causa que puede incrementar la accidentalidad en las vías.
- La incorrecta ubicación de contenedores para la recogida de desechos sólidos en vías principales en muchas ocasiones obstruye la continuidad de la circulación vehicular por el carril de la extrema derecha, siendo una causa de demoras, congestión y en



ocasiones de accidentes de tránsito, por no cumplirse lo orientado de colocarlos en las vías transversales o en los bolsillos construidos para este fin.

- No se han construido las estaciones urbanas de pasajeros siendo este uno de los factores que más incide en los altos coeficientes de linealidad y los km recorridos de las rutas alimentadoras.
- La infraestructura marítima de la Lancha de Regla se encuentra en mal estado.
- No se utilizan las potencialidades de las tecnologías de la información y las comunicaciones y no se ha desarrollado un centro de control de la movilidad urbana que permita una gestión eficiente.

## **2.2 Situación actual de la movilidad en La Habana.**

La Habana, desde el punto de vista político-administrativo, es una provincia con 15 municipios. La ciudad tiene una extensión territorial de 728.6 kilómetros cuadrados con una población de unos 2.1 millones de habitantes y una densidad poblacional promedio de 2958.4 habitantes/km<sup>2</sup>. La estructura urbana de la ciudad se desarrolló históricamente alrededor del Puerto de La Habana, y hoy la mayor parte de las viviendas y de los empleos se concentran en una muy amplia "zona central", que abarca unos 40 kilómetros cuadrados, con una alta densidad de población y empleos. Mientras tanto el resto del territorio presenta un alto grado de dispersión, tanto de la población, como de los centros de trabajo. En ello ha influido el desarrollo histórico de la red vial, incluyendo la red ferroviaria, que presenta forma de abanico con sólo algunos elementos circulares, lo que determinó que en sus respectivas fajas de influencia se fueran localizando y desarrollando asentamientos humanos, así como industrias, almacenes y otros centros de trabajo. Actualmente, en un radio de unos 4 a 5 kilómetros de la Plaza de la Revolución "José Martí" reside casi el 50% de la población de la ciudad. Como resultado la configuración de la ciudad tiene un carácter desarticulado, con profunda incidencia de las áreas no urbanizadas próximas a la zona central de la misma, las que incluyen las zonas de recreación de las playas del litoral norte, todo lo cual incide en las relaciones de transporte, en la movilidad de la población y en el uso del suelo.

La situación de la movilidad de La Habana presentaría las condiciones idóneas para describirla hoy como una ciudad del transporte público. Este representa el mayor porcentaje de los viajes motorizados y la tasa de motorización es baja. Al mismo tiempo una buena parte de los recorridos de más de 500 metros se sigue realizando a pie, por lo que recorrer la ciudad, disfrutando de la calidad de sus espacios, para resolver los asuntos de la vida cotidiana sigue siendo una posibilidad. Por ello La Habana cuenta, sobre muchas de sus homólogas regionales, con las ventajas de que el vehículo

privado, la inseguridad y la contaminación no han prevalecido por encima de estos otros beneficios.

Algunas peculiaridades de la movilidad resultan interesantes en este contexto por ejemplo la cantidad total de viajes que realiza la población de la ciudad es de 4,6 millones diariamente. En la ciudad el propósito "Trabajo" y "Estudio" representan el 32.9% de los viajes y "Asuntos personales" y "Recreación" el 17.5%. El 57,3% de los viajes se realiza "A Pie" a pesar de que no existe una estrategia para el desarrollo adecuado de la infraestructura para los movimientos peatonales.

La población de 25-60 años es la que más viajes realiza, correspondiéndose con las personas laboralmente activa. Le sigue el grupo de 18-24 años, es decir sobre todo estudiantes universitarios y de la enseñanza media. El índice de movilidad general de la población por ocupación es equivalente a 2.16 viajes diarios por habitantes.

Existe un grupo de zonas en las que además de concentrarse la mayor cantidad de pasajeros con movimientos de inicio y final de viajes, se realizan también movimientos considerables de trasbordo. Estas son: Parque de la Fraternidad, Parque Central, La Rampa, Micro X Alamar, La Palma, La Víbora, Universidad-Hospital Calixto García, Terminal Playa y Virgen del Camino.

En la actualidad la demanda de transporte público está muy por encima de la oferta del servicio, predomina la percepción de que es necesario un fondo de tiempo excesivo para utilizarlo y en general la experiencia de su uso no es satisfactoria. Todo ello influye en que la apreciación de su validez como vía principal para resolver los asuntos de la vida cotidiana sea baja y que muchos sientan frustración por ello.

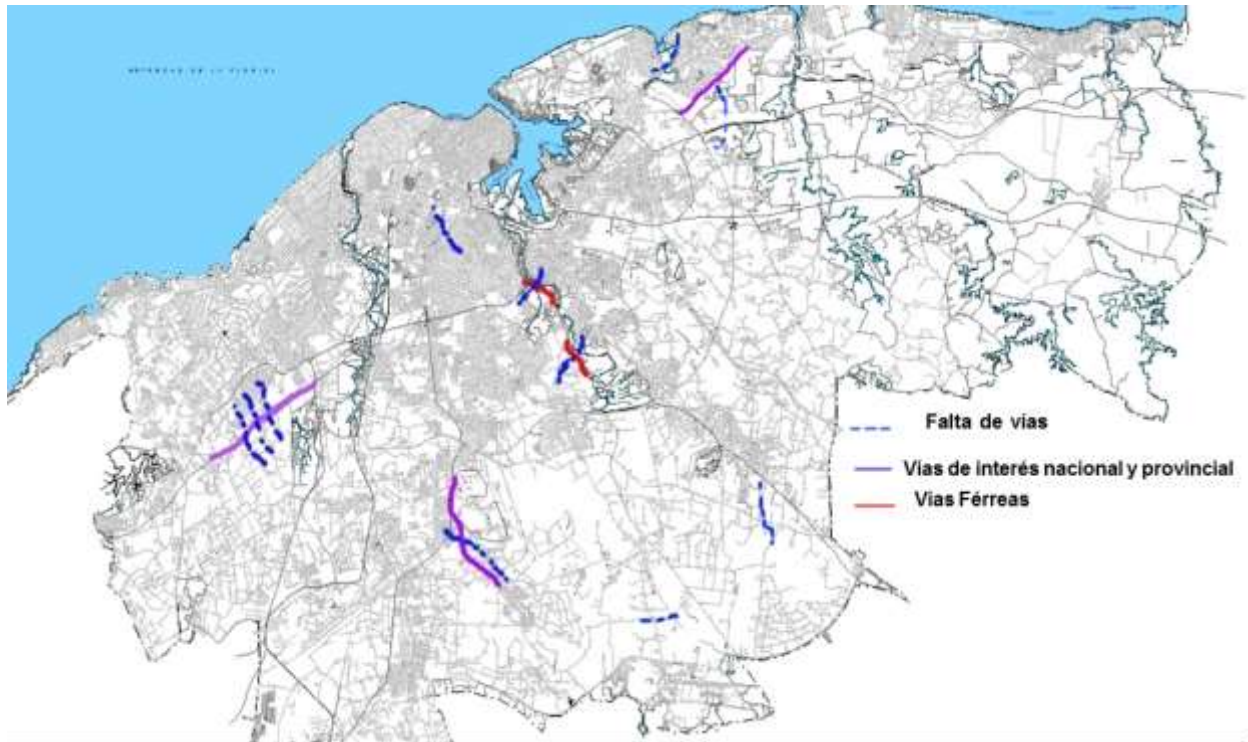
Al mismo tiempo no existe prioridad en la circulación del tránsito para el transporte público (solo existe el carril reservado en el corredor de Boyeros y este no brinda todos los beneficios potenciales)

Resulta paradójico que la prevalencia de la movilidad peatonal no está soportada por una infraestructura de aceras y espacios públicos de calidad equivalentes y si se quiere lograr el desarrollo sostenible de la ciudad es imprescindible considerar a la movilidad urbana no en función de mover automóviles sino como un medio para lograr que las personas gocen de acceso a bienes y servicios. Esto daría como resultado natural priorizar a peatones, ciclistas y al transporte público dentro de las políticas públicas. También implicaría que los costos de los daños ambientales y sociales de la movilidad fuesen compartidos en correspondencia con su impacto entre los diferentes actores. Al optar por este enfoque sería posible contribuir a disminuir las desigualdades sociales y alcanzar patrones más sustentables de desarrollo.

### **2.3 Problemas de conectividad identificados.**

Si entendemos que el propósito de una red vial es el de conectar lugares y hacer posibles los desplazamientos de los habitantes, se puede entender que la ciudad es un conjunto de puntos geográficos interconectados en un sistema por un número de rutas que determinan patrones de localización y movilidad, a partir de este concepto se ha podido identificar que la Habana presenta los siguientes problemas de conectividad:

- Falta del vial que vincularía Alamar y Berroa (Nuevo Vial), el vínculo entre Cojimar y Alamar (Puente de Cojimar), el vínculo Guanabo y Santa María del Mar (Puente de Boca Ciega), el vínculo interno en la zona de Casa Blanca, la continuación con la misma sección vial de la calle Infanta en la Esquina de Tejas
- Existe problemas de vialidad (Novoa en la Lisa y callejón de Andrade, Palmar, y el Husillo en Marianao, Rio Verde, Lutgardita y Aguada del Cura en Boyeros, La Lola en Arroyo, Primero de Mayo en Cotorro) entre otros que dificultan un adecuado diseño de la red.
- Falta de paso a desnivel u otras soluciones de tránsito en las vías de interés nacional y las vías férreas, por lo que estas funcionan como barreras a la accesibilidad de algunas zonas con los centros de los municipios o entre zonas con demanda de movilidad.
- Falta de paso a desnivel en la zona de Juanelo y la carretera del Cuervo, en la cual las vías férreas funcionan como barreras, lo que conlleva al incremento del tiempo de viaje, así como de los gastos de combustibles del transporte público.



#### 2.4. Problemas de accesibilidad.

La accesibilidad es la facilidad que otorga la configuración física de la ciudad a la población para alcanzar los destinos deseados, distribuidas en el territorio desde cualquier punto, empleando la red vial mediante algún modo de transporte. La distancia entre un lugar y otro (o el resto de los lugares) es el otro factor que definirá el grado de accesibilidad de estos.

Teniendo en cuenta este concepto es evidente que los problemas de conectividad que presentan las vías en algunas zonas de la ciudad trae como consecuencia serios problemas de accesibilidad de la población a los servicios básicos como los de salud y la educación, así como a los puestos de trabajo, ya que aunque en el reordenamiento reciente de la red de transporte públicos se cumplió como primer principio dar cobertura de servicio a toda la ciudad, las rutas diseñadas en las zonas con vías con baja conectividad trajo como consecuencia un incrementos de las distancias a recorrer entre origen y destino.

Por otra parte, Plan de Ordenamiento Territorial aprobado para la ciudad se realizó de manera sectorizada, planeando su participación de una manera independiente, los sectores de la salud, educación y la vivienda no han tenido en cuenta los servicios de transporte por lo que hoy existen desarrollo de comunidades en zonas que no tienen vías con conectividad como son las comunidades de la Victoria y Jata Roble.

### **III. PROPUESTAS DE SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA PLANTEADA.**

La movilidad es crucial para la cohesión de las ciudades y para sus procesos de intercambio económico, social y cultural” y constituye por tanto un importante componente de la sustentabilidad de los sistemas urbanos, pero para lograr la movilidad que satisfaga las necesidades de la población se requiere de una ciudad accesible y conectada lo que sola se logra con una proyección estratégica de la infraestructura que tenga en cuenta estos elementos.

Por lo que se propone las siguientes acciones para dar solución a la problemática planteada:

- Completamiento de la trama de vías que garanticen una adecuada conectividad y accesibilidad.
- Planificar, Proyectar y Construir habiendo definido el orden de prioridad a corto, mediano y largo plazo.
- Las obras viales que conforman el completamiento de la red de vías expresas que garanticen una movilidad más eficiente en la vinculación Este - Oeste, liberando muchas vías de la ciudad del transporte de carga.
- Los pasos a desnivel entre las líneas férreas y vías importantes de la ciudad que hoy se encuentran a nivel y estén provocando problemas de congestión o en la seguridad vial.
- Las Estaciones Urbanas de Pasajeros como centro fundamental para la optimización de la red de ruta, las paradas de ómnibus.
- Construcción de los puentes sobre los ríos y afluentes que garanticen una adecuada conectividad de la red.
- Rescatar el estado técnico de las vías existentes y actualizar su categorización.
- Reconstrucción de las aceras y vías peatonales que se requieran.
- A partir de los cambios de estructura que el gobierno hace en el país, se le están dando a los municipios mayor autonomía, por lo que se le dará los problemas identificados en cada territorio, para que tengan en cuenta en su plan de ordenamiento territorial las soluciones a los problemas detectados.

#### **IV. CONCLUSIONES**

Lograr una planeación de infraestructuras de transporte integradora garantizará que la población en general disfrute de una movilidad de calidad, con alta conectividad entre los diferentes lugares y logrando una accesibilidad a los espacios públicos.

Permitirá también que las estrategias y planes que se elaboren tengan la sostenibilidad necesaria y la adecuada participación de todos los sectores involucrados en la planeación de las infraestructuras, logrando que se optimicen los recursos que se planifiquen para el desarrollo de las mismas y dando solución a la problemática actual mediante las acciones propuestas.



## PLANIFICACIÓN Y MODELACIÓN

# **VALIDACIÓN DE MODELOS PARA ESTIMACIÓN DE VIAJES EN VEHÍCULO PARTICULAR EN ESCUELAS PRIVADAS Y SEMI-PRIVADAS – CASO MÉRIDA, VENEZUELA**

**Angela Quintero**

Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, angelaqp76@gmail.com

**Mary Isabel Díaz**

Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, maryisabeldiaz@gmail.com

**Emilio G. Moreno**

Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga, Floridablanca, Colombia, emiliogmg@gmail.com

## **RESUMEN**

El número de viajes que produce un polo generador puede estimarse a través de tasas de generación obtenidas en usos de suelo similares. Publicaciones como el *Trip Generation Manual* (ITE, 2012), proveen tasas para distintos usos, sin embargo, estas tasas no siempre replican adecuadamente la realidad local. Considerando este aspecto, se ha emprendido una línea de investigación orientada a producir datos suficientes de generación de viajes para distintos usos locales propios de la ciudad de Mérida en Venezuela, obteniéndose entre los resultados, modelos que predicen viajes generados por escuelas privadas y semi-privadas, correspondientes a un uso de suelo educativo con niveles de enseñanza preescolar, básica y media, y donde las variables significativas constituyen el número de estudiantes y/o empleados. La investigación busca validar modelos preestablecidos con el mismo método de campo mediante información obtenida de encuestas aplicadas en nuevas escuelas. Según los resultados, el modelo en el caso de escuelas privadas sobre-estima el número de viajes considerablemente; en el caso semi-privado, se alcanzan menores diferencias del lado de la sub-estimación. Las escuelas ubicadas en la periferia de la ciudad muestran resultados muy diferentes a los obtenidos en escuelas cuyo entorno es más urbano. Asimismo, para estas escuelas el porcentaje de viajes realizado en vehículo ligero es menos del 30%, lo que parece indicar que los modelos analizados tienen un nivel de predicción más alto cuando la proporción de viajes realizados en vehículo particular es significativa, comparativamente.

## **1. INTRODUCCION**

Los polos generadores de viajes (PGV) son instalaciones de distinta naturaleza en las que se desarrollan actividades capaces de producir un número significativo de viajes. Estos polos tienen impacto en las redes viales, el transporte, la economía y población circundante, siendo los impactos variables de acuerdo al tipo y magnitud del PGV. Cuando se requiere determinar el número de viajes que un PGV produce pueden hacerse mediciones directas en el lugar, o bien, utilizarse tasas de generación de viajes obtenidas en polos similares para tener una estimación aproximada. No obstante,



cuando se requiere hacer estimaciones del impacto futuro de PGV que se encuentran en fase de proyecto, las mediciones en sitio no son alternativa viable, por lo que se hace necesario aplicar tasas de generación de viajes (TGV) extraídas para cierto uso del suelo similar.

En 2008 el Departamento de Vías de la Universidad de los Andes en Venezuela, se emprendió una línea de investigación orientada a producir datos de generación de viajes locales que sirvan al análisis del impacto que tienen diferentes usos del suelo en la red de la ciudad, siguiendo los criterios del ITE (2001) y motivada por el hecho de realizar estimaciones de viajes con tasas que no siempre reflejan adecuadamente las condiciones locales, como las del *Trip Generation Manual* (ITE, 2012). En el marco de esta línea de investigación se han obtenido datos para usos del suelo de distinta naturaleza, materializándose de esta forma la recolección de información en zonas residenciales, hoteles, universidades y escuelas, entre otras, obteniéndose las TGVs por modo de transporte asociadas a variables propias de cada uso, y al igual, modelos matemáticos que en función de las variables más significativas permitan hacer estimaciones del número de viajes generados por unidad de tiempo.

En el caso de las escuelas, uso del suelo mostrado en este estudio, se ha reunido información en instituciones que atienden los niveles de educación preescolar, básica y media, bajo condición de privadas, semi-privadas y públicas; en las primeras, los representantes cubren la totalidad de los costos inherentes a la educación; en las segundas, los costos son absorbidos conjuntamente entre representantes y el Estado Venezolano; y en las terceras, todos los costos son subvencionados por el Estado.

En 2014 se obtuvo un primer resultado de tasas y modelos de generación de viajes provenientes de datos captados tanto en escuelas privadas como semi-privadas. Posteriormente, en 2016, se amplió y consolidó la información proveniente de treinta (30) escuelas educativas escolares; doce de ellas privadas, diez semi-privadas y ocho públicas, lo que permitió obtener modelos de generación de viajes en vehículo particular por hora para cada caso estudiado. En el presente se plantea validar estos modelos para escuelas privadas y semi-privadas, mediante la calibración del número de viajes obtenido a través de encuestas y aquel estimado por los modelos en cuestión. Este proceso busca medir la robustez de dichos modelos con datos provenientes de escuelas similares y fue llevado a cabo para nueve instituciones; tres de ellas privadas y seis en condición semi-privada.

## **2. ANTECEDENTES**

Mediante encuestas aplicadas en las aulas de clase y conteos realizados en los puntos de acceso a las escuelas se ha captado información sobre generación de viajes

proveniente de doce escuelas privadas y diez semi-privadas en Mérida-Venezuela. (Quintero et al., 2014). Usando el 60% de la población evaluaron el modo de transporte tanto para llegar como para retirarse de las instituciones, asimismo, determinaron el número de viajes realizado al día. Los modos de transporte considerados fueron en vehículo particular, transporte escolar, taxi, transporte público, motocicleta y viajes a pie. El muestreo es extrapolado a la población para considerar que las variables del modelo corresponden a valores directos del dato de población en las escuelas. La distribución modal obtenida mostró que tanto en escuelas privadas como semi-privadas el vehículo particular fue el modo más utilizado, seguido del transporte público y el resto con valores más bajos. En escuelas privadas el porcentaje de uso de vehículo particular fue del 75% mientras que para las semi-privadas alcanzó una proporción del 48%. Adicionalmente, se calcularon las tasas de generación de viajes referidas a vehículos considerando conjuntamente al particular, transporte escolar y taxi, según el número de estudiantes y empleados como variables independientes. Se encuentra en el caso de escuelas privadas tasas promedio ponderadas de 0,85 viajes/estudiante/hora y 8,18 viajes/empleado/hora y para las escuelas semi-privadas, de 0,64 viajes/estudiante/hora y 6,37 viajes/empleado/hora, respectivamente. En cuanto a los modelos de generación de viajes se tiene para el caso privado la Ecuación (1) y para las escuelas semi-privadas se puede usar la Ecuación (2):

$$1 + (y^{0,68 - 1}) (0,68 \times 252,36^{-0,32}) = 2,77605 \times E + 0,742242 \times S$$

(1)

$$y = 0,67 \times S$$

(2)

Donde:

y : número de viajes en vehículo por hora (particular, transporte escolar y taxi)

E : número de empleados que asisten a la escuela

S : número de estudiantes que asisten a la escuela

En continuidad con el trabajo detallado anteriormente, Quintero et al. (2016), compilaron nueva información proveniente de (32) treinta y dos escuelas; once de ellas privadas, diez semi-privadas y once públicas, todas ubicadas en Mérida-Venezuela; encontrando los modelos mostrados en las ecuaciones (3), (4) y (5), y que permiten estimar el número de viajes en vehículo por hora que producen escuelas privadas, semi-privadas y públicas, respectivamente.

$$y = \exp[ 1,475381 \times \ln (0,084662 \times S + 0,316643 \times E + 0,885938) ]$$

(3)

$$y = \exp[0,915109 \times \ln(S)]$$

(4)

$$y = \exp[0,966184 \times \ln(E)]$$

(5)

Del análisis de regresión múltiple el modelo mostrado en Ecuación (3) es mejorado mediante optimización Box-Cox, la relación es estadísticamente significativa entre las variables y puede explicar el 99% de la variabilidad. El estadístico  $r^2$  ajustado, más apropiado para comparar modelos con diferentes variables, resultó de 98.9 %. En escuelas semi-privadas (Ec. 4) existe una relación significativa entre el número de viajes y la cantidad de estudiantes, el modelo explica el 99,8% de la variabilidad con coeficiente de correlación de 0,9989. Finalmente, el modelo hallado en escuelas públicas (Ec. 5), obtuvo una relación estadísticamente significativa entre variables, el estadístico  $r^2$  fue de 97,98% y el coeficiente de correlación es igualmente alto de 0,9898. También se encontraron modelos de viajes en transporte público, motocicleta y a pie, en los tres tipos de escuelas. Entre las recomendaciones del estudio se prevé evaluar la predicción de los modelos en distintos escenarios con miras a lograr su generalización, lo que está en correspondencia con el objetivo planteado en esta investigación.

Souza y Rodríguez (2016) plantean que los modelos de generación de viajes pueden ser validados empleando los propios objetos de estudio que les dieron lugar. De acuerdo a estos autores, el nivel de predicción de un modelo puede evaluarse calculando la diferencia absoluta entre el número de viajes reales y número de viajes estimado por el modelo y, posteriormente, tomando como referencia el número de viajes reales obtener el error absoluto porcentual. Así, para un conjunto de objetos de estudio puede obtenerse un error medio absoluto porcentual que puede traducirse en factores de corrección aplicable a los valores estimados por los modelos.

Depiante et al. (2017) realizaron la caracterización y modelación de viajes en polos universitarios en Argentina. Empleando datos de generación de viajes de varias universidades argentinas calibraron modelos de generación para viajes diarios de personas en todos los modos, en forma conjunta y desagregada. Para catorce instituciones, ajustaron estadísticamente modelos de generación de viajes de personas por día en función de los alumnos matriculados activos. Calibraron cinco tipos de modelos de viajes diarios: a. para la totalidad de los viajes, considerando todas las modalidades en conjunto, b. para los viajes en medios motorizados individuales, considerando las modalidades de auto conductor, taxi y moto vehículos, c. para los viajes en medios motorizados masivos, considerando la modalidad de ómnibus, d. para los viajes en medios no motorizados, considerando las modalidades en bicicleta y a pie y e. para los viajes en medio motorizado considerando sólo moto vehículos. La

modalidad de viajes en medios motorizados individuales es similar a la empleada por Quintero et al. (2016), con la diferencia que estos últimos al trabajar con instituciones escolares incluyeron dentro de este grupo viajes en transporte escolar pero no incluyeron viajes en moto. Los autores calibraron tres tipos de modelos: uno de regresión simple que considera únicamente la matrícula activa como variable explicativa, y dos de regresión múltiple, uno de los cuáles considera mediante otra variable, establecimientos alejados del centro y el otro una variable que tiene en cuenta establecimientos con elevado porcentaje de moto vehículos.

### 3. METODOLOGIA

Como ya se explicó, se seleccionan tres escuelas privadas y seis semi-privadas, ubicadas en las ciudades de Mérida y Ejido, todas pertenecientes al estado Mérida-Venezuela con el objeto de obtener datos adicionales de generación de viajes e información acerca de las variables independientes comúnmente empleadas en los modelos para este tipo de instituciones, con miras a comparar los resultados estimados mediante los modelos y el número de viajes captado en cada escuela, llamándose a los primeros *viajes teóricos* y los segundos *viajes reales*. Para la recolección de información se aplicó encuesta con la estructura de preguntas mostrada en la Figura 1, la cual permite obtener información acerca del modo de transporte utilizado tanto por estudiantes como empleados a la hora de ingresar y retirarse de las instituciones.

**Figura 1. Modelo de encuesta aplicada**

<p>1. ¿Cómo llega a la escuela?</p> <p>a. En vehículo particular con algún familiar, vecino o amigo.</p> <p>b. En transporte escolar</p> <p>c. En taxi</p> <p>d. En transporte público</p> <p>e. A pie</p> <p>f. Manejando su propio vehículo</p> <p>g. En moto</p>	<p>2. ¿Cómo sale de la escuela?</p> <p>a. En vehículo particular con algún familiar, vecino o amigo</p> <p>b. En transporte escolar</p> <p>c. En taxi</p> <p>d. En transporte público</p> <p>e. A pie</p> <p>f. Manejando su propio vehículo</p> <p>g. En moto</p>
---	--

La población es definida como el total de estudiantes y empleados incluyendo en el grupo "empleados" a profesores, personal administrativo y de mantenimiento. Para el muestreo a encuestar se aplicó la Ecuación (6).

$$n = (k^2 \times p \times q \times N) / [e^2 \times (N-1) + k^2 \times p \times q] \quad (6)$$

Donde:

N: tamaño de la población

K: constante dependiente del nivel de confianza. Se consideró del 95%, al que corresponde un valor de  $k = 1,96$

e: error de la muestra deseada. Se consideró un error del 5%

p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio

q: proporción de individuos que no poseen esa característica (1-p)

n: tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se consideró que la población en estudio tiene el vehículo particular como modo de transporte y, a manera de simplificación, a la proporción de individuos de la población con esta característica se le asignó un valor de 0,50. Una vez obtenido el tamaño de la muestra, se procede a seleccionar los individuos a encuestar, para el caso de los alumnos se asignó un número a cada aula y luego mediante números aleatorios se escogieron aquellas a encuestar hasta completar el tamaño de muestra requerido para la variable estudiantes. Para el caso de los docentes se aplicaron encuestas a aquellos encargados de las aulas seleccionadas en el muestreo y el resto de los empleados fueron seleccionados aleatoriamente. Una vez finalizada esta etapa de encuestas fueron procesadas, obteniéndose la distribución de uso en modos de transporte. Para las escuelas seleccionadas cada estudiante y empleado realizaron dos viajes al día, uno para ingresar a la escuela y otro para retirarse de ella, los cuáles se concentran en las horas de entrada y salida. Los resultados obtenidos para la muestra fueron extrapolados a la población, obteniéndose el número de viajes por modo de transporte para cada institución. Asimismo, considerando el número de estudiantes y empleados de cada escuela se estimaron los viajes generados aplicando la Ecuación (3) para las escuelas privadas y la Ecuación (4) para las escuelas semi-privadas. Seguidamente se estableció la relación entre los viajes denominados teóricos y reales, determinándose el porcentaje de error como sigue:

$$\% \text{ Error} = ((\text{Viajes teóricos} - \text{Viajes reales}) / (\text{Viajes reales})) \times 100 \quad (7)$$

Donde:

Viajes teóricos: número de viajes en vehículo estimado con el modelo

Viajes reales: número de viajes en vehículo obtenido mediante las encuestas

De esta forma, luego se elaboraron gráficas de viajes reales versus viajes teóricos, encontrándose relaciones lineales que caracterizan el nivel de calibración y validación. Es importante destacar, que el número de viajes en vehículos incluye al particular, al transporte escolar y al taxi.

#### 4. RESULTADOS

Las Tablas 1 y 2 muestran las características de las instituciones privadas y semiprivadas seleccionadas para realizar la validación de los modelos. Donde se muestra el nombre de la institución, ubicación, número de alumnos, empleados, y porcentaje de uso del vehículo particular como modo de transporte.

**Tabla 1: Características de las escuelas privadas**

Escuela	Ubicación	N alumnos	N empleados	Alumnos + empleados	% V Particular
<b>U.E. Colegio El Buen Maestro</b>	Av. Bolívar con calle La Vega (Ejido)	809	50	859	49
<b>U.E. Colegio Espíritu Santo</b>	Calle Andrés Bello con Av. Bolívar (Ejido)	825	52	877	29
<b>U.E. Colegio José Félix Rivas</b>	Av. Fernández Peña, Pza. Bolívar (Ejido)	531	36	567	28

Puede observarse que siendo todas escuelas instituciones privadas y ubicadas en un contexto geográfico similar, una de ellas presenta mayor uso del vehículo particular con relación a las otras dos instituciones.

**Tabla 2: Características de las escuelas semi – privadas**

Escuela	Ubicación	N alumnos	N empleados	Alumnos + empleados	% V Particular
<b>U.E. Colegio Santo Domingo de Guzmán</b>	Av. Las Américas, Sta. Bárbara Este (Mérida)	310	27	337	75
<b>U.E. Colegio Jardín Franciscano</b>	Sector El Arenal (Mérida)	422	51	473	26
<b>Escuela Técnica Agropecuaria Buena Esperanza</b>	Vía principal a San Jacinto (Mérida)	422	89	511	20
<b>Colegio María Mazzarelo</b>	Av. 16, Campo de Oro (Mérida)	593	40	633	55
<b>Colegio Salesiano San Luis</b>	Av. Los Próceres (Mérida)	769	69	838	68
<b>Colegio Arquidiocesano Madre Laura</b>	Av. Andrés Bello, Urb. Zumba (Mérida)	402	46	448	70

De la misma forma, se puede observar que siendo todas instituciones semi-privadas, presentan características diferentes con relación al uso del vehículo particular. Se aprecia la presencia de cuatro instituciones, que presentan mayor uso del vehículo particular con relación a las tres restantes. En las Tablas 3 y 4 se muestra para las escuelas privadas y para las semi-privadas, los viajes reales, los viajes teóricos, la relación entre viajes reales y teóricos, y el porcentaje de error obtenido con relación al número de viajes reales de cada escuela. La relación entre viajes reales y viajes teóricos puede ser interpretada como el factor por el cual debe multiplicarse el número de viajes teóricos obtenidos mediante los modelos para obtener el número de viajes reales.

**Tabla 3: Viajes reales y viajes teóricos – Escuelas privadas**

<b>Escuela</b>	<b>Viajes Reales (Vr)</b>	<b>Viajes teóricos (Vt)</b>	<b>Relación Vr/Vt</b>	<b>% Error</b>
<b>U.E. Colegio El Buen Maestro</b>	417	705	0.592	69.0%
<b>U.E. Colegio Espíritu Santo</b>	256	730	0.350	185.6%
<b>U.E. Colegio José Félix Rivas</b>	161	392	0.410	144.1%

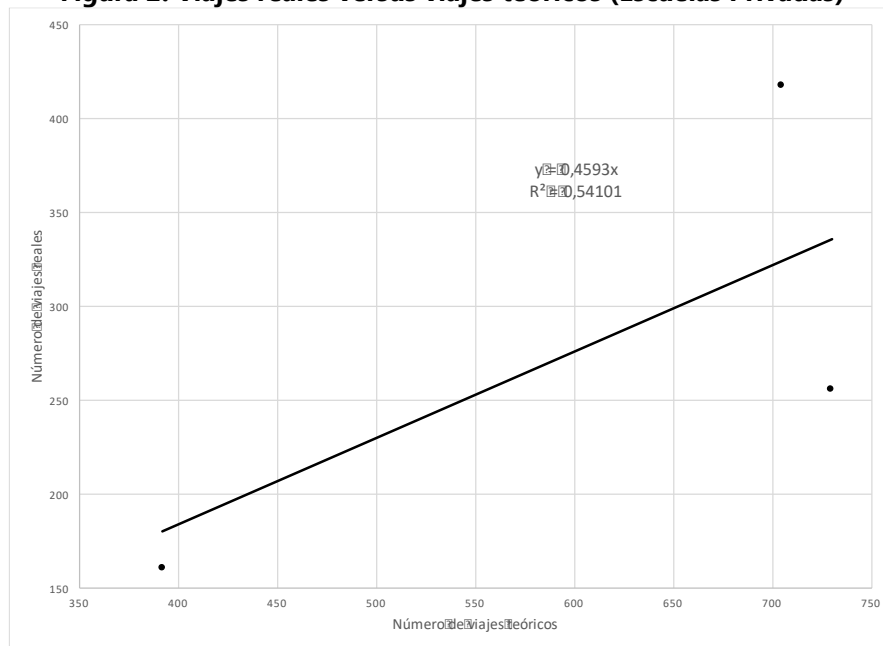
Tabla 4: Viajes reales y viajes teóricos – Escuelas semi-privadas

<b>Escuela</b>	<b>Viajes Reales (Vr)</b>	<b>Viajes teóricos (Vt)</b>	<b>Relación Vr/Vt</b>	<b>% Error</b>
<b>U.E. Colegio Santo Domingo de Guzmán</b>	253	191	1.323	-24.4%
<b>U.E. Colegio Jardín Franciscano</b>	124	253	0.491	103.5%
<b>Escuela Técnica Agropecuaria Buena Esperanza</b>	101	253	0.400	149.7%
<b>Colegio María Mazzarelo</b>	348	345	1.008	-0.8%
<b>Colegio Salesiano San Luis</b>	573	438	1.309	-23.6%
<b>Colegio Arquidiocesano Madre Laura</b>	316	242	1.305	-23.4%

Los valores positivos en el porcentaje de error indican que el modelo utilizado para estimar el número de viajes hace una sobrestimación del número de viajes reales, mientras que los valores negativos indican que el modelo sub-estima su valor real. En general puede afirmarse que a medida que el porcentaje de uso del vehículo particular es mayor, la diferencia entre el número de viajes reales y el número de viajes teóricos se hace menor, en otras palabras, los modelos analizados mejoran su nivel de predicción cuando el porcentaje de uso de vehículo privado es superior al 50%. La Ec. (3) proviene de un conjunto de datos correspondientes a escuelas privadas en las que la población de estudiantes y empleados varía entre 84 y 909 personas, para un promedio por escuela de 490 personas. Por su parte la Ec. (4) fue obtenida para datos correspondientes a escuelas semi-privadas en las que la población varía entre 242 y 1064 personas, para un promedio de 582 personas por escuela. Para todas las escuelas

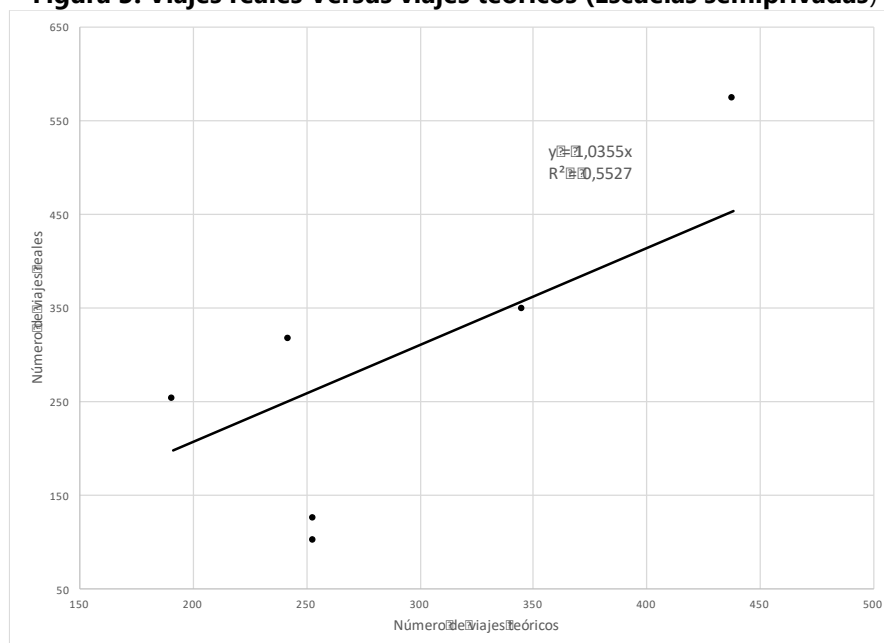
utilizadas en el proceso de validación de los modelos pudo verificarse que sus valores de población se encuentran dentro de los rangos antes indicados. Adicionalmente, se construyeron gráficas con intercepto en el origen, donde en el eje de las ordenadas se representó el número de viajes reales y en el eje de las abscisas el número de viajes teóricos. A partir de estos resultados se obtuvo una relación lineal del tipo  $y = mX$  como mejor ajuste, donde el coeficiente numérico "m" determinado así, va a representar el factor de corrección global. Las Figuras 3 y 4 muestran los resultados obtenidos tanto en el caso de escuelas privadas como en el caso de escuelas semi-privadas, respectivamente.

**Figura 2: Viajes reales versus viajes teóricos (Escuelas Privadas)**





**Figura 3: Viajes reales Versus viajes teóricos (Escuelas semiprivadas)**



En las escuelas privadas se encontró un factor de corrección global de las estimaciones del número de viajes realizadas con el modelo de 0,4593 y para las escuelas semi-privadas se encontró un factor de corrección de 0,5527. Para efectos de esta investigación se plantearon como criterios de validación que el estadístico  $R^2$  ajustado de la relación entre el número de viajes reales y el número de viajes teóricos resultara mayor que 0,75 y que la constante numérica de la ecuación lineal de mejor ajuste, variara entre 0,75 y 1,25, siendo 1,00 el mejor valor evidentemente. De acuerdo a los resultados obtenidos y siguiendo los criterios enunciados puede afirmarse que ninguno de los modelos resultó válido, lo cual pone en evidencia la necesidad de estudiar variables adicionales, como el porcentaje de uso del vehículo particular, no consideradas acá y que pudieran mejorar el nivel de predicción. A manera de prueba de utilizó la ecuación (4) obtenida por Quintero et al. (2016) para estimar el número de viajes en escuelas semi-privadas, para calcular el número de viajes teóricos de las escuelas privadas obteniéndose los resultados indicados en la Tabla 5.

**Tabla 5: Viajes reales y viajes teóricos Escuelas privadas. Viajes teóricos obtenidos mediante Ec. (4)**

Escuela	Viajes Reales (Vr)	Viajes teóricos (Vt)	Relación Vr/Vt	% Error
U.E. Colegio El Buen Maestro	417	458	0,911	9,8%
U.E. Colegio Espíritu Santo	256	465	0,550	81,9%
U.E. Colegio José Félix Rivas	161	312	0,515	94,3%

Puede observarse que aun cuando para dos de las escuelas los porcentajes de error siguen siendo elevados, los errores obtenidos son sustancialmente menores a los

obtenidos al utilizar la Ec. (3) derivada por Quintero et al. (2016) para escuelas privadas (Ver Tabla 3); este hallazgo pudiera indicar la necesidad de construir nuevos modelos sin hacer distinción entre escuelas privadas, semi-privadas y públicas, con el objeto de evaluar si mejora el nivel de predicción. Aplicando regresión múltiple a los datos de las tablas 1, 2, 3 y 4 y considerando las variables número de alumnos y número de empleados se obtiene un 37,93% de predicción, y si se considera, un nuevo estimador como es la proporción de vehículos particulares (Vp), se tiene:

**Tabla 6: Modelo lineal multivariante para estimación de viajes y análisis de varianza**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico t	P-valor
CONSTANT	-354,108	73,5803	-4,81255	0,0048
A	0,497543	0,0732931	6,7884	0,0011
E	1,64459	0,840396	1,95692	0,1077
%Vp	583,442	71,2636	8,18709	0,0004

Análisis de varianza					
Origen	Suma de cuadrados	Df	Media cuadrada	F-ratio	P-valor
Modelo	174434,	3	58144,8	37,02	0,0008
Residual	7853,19	5	1570,64		
Total (Corr.)	182288,	8			

Existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un 95% NC. El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica el 95,69% de la variabilidad en los viajes, y el R-cuadrado ajustado, más adecuado para comparar modelos es alto de 93,11%. El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 39,63, valor que sirve para construir límites de predicción en nuevas observaciones. El error absoluto medio (MAE) de 25,79 es el promedio de los residuos. Y el estadístico Durbin-Watson (DW) de 3,01672 (P=0,9708) y auto correlación residual de -0,520787 prueba que no hay indicación de auto correlación en serie en los residuos. El análisis conduce a un modelo de regresión lineal múltiple de los viajes con tres variables independientes:

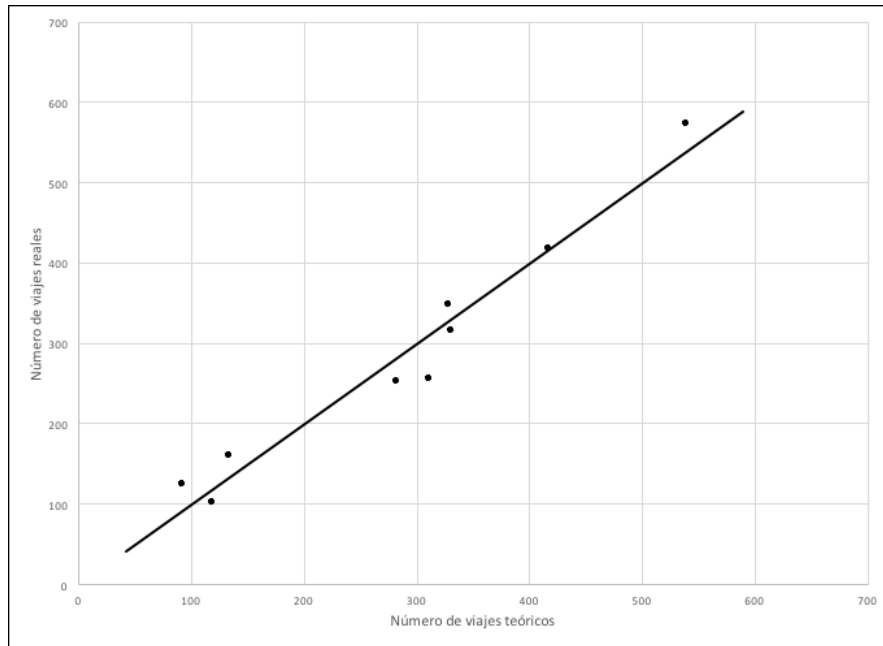
$$y = -354,108 + 0,497543*S + 1,64459*E + 583,442*Vp \quad (8)$$

donde:

Vp: proporción de vehículos particulares

Para determinar si el modelo es simplificable, obsérvese que el P-valor más alto en las variables independientes es 0,1077 y pertenece a la variable Empleados, lo que determina que no es estadísticamente significativo (95% NC). En consecuencia, pudiese considerarse eliminar E del modelo.

**Figura 4: Viajes reales Versus viajes teóricos (Escuelas semiprivadas y privadas) – Ec. 8**



## 5. CONCLUSIONES

Para las escuelas privadas se encontró que de forma global el modelo sobrestima los viajes en un 133%, lo cual representa un valor considerable. Las escuelas semi-privadas muestran diferencias menores de sub-estimación que lucen estándar en el orden del -24%, resultado que quizá puede permitir su generalización. Al hacer la caracterización correspondiente a estas escuelas, pudo constatar que aquellas ubicadas en la periferia de la ciudad, presentan resultados muy diferentes a los observados en escuelas donde el entorno es urbano y metropolitano.

Asimismo se observa que para estas escuelas el porcentaje de viajes en modo vehículo es menor al 30%, lo que pudiera indicar quizás que los modelos hallados mejoran su nivel de predicción a medida que esta proporción aumenta.

El proceso de validación intentado determina su imposibilidad en los términos actuales de variables como número de alumnos y número de empleados para los modelos analizados en escuelas privadas y semi-privadas. Incorporar la variable porcentaje de uso de vehículo particular en el modelo sin hacer diferenciación entre instituciones privadas y semi-privadas, eleva notoriamente el nivel de predicción. Se recomienda para el futuro analizar la incorporación de variables asociadas al entorno de ubicación y/o accesibilidad a la escuela.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Depiante, V., Maldonado, P. y Galarraga, J. (2017). Caracterización y modelación de viajes en polos universitarios, Argentina. Patrón especial de viajes en moto vehículos. En: *XXXI Congreso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET*. Recife.

ITE – Institute of Transportation Engineers (2001). Trip Generation Handbook - An ITE Recommended Practice. (6a ed.). Washington D.C

ITE – Institute of Transportation Engineers (2012) Trip Generation Manual. (10th ed.). Washington, DC.

Quintero P, A., Díaz G, M., y Moreno G, E. (2014). Travel Estimation Model Generated by Public and Private Schools, According to Different Transport Modes. Case Study Mérida-Venezuela. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, 160, 509-518. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.164>

Quintero P, A., Díaz G, M., y Moreno G, E. (2016). Trip Generation by Transportation Mode of Private School, Semi-private and Public. Case Study in Mérida-Venezuela. *Transportation Research Procedia*, 18, 73-79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.010>

Souza de Oliveira, P., y Rodrigues F. (2015). Calibração de modelo de geração de viagens para condomínios de edifícios residenciais. Recuperado de <http://redpgv.coppe.ufrj.br> el 25 de marzo de 2018.

# **Control en tiempo real de buses con criterios sociales usando optimización multiobjetivo: Una aplicación en buses de BRT Pereira**

**Claudia Cristina Bocanegra-Herrera**

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, cbocanegra@unal.edu.co

**Félix Vega**

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, cbocanegra@unal.edu.co

**César Augusto Marín-Moreno**

Integra, Pereira, Colombia, cmarin@integra.com.co

## **RESUMEN**

La planificación operativa del transporte público tipo BRT (*Bus Rapid Transit*) enfrenta grandes desafíos debido a la naturaleza estocástica del flujo de tránsito y de la demanda de pasajeros, causando fenómenos indeseados como *bus bunching* y grandes tiempos de espera para los usuarios. Por otro lado, el uso de los Sistemas de Transporte Inteligente (*ITS*) da acceso a información en tiempo real que permiten nuevas formas de programar los vehículos de transporte público. En este contexto, el presente estudio apunta a optimizar la programación de rutas en tiempo real, por medio de un modelo no lineal con una estrategia de detención de vehículos (*vehicle holding*) con restricción de capacidad, considerando criterios sociales de espera de los pasajeros en los buses y paraderos, utilizando un algoritmo genético multiobjetivo. Se realizó un análisis basado en los buses de la ruta alimentadora Bosques de *Megabús* del Área Metropolitana Centro Occidente (Colombia). El modelo se corrió en Matlab identificando las condiciones de la estrategia de la optimización. La contribución principal de esta investigación es que propone un enfoque multiobjetivo para la programación de buses en tiempo real.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los sistemas de transporte urbano actuales afrontan grandes retos derivados del crecimiento de los centros urbanos, la masificación de los medios y los modos de transporte, razón por la cual, generalmente el transporte tradicional es operado ineficientemente y es poco sostenible (Bannister, 2005; Eliasson & Proost, 2015; Robèrt, Borén, Ny, & Broman, 2017), por lo tanto su planificación es crucial para facilitar el funcionamiento de las ciudades (Bertolini, Clercq, & Straatemeier, 2008). Para la planeación de las redes de transporte público se debe considerar los requerimientos de los diferentes involucrados, tales como usuarios, operadores, transportadores, vecinos, el estado, entre otros (Ortuzar & Willumsen, 2011). Giampaolo (2009), afirma que la planificación de redes de transporte público está relacionada con la calidad de vida de los ciudadanos al hacer mejor uso de los recursos.

En Colombia, el estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación revela que la congestión vehicular le cuesta al país 2% del PIB anual lo que equivale a \$43.800 millones diarios y la velocidad promedio de desplazamiento vehicular en Bogotá es de solo 19,3 km/h (DNP, 2017). Dada las proyecciones de crecimiento urbano del 11,78% para el 2020 (DANE, 2007) se estima que la logística de movilidad urbana adquiera mayor complejidad. Es por ello, que recientemente el desarrollo, regulación y sostenibilidad de la movilidad urbana ha sido tema de interés por parte de los agentes gubernamentales (Congreso de la República de Colombia, 2015).

La planificación de la programación de transporte tiene dos facetas principales, planificación robusta y planificación en línea (en tiempo real). Estas dos facetas estrechamente acopladas constituyen un enfoque proactivo y reactivo, respectivamente, para tratar las interrupciones en la operación normal. La planificación robusta se refiere al desarrollo de un plan *a priori* que permita la absorción de interrupciones en la mejor medida posible. La planificación en línea se ocupa de la toma de decisiones en tiempo real cuando, por lo general, impredecibles, se producen interrupciones en las operaciones diarias y antes de que se conozca toda la secuencia de interrupciones (Ravindra K. Ahuja, Möhring, & Zaroliagis, 2009).

Los mejores y más eficientes métodos de solución se basan en procedimientos heurísticos, pero sus aplicaciones se limitan principalmente a casos de prueba o redes reales de tamaño pequeño. (Konstantinosand & Karlaftis, 2009) señala el uso de metaheurísticas para el diseño de redes de transporte público. Guo et al., (2017) concluyen que la optimización de la planificación de redes de transporte público operativa tiene muchas direcciones de investigación Ibarra-Rojas, Delgado, Giesen, & Muñoz (2015) afirman que se deben hacer enfoques robustos y dinámicos para considerar la incertidumbre teniendo en cuenta los datos generados por la localización automática de vehículos AVL (por las siglas de *Automatic Vehicle Location*, APC (por las siglas de *Automated Passenger Counter*) y GPS (por las siglas de *Global Positioning System*).

En esta investigación se propone un enfoque de control de la programación de buses en tiempo real donde se minimice los diferentes tiempos de espera utilizando una metaheurística evolutiva multiobjetivo. En la sección 2 se describe la formulación del modelo y el algoritmo genético utilizado. En la sección 3 se muestra el ajuste del enfoque propuesto a un caso de estudio con los elementos que lo compone, finalmente se dan las conclusiones.

## 2. FORMULACIÓN DEL MODELO Y MÉTODOS

El modelo es dispuesto para un corredor de una sola vía con N paraderos atendidos por un solo servicio de alta frecuencia que consiste en K buses. El servicio comienza en la terminal y termina ahí mismo. Este modelo es responsivo. Se supone que en cualquier momento, se cuenta con toda la información en tiempo real en la posición y el número de pasajeros a bordo de cada autobús así como la cantidad de pasajeros esperando en las diferentes paradas.

### 2.1 Modelo matemático

El modelo utilizado es una modificación multiobjetivo del modelo de programación matemática determinista no lineal de Delgado, Muñoz, Giesen, & Cipriano (2009), donde se determina simultáneamente los tiempos de espera de los autobuses en las diversas paradas a lo largo del corredor y la fracción de pasajeros dejados por cada autobús que sale en cada parada para minimizar los diferentes tiempos de espera. Los supuestos que tiene el modelo son, todos los buses de la flota tienen la misma capacidad; los buses sirven para todas las paradas y adelantar no es permitido; las ratas de llegada de los pasajeros y los tiempos de viajes entre paraderos son determinísticos, conocidos y fijos para el periodo de interés; los tiempos de abordaje dominan el tiempo de parada, excepto en la parada final. Las variables de decisión son, tiempo de detención del bus k en el paradero n; número de pasajeros que no abordan el bus k en el paradero n.

Para la programación de buses en tiempo real se desea, centrarse en el criterio social de tiempo de espera para eso se va a minimizar el tiempo total de viaje de pasajeros desde el momento que llegan al paradero, sin embargo, este macro objetivo se divide en 2 objetivos. El primer objetivo es tiempo de espera experimentado por los pasajeros desde que llegan al paradero hasta que pasa el primer bus ( $f_1$ ). El segundo objetivo es el tiempo de espera extra experimentado por los pasajeros quienes no abordaron el primer bus ( $f_2$ ). Se toman como dos objetivos independientes y no como la suma de tiempos para para representar la mayor desutilidad para los usuarios que no pueden abordar el primer bus que llega.

### 2.2 Algoritmo Genético

Un algoritmo genético NSGA-II es desarrollado para resolver el modelo multiobjetivo, que trata con cuatro rasgos principales en su enfoque (Deb, Agrawal, Pratab, & Meyarivan, 2002). El pseudocódigo del algoritmo NSGA-II es detallado a continuación.

- Enfoque *Fast non-dominated sorting* (Clasificación de no dominados)
- Un *mating pool* por combinación de poblaciones de padres e hijos y seleccionan el mejor
- La medida *crowding distance* estima la densidad en toda la frontera de pareto (FP)
- No necesita un parametro tipo *sharing*

---

### Algoritmo NSGA-II

---

**Entrada** Máximo número de generaciones; Tamaño de la población; número de buses; número de paraderos; próximos paraderos, demanda, probabilidad de cruce, probabilidad de mutación

**Salida** Frontera de Pareto

Inicializa la Población P

Genera una población aleatoria

Evalua las Funciones Objetivos

Categoriza basado en la dominancia de Pareto

Genera una población combinada de padres e hijos

Escoja las mejores soluciones con Selección de torneo binaria

Recombinación and Mutación

**for**  $i = 1$  a máximo número de generaciones

Categoriza basado en dominancia de Pareto

Calcula la distancia de apilamiento entre los puntos en cada frontera

Crea una generación próxima (combina la población de padres e hijos)

Escoja las mejores soluciones con Selección de torneo binaria

Recombinación and Mutación

Genera los conjuntos de vectores no dominados a lo largo de la mejor FP

**end for**

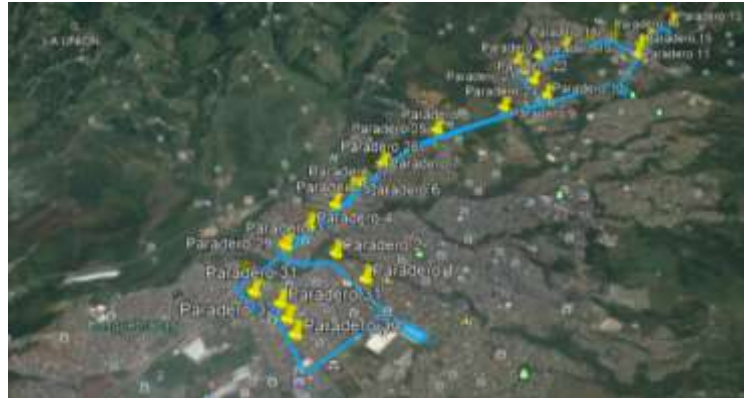
Selecciona la mejor frontera de Pareto

---

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

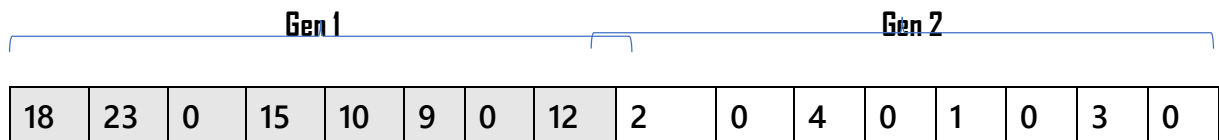
Para el desarrollo del enfoque multiobjetivo se escoge la ruta alimentadora Bosques del transporte público *Megabús* con 32 paraderos (ver figura 1) que es atendido por una flota de buses cada uno con una capacidad de 70 pasajeros. Se recolecta la información del sistema de información de Integra SA denominado InnoBUS masivo y se utiliza información histórica para la demanda y recorridos para el caso de estudio específico.





**Figura 1: Ruta Bosques**

El algoritmo se implementa en Matlab, se corre para un lapso igual al instante desde que se corre hasta la llegada de cada bus al próximo paradero. La figura 2 muestra la codificación del cromosoma con un ejemplo de 8 buses, el cromosoma consta de dos genes. El primer gen (sombreado en gris) es el tiempo de detención en segundos de cada bus representado por los alelos en el próximo paradero (esta información es una entrada). El segundo gen guarda la información de cuantos usuarios no se montan en el bus. El largo del cromosoma es proporcional al número de buses. Este formato no necesita transcodificación y facilita la reproducción y la mutación.



**Figura 2: Codificación del cromosoma**

Para la población inicial, el primer gen debe detenerse en unos pocos paraderos, por lo que se crean aleatoriamente pero con una tendencia a poner ceros (el bus no debe detenerse por motivos de control), en el segundo gen debe cumplir con las siguientes condiciones. En caso de que la demanda sea menor a la capacidad disponible el alelo toma el valor de cero. De no ser así el alelo toma un valor entre cero y la demanda en el paradero.

Respecto a la selección, como se describió en la sección anterior se utiliza selección por torneo binario (que es el operador utilizado por el NSGA-II), el cual es un método elitista y busca garantizar que los mejores cromosomas sobrevivan, pero teniendo una aleatoriedad al escoger quienes se enfrentan en el torneo, y así asegurar mantener la diversidad.

Para el cruce y la mutación se tienen dos probabilidades de ejecución, conocidas como *crossover rate* y *mutuation rate*, que son dos valores entre cero y uno, para cada alelo de cada gen un número aleatorio se genera si este número es menor que las probabilidades de ejecución se aplica los operadores de cruce o mutación según sea el caso. Para el cruce se usa un operador aritmético para cada alelo, en la ecuación 1 basado en Yu & Yang (2009), donde  $\alpha_k$  es un valor entre 0 y 1.

$$\begin{aligned} \text{Alelo\_hijo}_k(1) &= \alpha_k \times \text{Alelo\_Padre}_k(1) + (1 - \alpha_k) \times \text{Alelo\_Padre}_k(2) \\ \text{Alelo\_hijo}_k(2) &= \alpha_k \times \text{Alelo\_Padre}_k(2) + (1 - \alpha_k) \times \text{Alelo\_Padre}_k(1) \quad \mathbf{(1)} \end{aligned}$$

Para la mutación se revisa la probabilidad de cumplir para todos los alelos en los dos genes, en caso de cumplir se hace una pequeña modificación al gen, esta modificación una adicción de un valor entre cero y los usuarios que están en el paradero, la adicción puede ser positiva o negativa (Bin, Zhongzhen, & Baozhen, 2006) dependiendo de cuantas generaciones hayan pasado. Para el cruce y la mutación se deben cumplir con los requerimientos descritos en la población inicial. Las soluciones obtenidas son factibles. Las probabilidades de ejecución de cruce y mutación se tomaron 0,3 y 0,1 respectivamente, para  $\alpha_k$  se usó 0,15, estos valores todavía no se han optimado.

#### 4. CONCLUSIONES

El enfoque propuesto es un modelo de programación matemática determinista no lineal para un corredor de una sola vía resuelto por algoritmos genéticos multiobjetivo lo que permite resolver en tiempo real un problema de alta complejidad algorítmica. Al ser un modelo rodante de corto horizonte que actualiza los parámetros cada vez que se corre, puede responder a las contingencias del sistema.

Actualmente los buses cuentan con dispositivos *IoT* que permiten conocer la posición, velocidad, entre otros parámetros operativos. Por lo que sólo restaría la información de la demanda y recorridos realizados por los usuarios para poder implementar este enfoque, por lo que se está investigando formas efectivas de recolectar estas informaciones tales como receptores de señal *wi-fi* del *WAC* de los celulares inteligentes, cámaras que tomen fotos del número de usuarios en los paraderos, aplicaciones de *crowdsourcing*, etc.

Este modelo optimiza cada vez que se toma la decisión para el lapso de tiempo determinado, esto puede hacer que se obtenga óptimos locales, por lo que es importante como futura investigación realizar un análisis de sensibilidad para analizar el efecto con el sistema de control y sin él.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bannister, D. (2005). *Unsustainable Transport. City Transport in the New Century. Transport, Development and Sustainability*. London: Routledge. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:unsustainable+transport#3>
- Bertolini, L., Clercq, F. le, & Straatemeier, T. (2008). Urban transportation planning in transition. *Transport Policy*, 15(2), 69–72. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.11.002>
- Bin, Y., Zhongzhen, Y., & Baozhen, Y. (2006). Bus Arrival Time Prediction Using Support Vector Machines. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 10(4), 151–158. <https://doi.org/10.1080/15472450600981009>
- Deb, K., Agrawal, S., Pratab, A., & Meyarivan, T. (2002). A fast elitist non-dominated sorting genetic algorithm for multi-objective optimization: NSGA-II. *KanGAL Report, 200001*. Retrieved from [http://starcraft-micro-ea-masters.googlecode.com/svn-history/r109/trunk/div\\_kilder/10.1.1.18.4257.pdf](http://starcraft-micro-ea-masters.googlecode.com/svn-history/r109/trunk/div_kilder/10.1.1.18.4257.pdf)
- Delgado, F., Muñoz, J. C., Giesen, R., & Cipriano, A. (2009). Real-Time Control of Buses in a Transit Corridor Based on Vehicle Holding and Boarding Limits. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2090, 59–67. <https://doi.org/10.3141/2090-07>
- DNP. (2017). Inicio DNP Dirección General Normativa Programas Estudios y Publicaciones Sala de Prensa Servicio al Ciudadano DNP advierte que se avecina colapso de movilidad en las principales capitales. Retrieved from [https://www.dnp.gov.co/Paginas/DNP advierte que se avecina colapso de movilidad en las principales capitales.aspx](https://www.dnp.gov.co/Paginas/DNP%20advierte%20que%20se%20avecina%20colapso%20de%20movilidad%20en%20las%20principales%20capitales.aspx)
- Eliasson, J., & Proost, S. (2015). Is sustainable transport policy sustainable? *Transport Policy*, 37, 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.09.010>
- Giampaolo, N. (2009). Quality of Life in Cities: A question of Mobility and Accessibility. In V. Molier & D. Huschka (Eds.), *Quality of Life and the Millennium Challenge Social indicators Research Series* (Springer, pp. 177–191).
- Guo, X., Sun, H., Wu, J., Jin, J., Zhou, J., & Gao, Z. (2017). Multiperiod-based timetable optimization for metro transit networks. *Transportation Research Part B*, 96, 46–67. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2016.11.005>
- Ibarra-Rojas, O. J., Delgado, F., Giesen, R., & Muñoz, J. C. (2015). Planning , operation , and control of bus transport systems : A literature review. *TRANSPORTATION RESEARCH PART B*, 77, 38–75. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.03.002>
- Konstantinosand, K., & Karlaftis, M. (2009). Transit Route Network Design Problem: Review. *Journal of Transportation Engineering*, 135(8), 491–505.
- Ortuzar, J. de D., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelling Transport. Modelling Transport* (4th ed.). Chichester: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119993308>
- Ravindra K. Ahuja, Möhring, R. H., & Zaroliagis, C. D. (Eds.). (2009). *Robust and Online Large-Scale Optimization Models and Techniques* (Lecture No). Springer.
- Robèrt, K.-H., Borén, S., Ny, H., & Broman, G. (2017). A strategic approach to sustainable transport system development - part 1: attempting a generic community planning process model. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.054>
- Yu, B., & Yang, Z. (2009). A dynamic holding strategy in public transit systems with real-time information. *Applied Intelligence*, 31(1), 69–80. <https://doi.org/10.1007/s10489-007-0112-9>

# **ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA EL ORDENAMIENTO DE LA RED DE RUTAS DE LOS SERVICIOS URBANO-SUBURBANO, INTERURBANO Y RURAL DE LAS CIUDADES CUBANAS**

Zunilda Parra Arias  
Centro de Investigación y Manejo Ambiental de Transporte- CIMAB  
zunilda@cimab.transnet.cu

## **RESUMEN**

En aras de dar respuesta a la demanda de pasajeros y lograr determinados niveles de movilidad que garanticen los viajes principalmente de trabajo, estudio y de otras actividades, es necesario realizar la revisión y análisis de la oferta del actual esquema de rutas de transporte público y otros servicios existentes. En tal sentido, es necesario diagnosticar la demanda y la oferta de los viajes a partir de informaciones existentes y otras que sean necesarias a partir de encuestas puntuales, la accesibilidad a los servicios de transporte público y la infraestructura vial y técnica de forma general (talleres, estaciones, paradas), que permitan realizar una correcta gestión de los servicios de transporte y den respuesta paulatinamente en diferentes escenarios a las necesidades de moverse la población mediante una propuesta de diseño de organización del servicio de transportación de pasajeros. Para ello se ha elaborado una metodología que pueda ser aplicada a cualquier ciudad cubana con el objetivo de reordenar la red de rutas de los servicios urbano, suburbano, interurbano y rural. La metodología desarrollada consta de cuatro (4) etapas fundamentales: Análisis estadístico, diagnóstico de la red de rutas, rediseño de la red de rutas e implementación y monitoreo.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las ciudades cubanas están caracterizadas por marcadas diferencias entre la oferta y la demanda, inestabilidad e insuficiente servicio, baja calidad en las reparaciones y mantenimiento por la falta de aseguramiento técnico y un posible inadecuado planeamiento del esquema de rutas.

En aras de dar respuesta a la demanda de pasajeros y lograr determinados niveles de movilidad que garanticen los viajes principalmente de trabajo, estudio y de otras actividades, es necesario realizar la revisión y análisis de la oferta del actual esquema de rutas de transporte público y otros servicios existentes.

En tal sentido, es necesario diagnosticar la demanda y la oferta de los viajes a partir de informaciones existentes y otras que sean necesarias a partir de encuestas puntuales, la accesibilidad a los servicios de transporte público y la infraestructura vial y técnica de forma general (talleres, estaciones, paradas), que permitan realizar una

correcta gestión de los servicios de transporte y den respuesta paulatinamente en diferentes escenarios a las necesidades de moverse la población mediante una propuesta de diseño de organización del servicio de transportación de pasajeros.

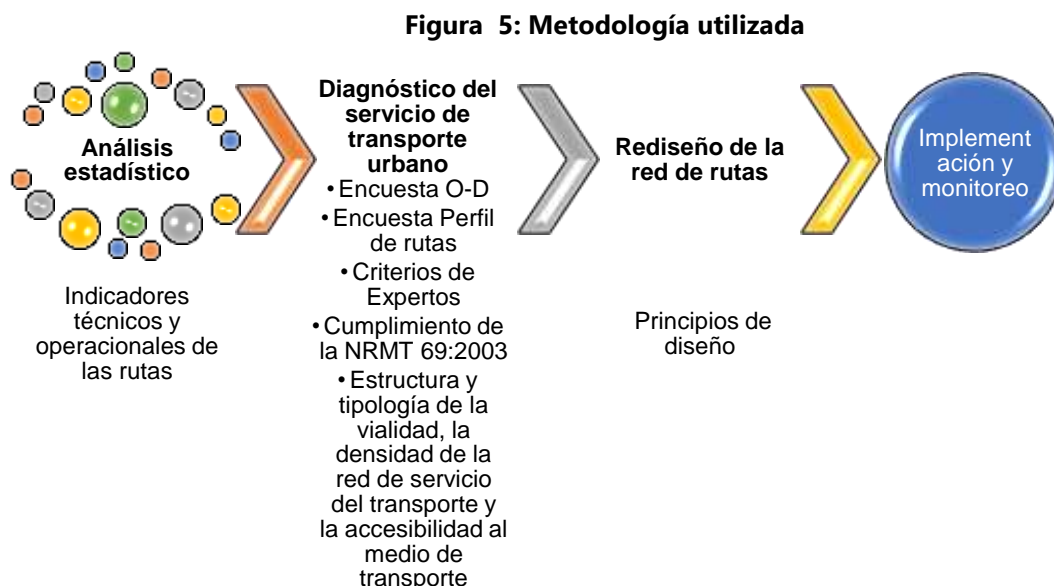
Para ello se ha elaborado una metodología que pueda ser aplicada a cualquier ciudad cubana la cual consta de cuatro (4) etapas fundamentales: Análisis estadístico, diagnóstico de la red de rutas, rediseño de la red de rutas e implementación y monitoreo.

## 2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para lograr el objetivo propuesto en la investigación se siguió la siguiente metodología

1. Análisis estadístico
2. Diagnóstico del servicio de transporte interurbano y rural
3. Diseño de la red de rutas
4. Implementación y monitoreo

En la Figura 1 se muestra la metodología utilizada



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explican cada una de las etapas.

## 2.1 Análisis estadístico

Se revisa la información estadística relacionada con el comportamiento de los indicadores técnicos y operacionales durante tres años. Estos indicadores son: Pasajeros transportados como promedio diario, distancia de las rutas, tiempo de viaje, velocidad comercial, viajes programados y reales (cumplimiento de la programación).

## 2.2 Diagnóstico del servicio de transporte urbano- suburbano, Interurbano y rural

Para el diagnóstico de la red existen un gran número de técnicas para la recopilación de información que van desde técnicas manuales hasta las que emplean dispositivos electrónicos. Dentro de las técnicas que pueden utilizarse están:

- Encuesta Origen – Destino/ Preferencias de los usuarios del transporte.
- Encuesta de Perfil de Rutas.
- Criterios de expertos.
- Cumplimiento de la NRMT 69:2003.
- Estructura y tipología de la vialidad, la densidad de la red de servicio del transporte y la accesibilidad al medio de transporte.

### 2.2.1 Encuesta Origen- Destino y preferencias de los usuarios del transporte

Para lograr determinar los orígenes- destinos actuales y compararlos con la información estadística se aplica la encuesta origen destino/preferencias de los usuarios del transporte, para ello se deben seguir los pasos que se muestran la Figura 2:

**Figura 6: Pasos para la encuesta origen- destino y perfil de rutas.**



(Fuente: Elaboración propia)

### **2.2.1.1 Diseño de los modelos de encuesta**

A los efectos de obtener la información relacionada con los orígenes- destino de los viajes de la población se confeccionó el modelo correspondiente para la encuesta Origen- Destino, donde se recopila además las preferencias reveladas de los usuarios del transporte.

Para la encuesta "Perfil de la ruta" el modelo recoge en el encabezado el No. de la ruta, fecha de realización, nombre del encuestador, sentido del viaje y hora de salida del ómnibus de la primera parada. En el cuerpo del modelo aparece el número de la parada, nombre de la misma, hora de llegada a la parada del ómnibus (hora, minutos y segundos), salida de la parada (hora, minutos y segundos), cantidad de pasajeros que suben y bajan en cada parada y los que quedan que no pueden abordar el ómnibus.

### **2.2.1.2 Determinación del marco muestral**

En la encuesta Origen- destino se refiere a las diferentes zonas de transporte, que está en correspondencia con los consejos populares de cada municipio.

En el caso de la encuesta "Perfil de la ruta" la selección de las rutas está dada por las vinculaciones que realicen estas y el volumen de pasajeros que transportan.

### **1.2.1.3 Selección de los puntos de muestreo y rutas a encuestar**

Se seleccionarán los puntos en el que se aplicará el modelo de encuesta verificando los más representativos para el estudio (centros educativos, centros comerciales, instituciones públicas y sitios de aglomeración de usuarios de transporte).

Se seleccionarán todas las rutas que se están operando por las diferentes Unidad Empresarial de Base en cada uno de los municipios.

### **2.2.1.4 Determinación del tamaño de la muestra**

El universo de la población lo constituye la población del área de estudio. El tamaño de la muestra (cantidad de personas a encuestar) se determina en base a la Norma Ramal NRMT-44 de 1982, así como aplicando la siguiente expresión (Molinero et al, 1996):

$$n = \frac{\sigma^2 \times P \times Q \times N}{E^2(N-1) + \pi^2 P \times Q} \quad (\text{Molinero et al, 1996})$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

$\sigma$ : Desviación típica

P y Q: Valores que indican la proporción en que se encuentran en el universo las características estudiadas

N: población de la zona de estudio

E: Error absoluto

Para garantizar un grado de confianza del 95%, el valor de  $\sigma=2$ . Según este grado de confianza el muestreo indica que se trabaja para un error absoluto de 5% el cual se encuentra dentro de los límites permitidos.

El tamaño de la muestra, es decir la cantidad de viajes a encuestar se muestran a continuación según lo establecido en la Norma Ramal del Ministerio del Transporte 44:1982 (NRMT 44:1982)

- El 20% en rutas de más de 200 viajes.
- El 25% en rutas de 102 a 200 viajes.
- El 30% en rutas de 42 a 100 viajes.
- El 50% en rutas de 22 a 40 viajes.
- El 100% en rutas de hasta 20 viajes.

### **2.2.1.5 Aplicación de las encuestas**

Para la aplicación de la encuesta se seleccionan personas que posean conocimientos de la actividad, los cuales son capacitados mediante seminarios, respecto al llenado de las mismas

La toma de información se realiza durante los siete días de la semana, en el horario comprendido entre las 07:00 – 18:00 horas.

### **2.2.1.6 Procesamiento de la información**

El apoyo automatizado para el procesamiento de la información consistió en la creación de una aplicación web con una base de datos centralizada donde se almacena toda la información de cada uno de los aspectos tenidos en cuenta en la encuesta.

Las tablas que componen la base de datos se pueden clasificar en varios tipos como son: tablas de nomencladores (información básica de codificación; tablas cuyos valores son fijos una vez establecidos: ocupación, sexo, propósitos—del viaje), tablas relacionadas (contienen referencias a otras tablas base o nomencladoras: zona de transporte) y tablas base (tablas principales de donde se parte para hacer una consulta: encuesta, viaje, preguntas). Las tablas de nomencladores contienen toda la información inicial necesaria para poder correr el formulario de inserción de datos. Las tablas base son las que tienen únicamente información de un apartado principal y contienen la



información de tablas nomencladoras y las tablas relacionadas son aquellas que contienen la relación indisoluble entre dos tablas, sean estas base y nomencladoras, o base y relacionadas.

La aplicación se implementa siguiendo la filosofía de cliente-servidor y para ello se elabora una aplicación web, por las ventajas que trae para el procesamiento de las encuestas. Permitiendo esta variante tener la aplicación en un servidor y varias Pc de escritorio haciendo función de clientes logrando insertar datos de una forma mucho más rápida mediante el acceso a la aplicación por la web.

### **2.2.1.7 Análisis de resultados**

La aplicación web muestra los resultados en forma de tablas, así como da salidas de matrices de varios datos; dicha información se publica en un documento Word para una mejor portabilidad.

Para expandir los resultados obtenidos en las encuestas a la población de la zona de estudio se calcula el factor de expansión de cada una de las zonas, utilizando la siguiente expresión

$$FE = \frac{N}{n}$$

$FE$  = Factor de expansión.

$N$  = Número de habitantes por zona de tráfico.

$n$  = Número de encuestas realizadas por zona de tráfico.

### **2.2.2 Criterio de expertos**

Esta técnica se refiere al intercambio de conocimientos en reuniones de trabajo, entre investigadores y especialistas de elevada experiencia que han participado en el proyecto, permitiendo hacer referencia y comparaciones en los diferentes acápite.

### **2.2.3 Cumplimiento de la NRMT 69:2003**

El Cumplimiento de lo establecido en la NRMT 69:2003 es obligatorio, la cual establece que el *servicio urbano* es de uso público, se emplea dentro del límite del área urbana continúa edificada y fuera de éstas cuando sea necesaria, su extensión hasta un 15% de la longitud de la ruta, definiéndose como requisitos para este tipo de servicio lo siguiente:

- a) La distancia mínima entre paradas para las rutas convencionales será de 350 metros y para las rutas rápidas de 600 metros.
- b) La longitud mínima de las rutas es de 3 km y la longitud máxima de la ruta es de 20 Km.

- c) El origen de la ruta no excederá los 500 metros de la base o punto de despacho de los ómnibus.
- d) El intervalo de la ruta en hora pico no excederá los 20 minutos
- e) El coeficiente de no linealidad de las rutas no excederá el valor de 1.4.

El *servicio interurbano* es de uso público y se utiliza para vincular poblaciones de cabeceras provinciales, éstas con poblaciones de cabeceras municipales, y además poblaciones de cabeceras municipales entre sí, sujeto a un horario e itinerario fijo y paradas establecidas con una tarifa variable acorde con la categoría del servicio y la distancia que recorra el pasajero, definiéndose como requisitos para este tipo de servicio lo siguiente:

- a) El origen-destino de la ruta será desde / hacia las estaciones de pasajeros de las cabeceras provinciales y municipales. En los pueblos será una estación intermedia donde los pasajeros puedan sentarse y protegerse del sol y la lluvia.
- b) La distancia entre paradas para este servicio estará dada por la distancia existente entre las ciudades o pueblos que tengan estaciones de pasajeros.
- c) La numeración de las rutas será del 400 al 599

El *servicio rurales* de uso público y se emplea para vincular ciudades, pueblos y poblados urbanos con zonas rurales o éstas entre sí, sujeto a un horario e itinerario fijo y paradas establecidas, con una tarifa variable en dependencia de la distancia que recorra el pasajero. Se exceptúan de esta clasificación las rutas que vinculan ciudades con zonas rurales por vías pavimentadas dentro de los radios suburbanos establecidos. Para clasificar este servicio hay que tomar en consideración que el origen y/o destino de la ruta tiene que ser siempre una zona rural. Las rutas que circulan por vías no pavimentadas dentro de los radios suburbanos definidos serán consideradas rurales de fácil y difícil acceso según corresponda. Las rutas que circulan por vías pavimentadas en zonas montañosas dentro de los radios suburbanos establecidos serán consideradas servicio rural de difícil acceso.

Los requisitos para este tipo de servicio son los siguientes:

- a) La distancia promedio entre paradas de las rutas que vinculan las ciudades con las zonas rurales estará entre 500 y 2000 metros. En las zonas rurales será variable y responderá a las necesidades reales de la población según su ubicación en el terreno.
- b) La longitud mínima de las rutas es de 4 km.

- c) La longitud máxima de las rutas es de 80 km, exceptuando Moa- Baracoa
- d) La numeración de las rutas será del 700 al 900.

#### **2.2.4 Estructura y tipología de la vialidad, la densidad de la red de servicio del transporte y la accesibilidad al medio de transporte.**

Las características y los grupos a los que afecta una red de manera más contundente son:

- *Cobertura del área de servicio:* es el área servida por el sistema de transporte público siendo su unidad de medida el tiempo o la distancia recorrida a pie (aceptable caminar). Al examinar la cobertura se debe considerar la extensión de la red, la provisión de medios de acceso a la red.
- *Densidad de la red de servicio de transporte (usuario, comunidad):* Es la relación entre la longitud de las vías por las cuales transita el transporte colectivo y la superficie del territorio (urbanizado y no urbanizado).
- *Accesibilidad:* para la accesibilidad a las paradas de lo establecido en la norma.
- *Conectividad (usuario):* Se expresa por el porcentaje de viajes que se pueden realizar sin transbordos que depende de los patrones de viaje y la red de transporte existente (entre las rutas y las vías por donde circulan). El grado de conectividad en una red se expresa en función de la relación de su longitud de ruta contra la red vial.
- *Movimiento de los pasajeros:* se determina mediante encuestas (de origen-destino, perfil de rutas) por estadística y criterio de expertos, donde se define el índice de movilidad de la población y la cantidad de viajes. La encuesta origen-destino define los viajes de la población entre diferentes puntos de la ciudad, los motivos, tiempos, y medios de transporte utilizados en los mismos. La encuesta perfil de ruta facilita la información referente a la carga por tramos (entre paradas) y el índice de ocupación de los vehículos.
- *Superposición de recorridos:* Este indicador se relaciona con la vialidad utilizada por el servicio, la ubicación de las bases de ómnibus (puntos de expedición o control del servicio). Su valor depende del tipo de servicio porque en el caso del urbano debe ser igual a la unidad o próximo a ella, porque el uso de la vialidad es más amplio.
- *Transbordos:* No existe una red de transporte que pueda servir a todos los viajes mediante rutas directas y sin transbordos. Se deben considerar dos aspectos fundamentales siendo éstos el intervalo y el tipo de ruta que se trate.

- *Coefficiente de linealidad*: Este coeficiente optimiza el recorrido de la ruta, por lo que debe estar entre 1 y 1.4 para el servicio urbano. Este se ve influenciado por la vialidad, por la topografía y por obstáculos naturales y artificiales que evitan, en la mayoría de los casos, que esta relación sea igual a 1.
- *Frecuencia (período pico, normal y confronta)*: Esta se determina en función del parque existente (o trabajando), de la demanda, del recorrido, velocidad comercial y del tiempo empleado en el viaje de la ruta.

### **2.3 Diseño/ rediseño de la red de rutas**

El diseño eficiente de una red de transporte público de las rutas individuales que la componen es un aspecto que influye significativamente en el desempeño, la atracción, los resultados económicos y la operación misma del sistema.

En el diseño de una red o ruta de transporte es necesario conocer los puntos de origen y destino o líneas de deseo que el usuario cautivo y potencial desea seguir con el fin de que las rutas de transporte se adecúen de la mejor manera a este requerimiento y reduzcan los tiempos de recorridos a bordo del usuario.

Para el diseño/ rediseño de la red de rutas hay que tener en cuenta los resultados obtenidos en la encuesta origen- destino, así como tener en cuenta los siguientes principios:

#### *Principios generales*

- Toda ruta debe tener el mismo itinerario de ida y regreso y cuando no lo permitan la vialidad y los sentidos de circulación debe de ir por las vías paralelas más cercanas
- Toda ruta debe de ir de forma directa de origen a destino para garantizar el menor tiempo de viaje a los pasajeros y cumplir con la norma en lo que se refiere a coeficiente de linealidad.
- La red de transporte público se diseña para garantizar de forma directa los principales vínculos por motivos de trabajo, estudio y como máximo con un trasbordo el resto de los movimientos deberá de ser garantizado como máximo con dos trasbordos.

#### *Servicio urbano*

- a) Con las rutas debe garantizarse la cobertura, no debe de existir superposición entre las rutas en más del 40% de su recorrido.

- b) Las distancias entre paradas no pueden ser mayor de 350 metros para las rutas alimentadoras y para las rutas principales de 600 metros.
- c) Con las rutas alimentadoras debe de garantizarse la cobertura, no debe de existir superposición entre las rutas en más del 30% de su recorrido.

#### *Servicio interurbano*

- a) La longitud de las rutas no excederá los 200 kilómetros; el origen del primer y último viaje estará ubicado en el sentido de máxima transportación.
- b) El intervalo en el horario pico no excederá los 60 minutos en el sentido de máxima demanda.
- c) Las salidas serán superiores a 6 con una frecuencia diaria.
- d) La distancia entre paradas no excederá los 2000 metros.
- e) La accesibilidad a las paradas no excederá los 1000 metros en áreas suburbanas.
- f) Permitirá intercambios (conectividad) con otras rutas o medios de transporte.
- g) La velocidad comercial estará entre los 30 km/h - 40 km/h.

#### *Servicio rural*

- a) El origen y/o destino de la ruta tiene que ser siempre una zona rural.
- b) La longitud mínima de la ruta es de 4 kilómetros y la máxima está en dependencia de la ubicación de los asentamientos rurales.
- c) La distancia promedio entre paradas de la ruta dentro de los límites del área continúa edificada de las metrópolis, ciudades, pueblos y poblados urbanos se establecerán según estas categorías en la forma siguiente:
  - Metrópoli: la distancia entre paradas es de 2.0 kilómetros.
  - Ciudad de 1<sup>er</sup> orden: la distancia promedio entre paradas es de 1,5 kilómetros. Ciudades de 2<sup>do</sup> orden: la distancia promedio entre paradas es de 1,0 kilómetros.
  - Ciudades de 3<sup>er</sup> orden: la distancia promedio entre paradas es de 500 metros.
  - Pueblo urbano de 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> orden: la distancia promedio entre paradas es de 500 metros
  - Poblado urbano de 1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> orden: tendrán solo una parada.
  - Poblado rural: Tendrán solo una parada.
- d) La accesibilidad a las paradas no excederá los 1000 metros en dependencia donde estén ubicados los asentamientos rurales.

- e) La programación será de al menos 6 viajes diarios y 4 viajes los fines de semanas;
- f) El origen del primer y último viaje estará ubicado en el sentido de máxima transportación.
- g) Estará interconectado con los servicios interurbanos de corta y media distancia, teniendo en cuenta los movimientos de la población y todos los modos de transporte posibles.
- h) La velocidad comercial oscilará entre los 25 y 35 km/h.

## **2.4 Implementación y Monitoreo**

Para la implementación y monitoreo de las propuestas realizadas se elabora el cronograma y plan de aseguramiento de la implementación, la estrategia de comunicación para el desarrollo e implementación del reordenamiento de la red de rutas y el plan de aseguramiento de monitoreo.

## **3. CONCLUSIONES**

El reordenamiento de la red permite un servicio más eficiente a corto plazo, un mejor servicio social (mayor igualdad), favorece el perfeccionamiento de la gestión empresarial, da solución a los planteamientos realizados por la población.

La metodología propuesta permite identificar las zonas sin servicio, se logra identificar los principales problemas de la vialidad que requerirán de acciones de mejoramiento para perfeccionar el diseño de las rutas.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

MOLINERO, A. R. ARELLANO, I. S. (1996) *Transporte público: Planeación, Diseño, Operación y Administración*. Quinta del Agua Ediciones, S. A. de C. V., México.

NRMT 44:1982 (1982) *Transporte Automotor. Transportación de pasajeros por ómnibus. Procedimiento para determinar los índices de explotación*, La Habana.

NRMT 69:2003 (2003) *Transportación de pasajeros por ómnibus. Clasificación, categorías y requisitos de los servicios*, La Habana.

# **EL IMPACTO DE LA AUTONOMIZACIÓN EN EL COSTO DEL TRANSPORTE Y EL EQUILIBRIO DE LOS SISTEMAS DE MOVILIDAD URBANA. APLICACIÓN AL CASO DE BUENOS AIRES.**

**Frédéric Blas,**

AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores. Buenos Aires, Argentina. fblas@acyaglobal.com

**Thomas Massin,**

Furban e ISU-FADU-UBA, Buenos Aires, Argentina. tommassin@gmail.com

**Florencia Rodríguez,**

AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores. Buenos Aires, Argentina. frodriguez@acyaglobal.com

**Miguel Uranga,**

AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores AC&A. Buenos Aires, Argentina.  
muranga@acyaglobal.com

**Roberto Agosta,**

AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores. Buenos Aires, Argentina. ragosta@acyaglobal.com

## **RESUMEN**

La autonomización de los vehículos promete ser la gran revolución de la movilidad en las próximas décadas. Este cambio disruptivo convivirá con otras dos tendencias: el desarrollo de los sistemas de vehículos compartidos y la creciente adopción de vehículos eléctricos. Si bien la autonomización puede conllevar beneficios para la sociedad, cabe esperar que la disminución generalizada de los costos de transporte no sea homogénea entre los distintos modos y provoque un desequilibrio en favor de los modos menos sustentables. En este trabajo se estima la evolución de los costos operativos del automóvil particular, el taxi, el metro, el bus y los servicios movilidad compartida. Según nuestro análisis, para todos los modos los ahorros superan ampliamente los sobrecostos asociados a las primas. Estos ahorros son en términos porcentuales sustancialmente mayores para los vehículos de menor capacidad, reduciendo la brecha de costos totales entre los distintos modos colectivos e individuales. Esta situación representa un riesgo para el equilibrio del sistema de movilidad urbana, ya que podría producir una fuerte modificación del reparto modal a favor de los vehículos de baja capacidad y un aumento de los vehículos kilómetro.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo tiene como objetivo analizar un elemento de los posibles impactos de la autonomización vehicular en el sistema de transporte: la evolución de los costos operativos monetarios que podría afectar los distintos modos que lo componen. A modo de hipótesis, se distinguen tres fuentes de modificaciones de costos, correspondientes a las tres tendencias tecnológicas señaladas, que tenderán a coincidir:

- La autonomización a través de los ahorros que supondría la desaparición de los costos vinculados a la conducción (principalmente salarios y cargas sociales);
- La electrificación vehicular principalmente por la reducción de los costos de la energía y el mantenimiento de los vehículos;
- El aumento en el uso de flotas compartidas, lo que modificará por un lado la intensidad de uso del vehículo ("car-sharing") y, por el otro, la tasa de ocupación de los vehículos ("ride-sharing").

Suponiendo un desarrollo simultáneo de las dos primeras tendencias, se realizaron estimaciones sobre las tarifas técnicas de los distintos modos del sistema de transporte en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), incluyendo vehículo privado, taxi, bus y metro.

## **2. ANTECEDENTES**

Existen varios trabajos que analizan el impacto de las mejoras tecnológicas mencionadas en los componentes de las estructuras de costos de diferentes modos de transporte. Quarles & Kockelman, (2017) analizan los costos y beneficios que traerá la electrificación y autonomización en buses. Stephens et al. (2016), Johnson & Walker (2016) y Litman (2017) también hacen lo propio para vehículos individuales, en modalidad privada o compartida, para elaborar predicciones en su implementación. En todos estos trabajos, el análisis se circunscribe a los Estados Unidos. Por otra parte, Wadud, (2017) y Bösch et al (2018) hacen un análisis completo de los costos totales de propiedad de vehículos autónomos (VA), el primero en un contexto de adopción temprana en el Reino Unido, el segundo en un estadio más maduro de penetración de la tecnología en Suiza. En nuestro conocimiento, no existen trabajos similares para la región latinoamericana. No obstante, cabe mencionar el trabajo de Willumsen & Kohli (2016) donde se presentan algunos valores para diversas regiones del mundo, en particular la latinoamericana, a partir de entrevistas a expertos del sector.

## **3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE BUENOS AIRES**

En el presente artículo hemos limitado el área el estudio a la CABA -en lugar de tomar la región metropolitana en su conjunto (AMBA)- en pos de la comparabilidad de las distintas fuentes de datos para los distintos modos, siendo el taxi y el metro modos que se circunscriben a la CABA. Así, se analizan en un territorio relativamente homogéneo los cuatro modos principales: bus, automóvil particular, metro y taxi. Luego se estudia el efecto de las movilidades compartidas. Se ha eliminado el



ferrocarril suburbano por la imposibilidad de conseguir su estructura de costos, aunque puede esperarse que sea similar a la del metro.

La CABA, con una población de 2,9 millones de habitantes, presenta una infraestructura de transporte público relativamente densa. Dentro de su perímetro, cuenta con 6 líneas de metro en operación, con una extensión total de 53,9 km, además de una red de Metrobús (infraestructura de segregación de buses en superficie) de casi 59 km. Según los últimos datos oficiales disponibles (Proyecto de Transporte Urbano en Áreas Metropolitanas Argentinas, 2009) el reparto modal se estructura de la siguiente manera: de los casi 3 millones de viajes que se realizan diariamente, un 20,1% se realiza en transporte privado (19,5% en automóvil y 0,6% en motocicleta), un 48,3% en transporte público colectivo (37,1% en bus, 8,9% en metro y 2,3% en tren), un 4,4% en taxi o remise, y un 26,1% en modos activos (24,9% caminata y 1,2% en bicicleta).

En el presente estudio se evaluarán los impactos sobre las tarifas técnicas de los distintos modos. Cabe aclarar que estas tarifas no son las percibidas por el usuario, ya que en el AMBA existe un nivel importante de subsidio al transporte público. A febrero de 2018, para recorrer una distancia promedio de 9 km, el precio de un viaje en bus representa para el usuario USD 0,43 y en metro USD 0,38, mientras que en taxi el precio mínimo es de USD 8,97, sin tener en cuenta la congestión. El nivel de subsidio se encuentra en el 65% en el caso del metro y 68% en el caso del bus.

#### **4. ESTRUCTURAS DE COSTOS**

Para la elaboración de las estructuras de costos actuales de cada modo de transporte público regulado, se utilizaron fuentes oficiales que definen las denominadas "Tarifas Técnicas". En el caso del vehículo privado, se utilizó como insumo principal el informe de la Dirección Nacional de Vialidad (2016). Estas fuentes de datos fueron adaptadas para obtener valores comparables entre modos, actualizando los valores a febrero 2018 y expresándolos en Costo por Pasajero-Kilómetro (USD/Pax-Km) con un tipo de cambio promedio del mes de febrero de 2018, equivalente a 20 pesos argentinos (ARS) por USD. Cabe aclarar que para todas las estructuras de costos, se consideró el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

**Metro (Subterráneo):** la estructura de costos por viajes en metro se obtuvo a partir del cálculo de la Tarifa Técnica elaborado por Subterráneos de Buenos Aires (SBASE) y analizado en el informe de Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado (2017), actualizado al mes de febrero del 2018. Para obtener el valor de la tarifa en USD/Pax-Km se consideraron 328,35 millones de pasajeros anuales (CNRT) y una distancia media de viajes de 12,7 km, estimada a partir del Estudio de INTRUPUBA (Truco et al., 2007), ambos datos para el metro. El reporte de SBASE consideraba costos de amortización

de la infraestructura, los cuales se han restringido a los costos de depreciación del material rodante por coherencia con el resto de los modos.

**Buses (Colectivos):** la estructura de costos de los buses se obtuvo a partir de la Resolución 1311 (Ministerio de Transporte, 2017), donde se determinan los costos por kilómetro y el Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK) para servicios de tipo Distrito Federal (entre otros), restringidos a los límites de la CABA. La distancia promedio de viaje en bus y en CABA, de 7,7 km, se obtuvo de INTRUPUBA (2007).

**Taxis:** se utilizó un modelo de tarifa elaborado por la el Entre Único Regulador de Servicios Públicos de la Ciudad (ERSP, 2018), el cual determina un valor de ficha (USD 0,16) a partir del cual el propietario de un taxi se garantiza 790 fichas diarias y 270 días trabajados, que le permite obtener su salario anual y el salario de un segundo chofer, gastos de habilitación, operación y renovación del vehículo, además de una utilidad neta. Para ello debe realizar al menos 19 viajes por día de 6,12 km promedio, obteniendo así un valor a cobrar de USD 6,78 por viaje. Este valor fue corroborado mediante encuestas. A fin de expresar la tarifa por pasajero, se utilizó la ocupación media reportada por AUSA para los vehículos privados, la cual es 1,2.

**Vehículo privado:** La base para la obtención de los costos del vehículo privado es el COSTOP (DNV, 2016), el cual presenta los costos de operación que se actualizaron a febrero de 2018 y los rendimientos de combustible, neumáticos, entre otros. Se consideraron como costos fijos el valor de adquisición del vehículo (amortizado a 12 años), los intereses, el seguro, los impuestos y tasas y el costo del estacionamiento, todos en valores anuales y, como costos variables, la depreciación del vehículo, el mantenimiento, la limpieza, el desgaste de los neumáticos y el consumo de combustible. Para considerar un uso anual y diario, se asumieron los siguientes supuestos, i) el usuario del vehículo realiza 25.000 km/año y ii) la distancia del viaje diario dentro de la CABA es equivalente a la de los viajes en taxi. A partir de estos valores se ha obtenido la estructura de costos en USD/Pax y en USD/Pax-Km. Se utilizó una ocupación media de 1,2 pasajeros por vehículo.

### ***Apertura de costos por Modo***

**Costos de Conducción:** en el caso del metro, el costo anual de los salarios al personal de la Unión Tranviaria Automotor (UTA) es de USD 147 millones anuales, de los cuales el personal a bordo de la formación (conductores y guardas) componen el 60,7% con una incidencia de 26% sobre el costo total. Para los buses, el costo de conducción en la CABA representa al 46% del costo total, según lo reportado por el Ministerio de Transporte (2017). Respecto a los taxis, el informe del ERSP (2018) incluye dentro del modelo de operación, el salario del dueño de vehículo y el costo de la contratación de

un chofer, por lo que se considera la suma de ambos conceptos, lo que arroja una incidencia del 53%.

**Costos de Combustible o Energía Eléctrica:** según los valores reportados, la incidencia producto del consumo energético y los pasajeros transportados es del 3% para el metro, del 14% para los buses y del 16% para los taxis. Para los vehículos privados se consideró un valor medio entre los distintos tipos de combustible y el consumo urbano, con una incidencia del 22% de costo del viaje.

**Costos de Mantenimiento:** se consideraron únicamente los relativos al material rodante, con una participación similar en todos los modos del orden del 6 al 8%.

**Costos de Adquisición y Amortización:** los avances tecnológicos implicarán un aumento en el costo de adquisición (prima). Para el metro, se consideran únicamente las inversiones en material rodante, de modo que este sea comparable con los otros modos. Encontramos mayor participación en los vehículos privados al considerar una gama media de vehículos superior a la de los taxis.

**Costo de Seguro:** son calculados para cada viaje del mismo modo que los costos anteriores con la excepción del vehículo privado. Para este último, al ser un costo anual, se asume la utilización mencionada del vehículo de 25.000 km anuales, con la cual se saca un costo por kilómetro, afectado por la longitud media de los viajes.

**Figura 55. Estructura de Costos por Modo**

COSTOS	METRO		BUS		TAXI		VEH. PRIVADO	
	UDS/Pax-km	%	UDS/Pax-km	%	UDS/Pax-km	%	UDS/Pax-km	%
Material Rodante	0,0040	5	0,0109	10	0,0497	5	0,0913	23
Mantenimiento MR	0,0069	8	0,0062	6	0,0525	6	0,0303	8
Energía	0,0022	3	0,0153	14	0,1455	16	0,0872	22
Seguro	0,0026	3	0,0041	4	0,0318	3	0,0478	12
Conductores	0,0215	26	0,0503	46	0,4851	53	-	-
Otro Personal	0,0275	33	0,0106	10	-	-	-	-
Seguridad	0,0020	2	-	-	-	-	-	-
Energía Instalaciones	0,0013	2	-	-	-	-	-	-
Habilitación	-	-	0,0002	0	0,0092	1	-	-
Impuestos	0,0012	1	0,0013	1	0,0793	9	0,0405	10
Estacionamiento	-	-	-	-	-	-	0,0525	13
Otros Costos	0,0145	17	0,0110	10	0,0703	8	0,0469	12
<b>TOTAL</b>	<b>0,084</b>	<b>100</b>	<b>0,110</b>	<b>100</b>	<b>0,923</b>	<b>100</b>	<b>0,397</b>	<b>100</b>

## 5. METODOLOGÍA

Este artículo considera las siguientes tres fuentes de modificación de las estructuras de costos de los distintos modos: la autonomización vehicular, la electrificación vehicular y el aumento en el uso de flotas compartidas, lo que modificará por un lado la intensidad de uso del vehículo ("car-sharing") y, por el otro, la tasa de ocupación de los vehículos ("ride-sharing").

### ***La autonomización vehicular***

Si bien se suele asumir que los VA son eléctricos, a efectos del presente trabajo se los conciben como dos tecnologías distintas cuyos impactos en los costos pueden diferenciarse. En esta primer instancia se analizarán únicamente los impactos que trae la autonomización completa de nivel 5 (SAE, 2016). Las estimaciones sobre la penetración masiva de mercado divergen, a título de ejemplo, Corwin et al, (2015) estima, para los Estados Unidos, que las ventas de VA superarán el 70% para 2035, mientras que Willumsen & Kohli (2016) proyectan un 20% de la flota a partir de 2045.

#### *Vehículos individuales (vehículos privados y taxis)*

Los VA requieren equipamientos adicionales a bordo, incluyendo sistemas de GPS, LIDARs, cámaras, sensores y sistemas informáticos varios que suman costos adicionales (Wadud, 2017). A partir de un análisis de la literatura (Bösch et al., 2018; Willumsen & Kohli, 2016; Transport Systems Catapult, 2017; Lipson & Kurman, 2016; Stephens et al, 2016) se estima que el valor con mayor consenso para esta prima es de 7000 USD. Por otra parte, la autonomización de los vehículos, en particular para aquellos que brindan servicios públicos, presenta distintos tipos de ahorros. El primero de ellos es la desaparición de los costos asociados a la conducción (salarios y cargas sociales). En este sentido se asume un importante impacto sobre el costo del viaje taxi con una reducción del 100% sobre el costo de conducción, que como se dijo anteriormente, representa el 53% de la actual estructura de costos. En segundo término se han considerado ahorros en energía del 10% (Stephens et al, 2016), los cuales están relacionados con un manejo más eficiente del vehículo y una reducción del peso del vehículo debido la eliminación de elementos de seguridad a causa de un manejo más seguro (Mackenzie, Heywood, & Zoepf, 2012). Asimismo, se prevé una disminución radical de los accidentes, hoy debidos al error humano en orden del 90% de los casos (Mikulík et al., 2013), habilitando una notable reducción de los costos de seguro, estimada para este trabajo en 50% (tomando como referencia Bösch et al., 2018). Por último se asume que, si bien los sensores de la autonomización podrán requerir algún tipo de mantenimiento, no se considera ningún costo adicional por esta tecnología frente a los costos de mantenimiento actuales.

### *Vehículos de Transporte Público Colectivo (Buses y Metro)*

En el caso del bus, donde la tecnología es muy similar a la de los vehículos privados, se ha estimado que los impactos (en términos porcentuales) en costos de la autonomización vehicular son similares a los presentados anteriormente (7.000 USD), valor que representa un sobrecosto en la adquisición del material rodante del 5%. En cambio, para el caso del metro, la tecnología de autonomización (Operación Automática de Trenes - GoA 4. Ver UITP, 2016) se encuentra en funcionamiento en el mundo e inclusive pre-instalada en la línea H del metro de Buenos Aires. A efectos del presente trabajo, no se ha considerado que el salto tecnológico de los niveles actuales al GoA4 del conjunto de la red implique un aumento en el costo de inversión en material rodante (ver Informe para Metro de Bogotá de Systra, 2016). Es importante notar que para este modo se ha tomado la opción de no considerar costos de inversión en infraestructura (vías, señalamiento, estaciones, etc.) al igual que para los otros modos. Del lado de los ahorros, solamente se considera la desaparición de los costos asociados a la conducción pero no posibles mejoras en costos de mantenimiento ni tampoco las eficiencias obtenidas a través de las mejoras de frecuencia y aumentos de capacidad obtenidos. Del lado de los ahorros, al igual que para los vehículos particulares y taxis, se consideró una eliminación de los costos de conducción para buses y metro así como un ahorro del 10% en el costo del combustible gracias a un manejo más eficiente (Liu et al, 2017) y un ahorro del 50% en los costos asociados al seguro (Bösch et al., 2018) únicamente para buses.

### **La electrificación vehicular**

Se prevé una aceleración de la baja penetración actual de los vehículos eléctricos en el mercado de automóviles latinoamericano gracias a una reducción en los costos del vehículo, una mayor autonomía en las baterías y la eliminación de barreras al consumidor. BNEF (2017) estima que, para 2035, los vehículos eléctricos representarán más de 50% de las ventas de nuevos vehículos en Europa, Estados Unidos y China, y más de 20% en el resto del mundo donde hoy es casi nula. Analizamos entonces el impacto esperable sobre las estructuras de costos de los modos de transporte estudiados ante un cambio en la motorización, de sistemas de combustión interna a eléctricos, considerando en todos los casos la tendencia de reducción de costos actuales debido a mayor escala y avances tecnológicos en base a la información disponible.

### *Vehículos individuales (vehículos privados y taxis)*

Ante la situación planteada, los vehículos livianos encontrarán un fuerte impacto en su estructura de costos frente a una reducción de los componentes de estos motores. Por ejemplo se estima que el costo de las baterías tendrá una reducción del 54% para el año 2030 (Curry, 2017) y a estos efectos Johnson & Walker (2016) estiman una reducción del costo del vehículo eléctrico del 13% al año 2030. Para este trabajo se ha

asumido que una vez estabilizado el valor del vehículo eléctrico, la prima de este sobre el vehículo convencional será del 10%, considerando dos recambios necesarios de baterías como parte del mantenimiento necesario. A su vez la misma publicación estima una reducción del 10% de los costos de mantenimiento del vehículo (siendo que las baterías forman parte del análisis de la prima) debido a la simplicidad que presentan los motores eléctricos frente a los motores de combustión interna y se asume un ahorro del 53% del costo de la energía Johnson & Walker (2016), valor similar al estimado por Rodie Caroline (2018) quien lo sitúa en 50%. Por último actualmente se presentan ahorros en los costos del seguro, situándose estos en un 35% menos para los vehículos eléctricos según comparaciones realizadas por (Bösch et al., 2018).

#### *Vehículos de Transporte Público Colectivo (Buses y Metro)*

Para el metro, no se han considerado impactos en la estructura de costos, entendiendo que la tecnología analizada ya es una realidad. En cuanto a los valores de adquisición de buses eléctricos Nykvist & Nilsson (2015) indican que si bien el valor de las baterías representaban en el año 2015 el 71% del costo del bus, la tendencia mostraba una reducción anual de estas del 14%. En base a ello Quarles y Kockelman (2018) estiman una reducción futura del 30% del costo, por lo que se asume una prima futura del 16% sobre los buses convencionales. Respecto al consumo energético, se adoptan los ahorros estimados por Gurciullo (2016), correspondientes a una disminución del 65% del consumo energético. Finalmente, se asume el mismo ahorro mantenimiento y gastos en seguros que los vehículos del 10% y 35% respectivamente.

#### **Las movilidades compartidas**

Por "Car-sharing" se entiende el acceso a demanda a una flota compartida de vehículos mientras que "ride-sharing" refiere a la facilidad de compartir viajes entre pasajeros y conductores con pares origen-destino similares (Shaheen et al., 2015) Dentro de esta segunda categoría podrían situarse los servicios de combis del Área Metropolitana de Buenos Aires. Por otra parte, se encuentran los servicios de tipo "ride-sourcing" que utilizan aplicaciones celulares para conectar una comunidad de conductores con pasajeros (Shaheen et al, 2015). Los servicios ya conocidos de las empresas UberX, Cabify e Easytaxi en CABA entran en esta categoría así como Lyft y Didi Chuxing en otros países. Algunas de estas plataformas permiten compartir el viaje entre pasajeros con rutas similares ("ride-splitting"), como por ejemplo los servicios UberPOOL y Lyft Line. Es precisamente esta última modalidad la que se prevé irrumpirá como el principal modo de transporte de baja capacidad, inclusive modificando los patrones de propiedad privada individual de los vehículos (Corwin et al., 2015; Horstkötter, Freese, & Schönberg, 2014; Viegas et al. 2016).

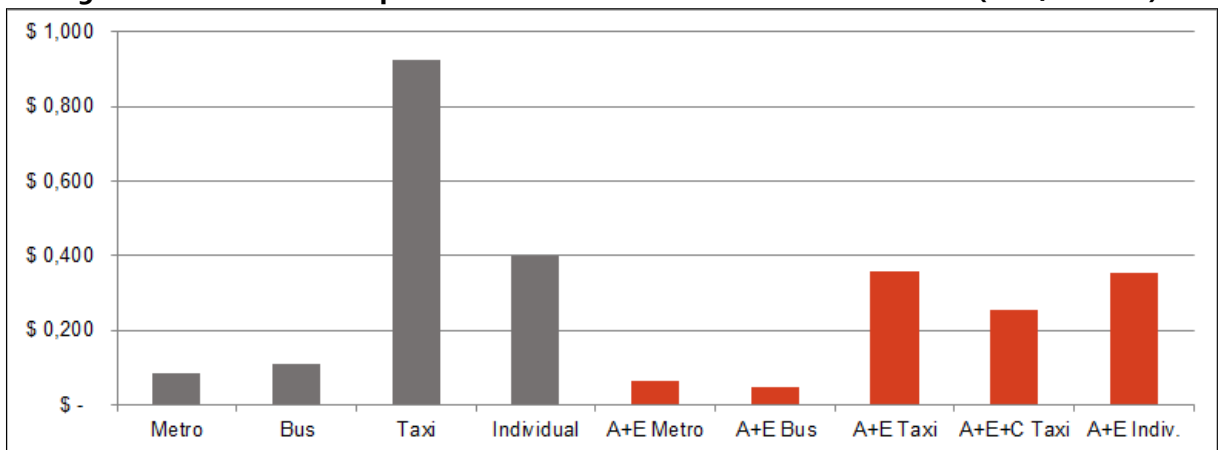
Ante la poca información disponible sobre estos modos pero también la dificultad de predecir los efectos de las regulaciones que se podrían aplicar para el caso de CABA (por ejemplo obligación de disponer de licencias), se concibió este modo a partir de

modificaciones en la estructura de costos del taxi. En particular, a efectos del presente trabajo, se conceptualizó este modo mediante un aumento en la intensidad de uso del vehículo y, por el otro, de la tasa de ocupación de los vehículos. Para ello, se consideró una reducción de la longitud de recorridos en vacíos (10%) y una tasa de ocupación promedio de 2 pasajeros por viaje (al igual que los resultados obtenidos para Lisboa en el trabajo de Viegas et al. (2016)).

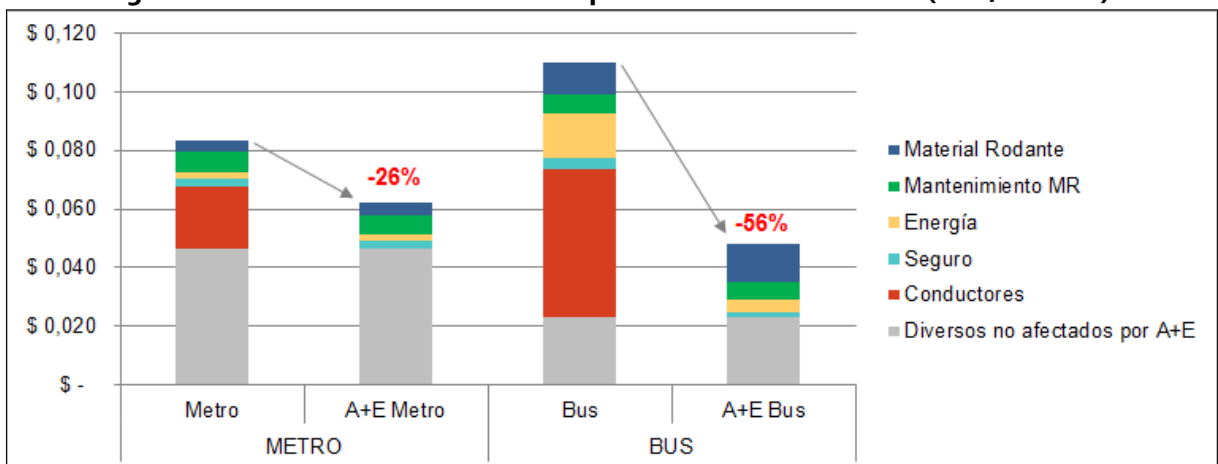
## 6. RESULTADOS

Los resultados muestran por un lado que los ahorros, para todos los modos, superan ampliamente los sobrecostos asociados a las primas. Estos ahorros son en términos porcentuales sustancialmente mayores para los vehículos de menor capacidad, debido en mayor medida al ahorro de los costos de conducción y en menor nivel a los menores costos en consumo de energía, reduciendo la brecha de costos totales entre los distintos modos colectivos e individuales.

**Figura 56. Costos de transporte en Situación Actual vs Escenarios Futuros (USD/Pax-km)**

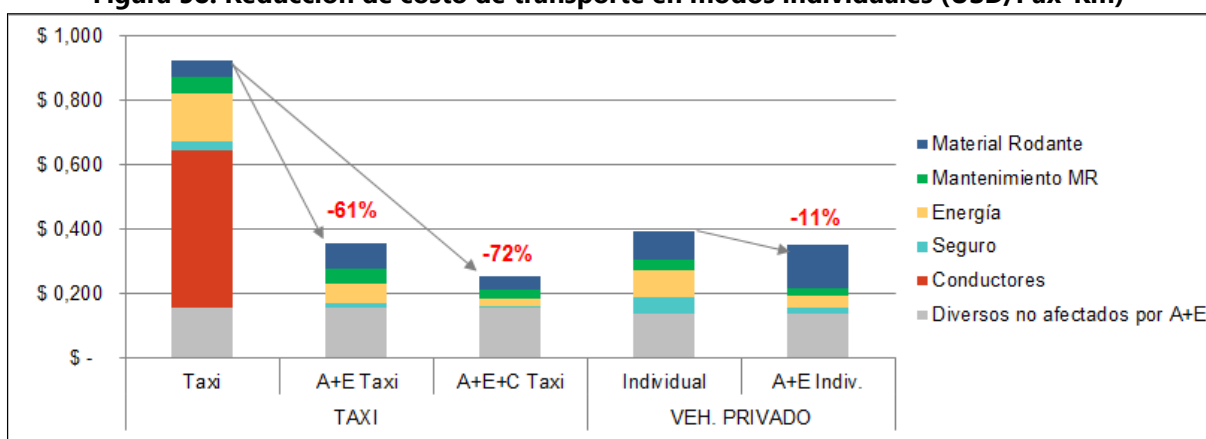


**Figura 57. Reducción de costo de transporte en modos colectivos (USD/Pax-Km)**



En el caso de los modos de transporte público colectivo (bus y metro), las mejoras tecnológicas favorecen fuertemente al bus, con un ahorro estimado de 56% contra 26% para el metro. Estos resultados implican que el bus pase a tener un costo por pasajero kilómetro inferior al metro (0,048 contra 0,062 USD/Pax-Km). En el caso de los taxis y vehículos privados individuales, se estimó un ahorro de 61% para los taxis alcanzando un costo de 0,357 USD/Pax-Km, y entonces un valor muy cercano al obtenido para los vehículos privados individuales (0,353 USD/Pax-Km con 11% de ahorros). Además, el análisis realizado muestra que la modalidad de taxi compartido permite un ahorro aún mayor, alcanzando 0,26 USD/Pax-Km y un total de 72% de ahorros respecto del taxi actual.

**Figura 58. Reducción de costo de transporte en modos individuales (USD/Pax-Km)**



Finalmente, cabe mencionar que el análisis realizado no incluye consideraciones sobre el menor costo percibido (no incluido en este análisis) por la liberación de la necesidad de conducir en el caso del vehículo privado individual, lo cual, bajo un enfoque de costos generalizados, implicaría probablemente un ahorro sustancialmente más importante de costos para este modo.

## 7. CONCLUSIONES

Hemos podido demostrar el fuerte desajuste potencial en costos operativos a favor de vehículos de baja capacidad. Esta situación podría producir una fuerte modificación del reparto modal de los viajes a favor de los vehículos de baja capacidad, un aumento sustancial de los vehículos kilómetro, con las consecuentes externalidades negativas sobre la expansión de las áreas urbanas. En efecto, los resultados obtenidos por Agosta et al. (2018) para la CABA muestran que, ante ahorros similares (si transferidos a la tarifa), más de 55% de los usuarios del transporte colectivo o no motorizado migraría hacia los VA en su modalidad individual o compartida. Se justifica entonces la necesidad de nuevas políticas públicas que permitan integrar conceptos de costos y beneficios para la sociedad en su conjunto. A título de ejemplo, se podrían aplicar peajes en distintas modalidades (congestión, uso, acceso), que puedan orientar el



reparto modal hacia más sustentabilidad ambiental, social y económica de la ciudad en el futuro. Asimismo, los resultados obtenidos muestran que los niveles actuales de subsidio podrían reducirse sustancialmente, abriendo oportunidades para la implementación de nuevas políticas de planeamiento de transporte.

En función del desarrollo metodológico y de los resultados presentados, en próximos trabajos se propone la ampliación del análisis al AMBA, incorporando específicamente el ferrocarril suburbano y proponiendo el desarrollo de estructuras de costos más detalladas y con consideraciones homogéneas entre modos (por ejemplo en cuanto a costo de capital). En particular, se desarrollará una estructura para un modelo de operación de flota y viajes compartidos. Por otra parte, es de esperar que en los próximos años se dispondrá de un mayor nivel de información sobre vehículos eléctricos en el contexto latinoamericano, permitiendo afinar las estimaciones realizados. Finalmente, próximos trabajos incorporan un enfoque de costos generalizados y escenarios de modificación del reparto modal.

## BIBLIOGRAFÍA

Agosta et al (2018). Implications of CAV on public transportation systems in Latin-American cities

BNEF. (2017). *Electric Vehicle Outlook 2017*.

Bösch, P. M., Becker, F., Becker, H., & Axhausen, K. W. (2018). Cost-based analysis of autonomous mobility services. *Transport Policy*, 64, 76–91. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.09.005>

CNRT. Estadísticas ferroviarias. Retrieved May 15, 2018,

Corwin, S., et al (2015). The future of mobility - How transportation technology and social trends, 32.

Curry, C. (2017). *Lithium-ion Battery Costs and Market*.

Dirección Nacional de Vialidad. (2016). *Costos de Operación de Vehículos*.

Entre Único Regulador de Servicios Públicos de la CABA. (2018). *Informe sobre auditoría pública*.

Gurciullo, B. (2016). (2016). CTA to Buy More Electric Buses. *Chicago Tribune*. Retrieved from <http://www.chicagotribune.com/news/local/breaking/ct-cta-electric-buses-met-20160122-story.html>

Horstkötter, D., Freese, C., & Schönberg, T. (2014). Shared mobility: How new businesses are rewriting the rules of the private transportation game. *Think Act*, (July), 28. <https://doi.org/10.1145/2688487>

Johnson, C., & Walker, J. (2016). *Peak car ownership report*. Rocky Mountain Institute.

Lipson, H., & Kurman, M. (2016). *Driverless. Intelligent Cars and the Road Ahead*.

Litman, T. (2017). Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning. *Transportation Research Board Annual Meeting*, 42(2014), 36–42.

Liu, J. (2017). Anticipating the Emissions Impacts of Smoother Driving By Connected and Autonomous Vehicles, Using the Moves Model.

Mackenzie, D., Heywood, J., & Zoepf, S. (2012). Determinants of U . S . passenger car weight,  $x(x)$ , 1–23.

Mikulík, J., Holló, P., Degener, S., Mdawarima, T., Kowalski, K., & Elsenaar, P. (2013). *ROAD ACCIDENT INVESTIGATION GUIDELINES FOR ROAD ENGINEERS*.

- Ministerio de Transporte. (2017). *Resolución 1311-E/2017*.
- Nykvist, B., & Nilsson, M. (2015). Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate2564>
- PTUMA. (2009). Encuesta de Movilidad Domiciliaria 2009-2010 Área Metropolitana de Buenos Aires.
- Quarles, N., & Kockelman, K. (2017). Costs and Benefits of Electrifying and Automating U.S. Bus Fleets.
- Rodie Caroline. (2018). *Travel Effects and Associated Greenhouse Gas Emissions of Automated Vehicles* Davis: National Center for Sustainable Transportation.
- Shaheen, S. et al. (2015). Shared Mobility a Sustainability and Technology Workshop. *UC Berkeley Transportation Sustainability Research Center*, 30.
- Stephens, T. S. et al (2016). Estimated Bounds and Important Factors for Fuel Use and Consumer Costs of Connected and Automated Vehicles, 1–58.
- Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado. (2017). *Informe FIUBA* (Vol. Anexo B).
- Transport Systems Catapult. (2017). *Market Forecast for connected and autonomous vehicles*.
- Truco, N., Dall'ospedale, L., Melen, E., Aguirre, M., Vázquez, R., & Galeota, C. (2007). *INTRUPUBA RMBA*.
- Viegas, J., Martinez, L., Crist, P., & Masterson, S. (2016). Shared Mobility. Innovation for Liveable Cities. *International Transport Forum's Corporate Partnership Board*, 1–56.
- Wadud, Z. (2017). Fully Automated, Driverless Vehicles: Total Costs of Ownership Analysis to Identify Early Adopters in the United Kingdom, 2017(0).
- Willumsen, L. G., & Kohli, S. (2016). Traffic forecasting and autonomous vehicles. *European Transport Conference*, 1–14.

# **MICROSSIMULAÇÃO DE PEDESTRES: O IMPACTO DA CHEGADA DA LINHA 06 À ESTAÇÃO SÃO JOAQUIM DO METRÔ DE SÃO PAULO**

**Celio Daroncho**

Faculdade de Tecnologia de São Paulo (Fatec Zona Leste) – São Paulo – SP – Brasil  
celio.daroncho@fatec.sp.gov.br

**Carlos Augusto Vieira Vidoto**

Universidade Anhembi Morumbi (UAM) – São Paulo – SP – Brasil  
vidoto.carlos@gmail.com

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como foco o desenvolvimento e análise do fluxo de pedestres na estação São Joaquim do metrô (Linha 1 – Azul), a qual irá receber a integração da nova Linha 6 – Laranja. O estudo consiste na análise do fluxo de pedestres na estação existente e na construção de um modelo de microssimulação de pedestres, com o uso de um software específico de microssimulação de pedestres, para que seja possível simular e verificar a operação da nova estação a ser construída. O intuito do desenvolvimento da microssimulação é demonstrar que a utilização de ferramentas como a tal é de suma importância nas fases iniciais de projeto para evitar problemas que, em alguns casos, já são conhecidos na operação de estações e terminais, além do benefício financeiro de ajustes previamente calculados no dimensionamento dos equipamentos, como quantidade de bloqueios, escadas fixas e rolantes, elevadores, largura de corredores, etc. A simulação ajuda a se prever o comportamento dos usuários e a operação dos equipamentos de estação, mostrando a situação de operação e os locais que precisam de atenção no momento de projeto e também durante a operação.

## **1. INTRODUÇÃO**

Novas estações de metrô são inauguradas em São Paulo e muitos problemas são percebidos apenas quando estas estão em operação. Para o desenvolvimento de um projeto, normas e cálculos são utilizados para que se atenda aos níveis de serviço aceitáveis para os usuários. Entretanto, certas situações são difíceis de serem notadas na fase de projeto, sem uma melhor visualização do fluxo de pessoas na estação.

A estação São Joaquim – Linha 1 se encontra na região central da cidade e foi projetada de modo a receber a quantidade de usuários de meados de 1970. Atualmente uma nova linha (Linha 6 – Laranja) está em estudo, e a estação será terminal da linha que se iniciará em Brasilândia. A integração entre linhas, e as regiões que serão ligadas, fazem com que esta estação seja estudada para atender o alto fluxo que tende a ser incorporado a ela. Dados de origem-destino e quantidade de usuários foram utilizados para projetar e dimensionar, de forma segura e garantindo conforto, na nova estação.

Para a análise em questão, foi utilizado um *software* de microsimulação de pedestres para o estudo do fluxo de passageiros em uma estação de metrô. A partir da simulação, foi possível propor soluções ainda na fase de projeto para se obter o melhor design para a estação visando uma melhoria no fluxo dos passageiros.

## 2. MICROSIMULAÇÃO E NÍVEL DE SERVIÇO

A simulação é cada vez mais utilizada para a análise de áreas com movimento intenso de pedestres, com o intuito de gerar espaços seguros, confortáveis e amigáveis e vem substituindo os modelos teóricos, criando integrações mais interessantes com modelos de macrossimulação gerados para a análise de demanda de pedestres.

Conforme HCM (TRB, 2000) e FTA (2003), a qualidade do serviço exige medidas quantitativas para caracterizar as condições operacionais dentro de um fluxo de tráfego e o nível de serviço é uma medida que influencia parâmetros que envolvem velocidade e tempo de viagem, liberdade de manobra, interrupções de tráfego, e conforto e conveniência. Para Fruin (1987), os níveis de serviço são divididos em seis categorias e analisam a disponibilidade de metros quadrados por pessoa (Tabela 16).

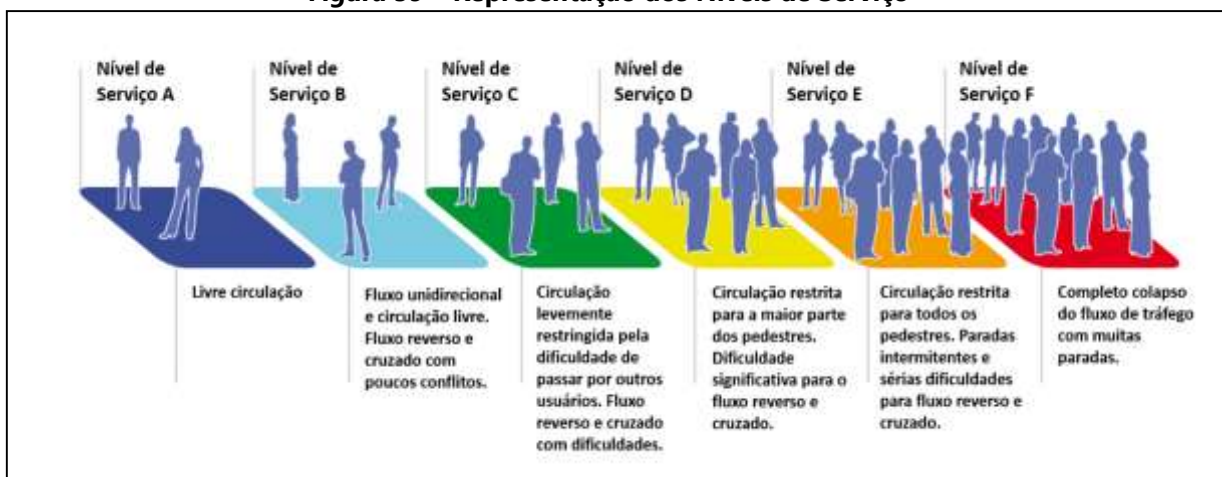
**Tabela 16 – Nível de Serviço – Metros Quadrados disponíveis por pessoa**

Nível de serviço	A	B	C	D	E	F
Passarelas	> 3,25	3,25 a 2,32	2,32 a 1,39	1,39 a 0,93	0,93 a 0,46	< 0,49
Escadarias	> 1,85	1,85 a 1,39	1,39 a 0,93	0,93 a 0,65	0,65 a 0,37	< 0,37
Áreas de filas	> 1,21	1,21 a 0,93	0,93 a 0,65	0,65 a 0,28	0,28 a 0,19	< 0,19

Fonte: Adaptado de Fruin (1987)

Para analisar o nível de serviço é necessário verificar a disponibilidade de área em um certo espaço. Segundo Still (2000), multidões não fluem como fluidos se espalhando regularmente por toda uma área. A TfL (2012), descreve e ilustra, Figura 59, os níveis de serviço comparando com a qualidade do espaço para fornecer níveis adequados de conforto sem “superdimensionar” as estações, tornando-as economicamente inviáveis.

**Figura 59 – Representação dos Níveis de Serviço**



Fonte: adaptado de TfL (2012)

### **3. A ESTAÇÃO SÃO JOAQUIM**

A estação São Joaquim está situada próxima ao centro de São Paulo, sendo um grande ponto de atração de usuários por conta da proximidade com universidades e hospitais. A estação recebe, diariamente, um carregamento de aproximadamente 46 mil pessoas.

A estação da linha 1 conta com dois acessos, leste e oeste e após a passagem pela linha de bloqueios, no mezanino, diversas escadas rolantes e fixas fazem a conexão, direta, com as plataformas.

A estação da linha 6, contará com seis níveis. O hall de bilheteria é o primeiro nível após a entrada na estação, ao passar pela linha de bloqueios, os usuários se distribuirão entre os equipamentos de circulação vertical para acessar os níveis inferiores e chegar ao mezanino, que tem a função de distribuir os usuários nas plataformas e que tende a ser o “funil” que controlará a velocidade e a quantidade de usuários que seguem sentido transferência, principalmente. O nível de transferência entre linhas será o com maior circulação de usuários e possui um túnel de 94 m conectando as duas estações.

### **4. COLETA E ANÁLISE DE DADOS**

A validação da planta teve como foco os pontos de grande impacto no fluxo dos usuários, como as escadas rolantes e fixas, número de bloqueios, quiosques, posição e direção das filas nas bilheteria, entre outros. Após a validação, foi efetivada uma contagem em pontos previamente definidos para poder simular o cenário base da hora

pico manhã. O principal objetivo da contagem era validar a distribuição dos usuários por sentido (Jabaquara e Tucuruvi) e também a real utilização de escadas na estação.

Para o dimensionamento da nova estação, foram utilizados os seguintes critérios:

- a) Dimensionado para o ano horizonte de 2020, ano base da simulação;
- b) Intervalos entre trens previsto de 150 segundos;
- c) Acessos com largura mínima de 2,00 metros, divididos em módulos de 0,60 metros com capacidade de 1.800 pessoas/hora por módulo;
- d) A quantidade de bloqueios deverá atender a demanda de embarque e desembarque estimada e da rota de fuga, acrescida em 10%, para contemplar eventuais falhas ou manutenção dos equipamentos.
- e) Escadas fixas de largura mínima de 2,00 metros e divididos em módulos de 0,60 metros com capacidade de 2.400 pessoas/hora por módulo;
- f) Escadas rolantes com capacidade de 6.500 passageiros/hora;
- g) Bloqueio com capacidade de 1.200 passageiros/hora entrando e 1.500 passageiros/hora saindo;
- h) Mezaninos são dimensionados para acumular até 20% dos passageiros em cada intervalo entre trens com capacidade máxima de 2,5 passageiros/m<sup>2</sup>.

Por se tratar de uma estação de integração entre linhas, diferentes estudos de demanda foram analisados, nas duas linhas. De acordo com o Metrô, é esperado um carregamento diário de aproximadamente 166 mil pessoas na estação da linha 1, um aumento de aproximadamente 360% em relação ao volume atual e durante o horário de pico da manhã a previsão é que a estação receba em torno de 38 mil pessoas entre embarque e desembarque.

A Tabela 17 representa a previsão de demanda para o pico da manhã na estação São Joaquim da linha 1 e a Tabela 18 representa a previsão de demanda para o pico da manhã na estação São Joaquim da linha 6 ambas para o horizonte de 2020.

**Tabela 17 – Estimativa de Demanda da Estação São Joaquim na Linha 1 no horizonte do ano 2020**

Estação Linha 1	Horário de Pico da Manhã						Diário
	Tucuruvi - Jabaquara			Jabaquara – Tucuruvi			
	Emb.	Des.	Total	Emb.	Des.	Total	
São Joaquim	8.809	10.122	18.930	7.401	11.563	18.964	166.170

Fonte: adaptado de Move São Paulo (2015)

**Tabela 18 – Estimativa de Demanda da Estação São Joaquim na Linha 6 no horizonte do ano 2020**

Estação Linha 6	Horário de Pico da Manhã						Diário
	Brasilândia – São Joaquim			São Joaquim – Brasilândia			
	Emb.	Des.	Total	Emb.	Des.	Total	
São Joaquim	0	15.967	15.967	11.652	0	11.652	121.110

Fonte: adaptado de Move São Paulo (2015)

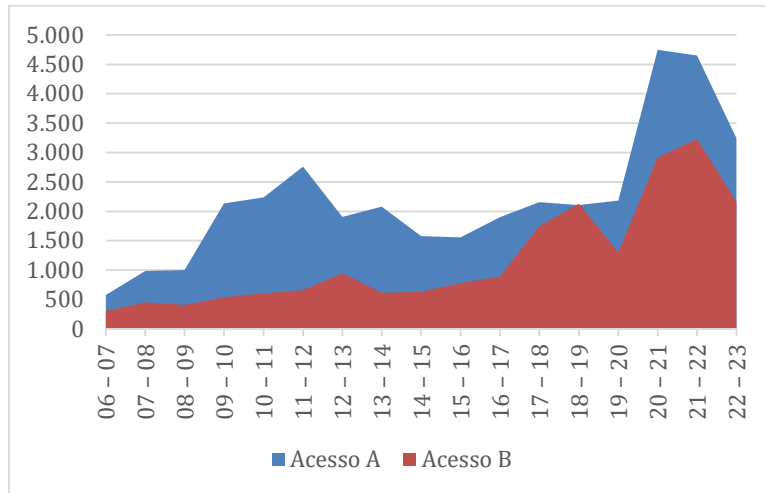
Outro ponto importante, para que a simulação reflita a situação da estação, é a distribuição dos usuários por acesso. A

Tabela 19 e a

**Figura 60** demonstram os resultados da pesquisa de campo nos acessos da estação. Pode-se verificar que o acesso A (65,1%) recebe uma quantidade bastante superior de usuários que o acesso B (34,9%).

**Tabela 19 – Contagem nos Acessos da Estação São Joaquim**

Horário	Aces. A	Aces. B
	Leste	Oeste
06 – 07	576	306
07 – 08	983	450
08 – 09	998	405
09 – 10	2.133	538
10 – 11	2.235	605
11 – 12	2.760	655
12 – 13	1.906	944
13 – 14	2.078	616
14 – 15	1.577	630
15 – 16	1.558	775
16 – 17	1.897	892
17 – 18	2.157	1.745
18 – 19	2.105	2.130
19 – 20	2.185	1.302
20 – 21	4.748	2.916
21 – 22	4.649	3.228
22 – 23	3.247	2.166
Total	37.792	20.303



**Figura 60 – Entradas por acesso na Estação São Joaquim**



Para o desenvolvimento do modelo de simulação foram necessários dados mais detalhados que refletissem a integração das linhas na estação São Joaquim e número de lindeiros embarcados e desembarcados nas duas estações, estes dados podem ser observados na Tabela 5 e na **Tabela 21**.

**Tabela 20 – Carregamento Estação São Joaquim Linha 1 no Pico da manhã – Ano 2020**

Linha 1	Embarcados			Desembarcados			Diário
	Lindeiro	Linha 6	Total	Lindeiro	Linha 6	Total	
São Joaquim	801	15.409	16.210	10.131	11.555	21.686	166.170

Fonte: Move São Paulo (2015)

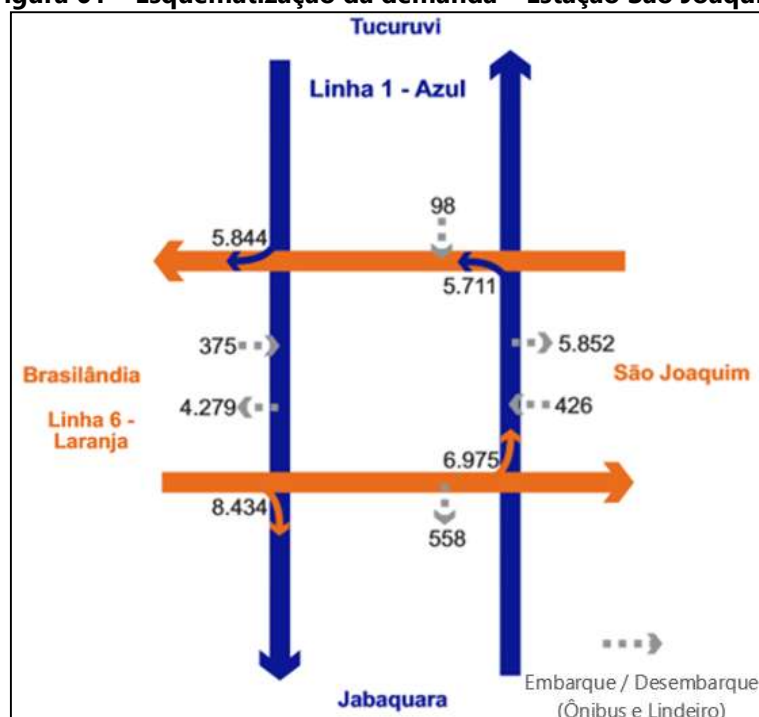
**Tabela 21 – Carregamento Estação São Joaquim Linha 6 no Pico da manhã – Ano 2020**

Linha 6	Embarcados			Desembarcados			Diário
	Lindeiro	Linha 1	Total	Lindeiro	Linha 1	Total	
São Joaquim	98	11.555	11.653	558	15.409	15.967	121.110

Fonte: Move São Paulo (2015)

Analisando-se estas informações, pode-se verificar que 57% do fluxo de usuários, de integração, acessarão a linha 1, enquanto 43% acessarão a linha 6; 47% do total de usuários desembarcados na linha 1 não realizarão a integração e apenas 3,5% dos desembarcados na Linha 6 não realizarão a integração; 30% do trânsito total de usuários durante a hora pico da manhã virá das entradas e saídas externas e 70% virão da interligação entre as linhas. A Figura 61 ilustra a distribuição do fluxo na estação.

**Figura 61 – Esquematização da demanda – Estação São Joaquim**



Fonte: Move São Paulo (2015)

A demanda mostra os carregamentos horários da estação durante o horário de pico, entretanto como a simulação se refere apenas a hora pico manhã, fez-se necessário uma melhor análise dentro deste pico, ou seja, precisou-se analisar o pico dentro do pico. A contagem demonstrou que, na hora pico da manhã, o maior carregamento está entre 7:15 e 8:15 (horário simulado no modelo). Com base em todos estes dados, foram elaborados os parâmetros (premissas) para a simulação, mostrados na **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Tabela 22 – Premissas Adotadas no Modelo**

Intervalo entre trens (Headway)	Linha 1	150 segundos
	Linha 6	120 segundos
Capacidade disponível nos trens	Tucuruvi	60%
	Jabaquara	60%
	Brasilândia	100%
	São Joaquim	0
Capacidade dos bloqueios (por equipamento)	Entrada	17 pessoas/minuto
	Saída	25 pessoas/minuto
Quantidade de bloqueios	Entrada (linha 1)	4 equipamentos
	Saída (linha 1)	8 equipamentos
	Entrada (linha 6)	2 equipamentos
	Saída (linha 6)	2 equipamentos
Tempo de porta aberta	30 segundos	
Preferência para desembarque	5 segundos	
Capacidade média da escada rolante	100 pessoas/metro/minuto	

## 5. ANÁLISE DA MICROSSIMULAÇÃO

A partir da simulação foi possível notar alguns pontos de conflito de fluxos e acúmulo de pedestres dentro da estação, estes que podem ter um impacto grande na operação da estação. Para um melhor entendimento do modelo, as entidades foram diferenciadas por cores (**Figura 62**).

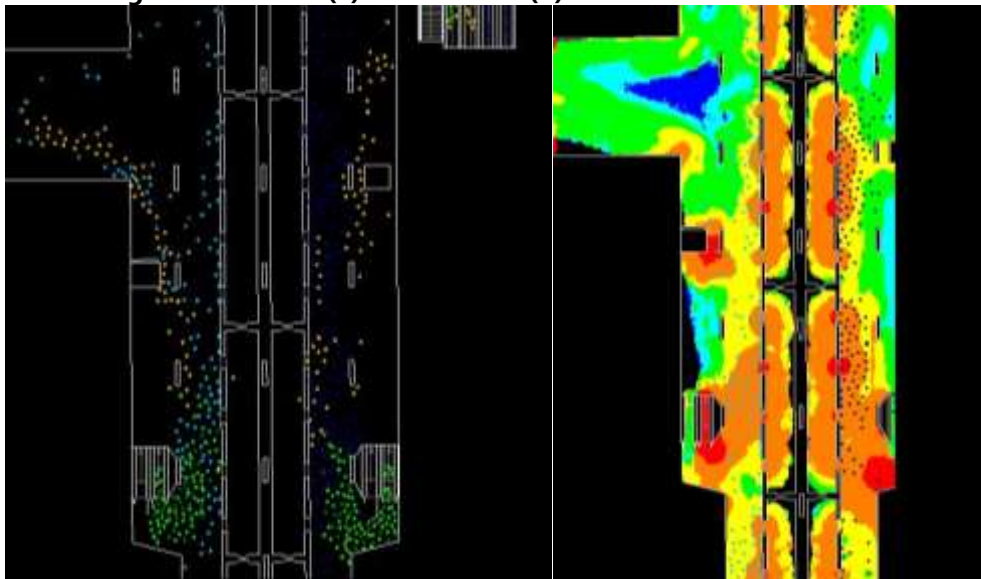
**Figura 62 – Cores das entidades por destino**

Saída Leste Linha 1	Saída Oeste Linha 1	Embarque L1 Jabaquara	Embarque L1 Tucuruvi	Embarque Linha 6	Saída Linha 6
------------------------	------------------------	--------------------------	-------------------------	---------------------	------------------

A Figura 63a mostra o conflito de usuários nas plataformas da linha 1, ou seja, aqueles que desembarcam, e querem acessar à linha 6, precisam atravessar um grande acúmulo de usuários tentando subir a escada rolante sentido mezanino, da mesma forma que aqueles que querem embarcar nos primeiros carros precisam transpor um grande acúmulo de pessoas. A **Figura 63b** mostra que as áreas em frente as escadas rolantes apresentam níveis de serviço E e F durante o pico. Aparentemente isso é devido a

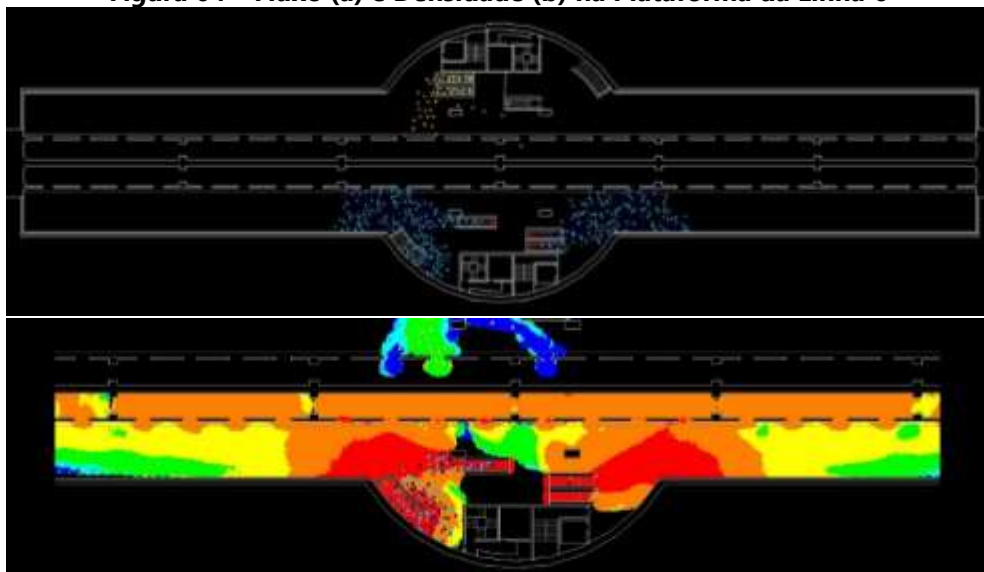
largura da plataforma e o posicionamento das escadas rolantes, que propiciam o acúmulo de usuários na plataforma e os conflitos de fluxo.

**Figura 63 – Fluxo (a) e Densidade (b) na Plataforma da Linha 1**



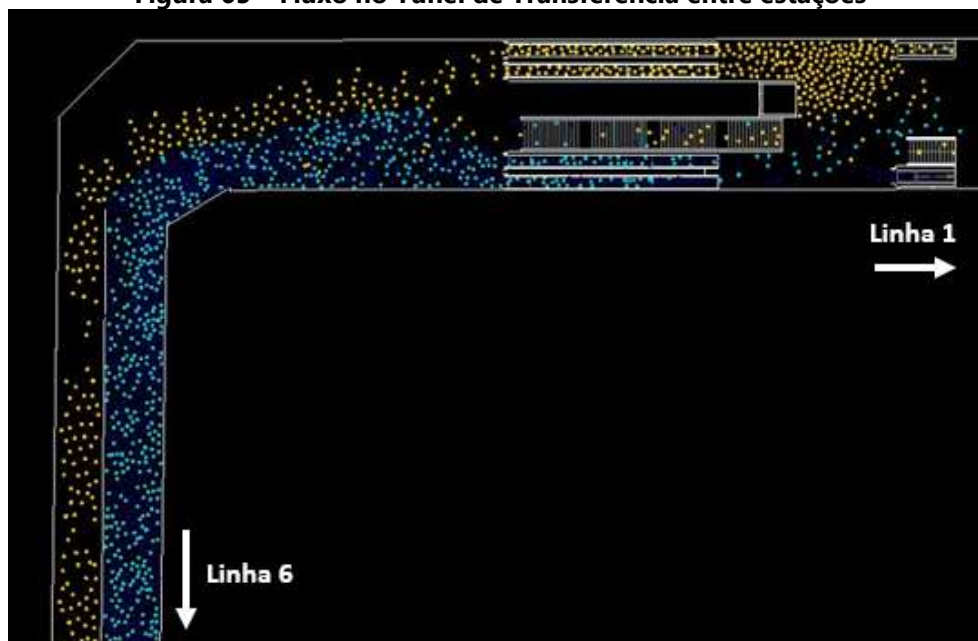
Por ser uma estação terminal, a estação da linha 6 não tem conflito de fluxos, pois operará apenas com embarque ou desembarque. O embarque dos usuários aconteceu sem problema durante a simulação, sendo a plataforma esvaziada após cada trem. Já o desembarque demonstrou grande demanda durante a simulação (Figura 64a e b). Um fator importante neste caso é a capacidade de esvaziamento da plataforma durante o headway. Apesar do acúmulo formado pela alta demanda, a simulação mostrou que os equipamentos de circulação são suficientes.

**Figura 64 – Fluxo (a) e Densidade (b) na Plataforma da Linha 6**



É possível notar, pelas cores das entidades, que a maioria desembarca como destino a linha 1. Quanto ao nível de serviço, é possível notar que a área das escadas rolantes apresenta maior densidade, (E e F), o que é normal em estações com poço central. O nível com pior desempenho, na simulação, é o de transferência, onde, notou-se que, a partir das 7:40, as escadas rolantes, que levam os usuários da linha 6 à linha 1, passaram a não atender a demanda, sendo assim um acúmulo começou a ser formado, conforme mostrado na Figura 65. O acúmulo gerado pela transferência gera uma área que oferece, além de um grande desconforto, um risco para a segurança, em situações assim, algum problema no túnel pode gerar tumulto, o que pode acarretar acidentes.

**Figura 65 – Fluxo no Túnel de Transferência entre estações**

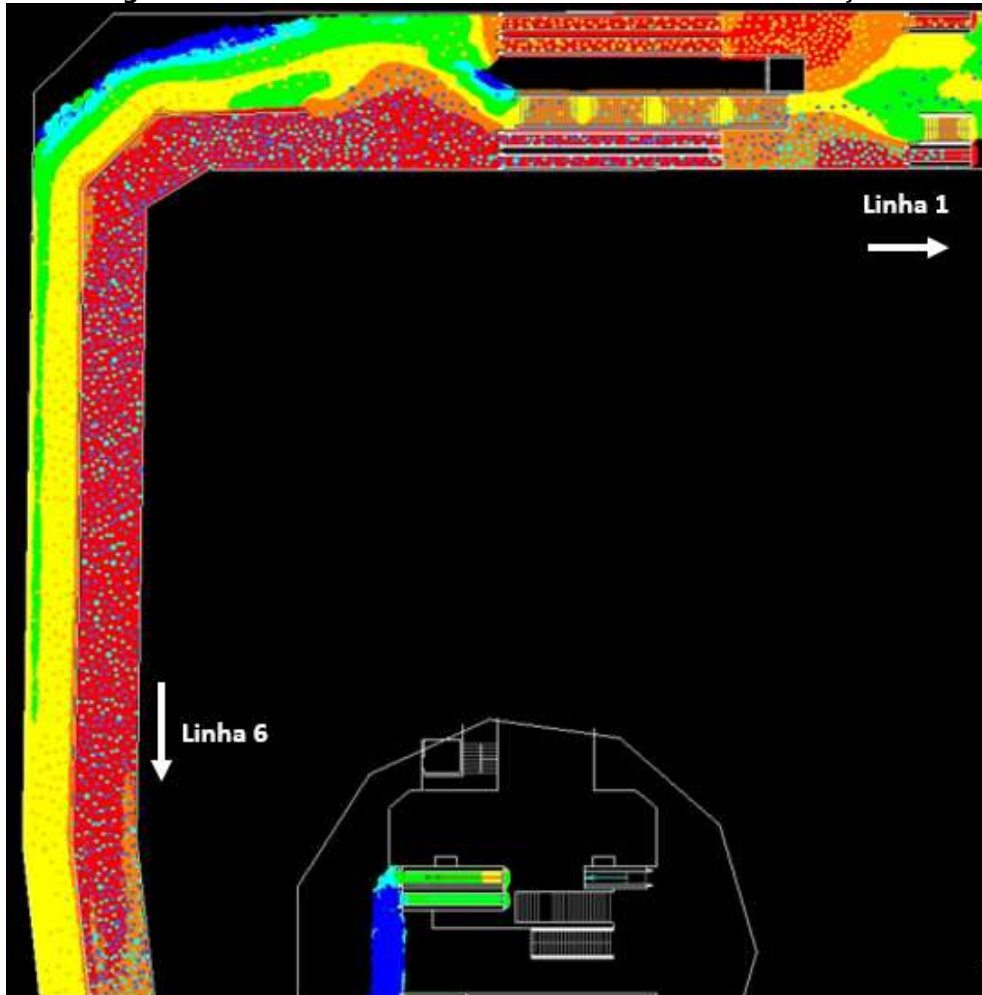


O mapa de densidade (Figura 66) mostra que o sentido linha 1 trabalha com nível de serviço F em praticamente toda sua extensão, atingindo um pico de 9 pessoas/m<sup>2</sup>. Já no sentido linha 6, o túnel apresentou nível de serviço D no pico. Uma melhor distribuição na largura dos túneis não, necessariamente, ajudaria a resolver o problema uma vez que o gargalo, neste caso, são as escadas rolantes e com a análise das plantas, não foi possível definir se seria possível a adição de mais uma escada, o que provavelmente ajudaria a escoar os usuários e maneira mais rápida, mas nesse caso, provavelmente o problema seria transferido para a plataforma da linha 1, o que seria um risco ainda maior.

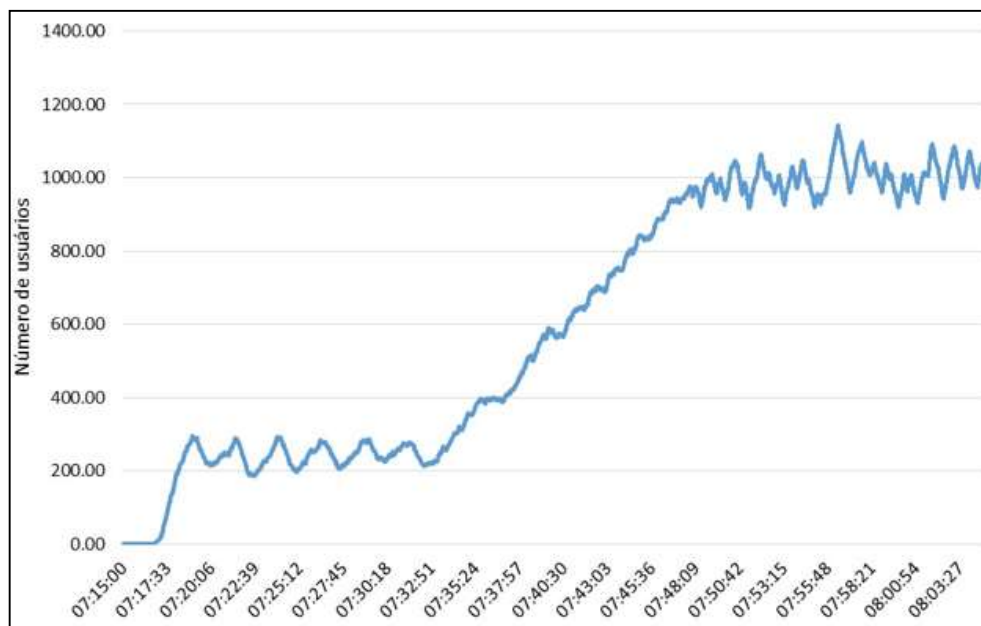
A **Figura 67** mostra o crescimento do acúmulo no pico, assim como o número máximo de usuários no pior momento. O acúmulo atingiu seu pico as 7:56, com fila máxima de 1.144 pessoas. Durante o momento de início do pico, o corredor de transferência

sentido linha 1 apresentou uma taxa média de 440 pessoas/minuto, antes do início do acúmulo no túnel.

**Figura 66 – Densidade no Túnel de Transferência entre estações**



**Figura 67 – Acúmulo de Usuários no Túnel de Transferência**



## 6. CONCLUSÃO

Há décadas a tecnologia de microssimulação de pedestres tem sido utilizada em diversos países do mundo para o desenvolvimento de estudos que auxiliam no planejamento e na operação de modais de transporte. No Brasil, em grande parte dos casos, a microssimulação é mais utilizada para auxiliar na resolução de problemas detectados do que na prevenção dos mesmos.

O principal intuito do trabalho foi alertar para problemas de fluxo de pedestres que podem ser criados na fase de projeto e passados para as fases de operação. O trabalho demonstrou que através da ferramenta de microssimulação foram detectados gargalos e problemas no fluxo de pedestres na futura estação São Joaquim do Metrô de São Paulo.

Com o modelo desenvolvido detectou-se um grande acúmulo de usuários e níveis de serviço não recomendáveis no túnel de transferência entre as estações, o que praticamente causou um colapso no modelo e fez com que a estação trabalhasse em níveis de serviço muito abaixo dos recomendáveis, ameaçando o conforto e, principalmente, a segurança dos usuários.

É possível afirmar, através do estudo desenvolvido, que a utilização de ferramentas como a microssimulação de pedestres é de suma importância para a detecção de problemas ainda em fase de projeto, com o objetivo de prevenir prejuízos sociais e financeiros.

### Referências Bibliográficas

FRUIN, John (1987) *Pedestrian Planning and Design*. 206 p. Elevator World, Mobile, Ala.

FTA – Federal Transit Administration (2003) *TCRP Report 100 – Transit Capacity and Quality of Service*. 2nd edition. Washington DC: TRB – Transportation Research Board, 29 p. Disponível em: <<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/docs/tcrp100/Part0.pdf>>. Acesso em: 08 mar 2016.

MOVE SÃO PAULO – *Linha 6 Laranja, Mapa das Estações*. Disponível em: <<http://movesaopaulo.com.br/linha-6-laranja/>>. Acesso em: 07 out 2015

STILL, Keith G. (2000) *Crowd Dynamics*. 281 f. Tese (Doutorado) – Department of Mathematics, Mathematics Institute, University Of Warwick, Coventry United Kingdom.

TfL – Transport for London (2012) *Station planning standards and guidelines*. London: London Underground, 122 p. Disponível em: <[http://www.persona.uk.com/nle/B-Core\\_docs/G/NLE-G1.pdf](http://www.persona.uk.com/nle/B-Core_docs/G/NLE-G1.pdf)>. Acesso em: 05 mar 2016.

TRB – Transportation Research Board (2000) *Highway Capacity Manual – HCM*. Washington – DC. Transportation Research Board Publications, 2000. 1207 p. Disponível em: <[https://planning.lacity.org/eir/8150Sunset/References/4.J.%20Transportation%20and%20Circulation/TRAF.01\\_LAPL%20Highway%20Capacity%20Manual\\_2000.pdf](https://planning.lacity.org/eir/8150Sunset/References/4.J.%20Transportation%20and%20Circulation/TRAF.01_LAPL%20Highway%20Capacity%20Manual_2000.pdf)>. Acesso em: 08 mar 2016.

# **ELECCION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN AL IMPACTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA BRT**

**Sandra Paola Montes Soriano**

Grupo Cal y Mayor. Ciudad de México. México

smontes@calymayor.com.mx

## **RESUMEN**

En la actualidad, la ingeniería utiliza herramientas especializadas para analizar de una forma más asertiva y detallada los proyectos que implican el uso de redes de transporte, por ello, para un análisis de movilidad dentro de una ciudad resulta indispensable evaluar de manera integral diversos modos y su interacción en el espacio. Para este caso de estudio, Vissim se utilizó para elegir el mejor funcionamiento de un Sistema BRT, dentro de un corredor vial que en la actualidad se encuentra dentro de una zona urbana consolidada. Este aspecto, resulta relevante a la hora de implementar estos sistemas; ya que el impacto que tendrá el tránsito que circula en ella, se verá afectado. El objetivo de esta propuesta es definir el mejor lineamiento geométrico y funcional en el espacio urbano; garantizando que las operaciones de un sistema de este tipo no provoquen una disminución en la capacidad de la red, aumentando las demoras y disminuyendo la velocidad de flujo. Y en caso de que ocurran, analizar y evaluar las propuestas adicionales que minimicen el impacto generado.

## **INTRODUCCIÓN**

El crecimiento de las ciudades tanto en población como en tasas de motorización ha sido una fuente de externalidades negativas ya que implica no solamente aumento en la congestión vial y afectaciones a la movilidad, sino deficiencia en la calidad de vida, incremento en los riesgos de la salud, seguridad vial y daños medioambientales, entre otros.

Un caso especial han sido las ciudades mexicanas cercanas a la zona fronteriza del norte, las cuáles siguiendo los patrones de desarrollo urbano vinculadas a la implementación de maquilas, grandes corredores comerciales y de servicios, áreas residenciales y conjuntos habitacionales periféricos, además de una decadencia de las zonas centrales debido al aumento de la inseguridad pública; han conllevado mayores desplazamientos de la población a las unidades de trabajo debido a la localización de unas respecto a otras.

Otro de los factores importantes en este análisis, es que en estas ciudades en particular, el uso del automóvil se ha visto motivado por la compra-venta de vehículos "chocolate", los cuáles han ido en aumento en los últimos años y que son vehículos



traídos desde el extranjero, en su mayoría por la frontera con Estados Unidos que no se encuentran regulados por las dependencias estatales para su control.

Tanto la ciudad de Chihuahua como Ciudad Juárez, que serán motivo del estudio aquí referido, cuentan con altas tasas de motorización; ocupando el 6to lugar a nivel nacional con 418 vehículos privados por cada mil habitantes según datos del Inegi en 2015.

Como consecuencia ambas zonas urbanas registran uno de los niveles más bajos de utilización del transporte público, ya que de acuerdo a la última Encuesta de Origen y Destino -O-D- tan solo el 16.5% de la población (en el caso de Chihuahua) utiliza este modo para solucionar los requerimientos de movilidad y la mayor parte de los usuarios la constituyen los adultos mayores.

A fin de contrarrestar los efectos del uso del automóvil, los esfuerzos del gobierno han venido planteando una mejora del sistema de transporte público, siendo el de más popularidad el sistema BRT, ya que entre sus bondades se encuentran el bajo costo de implementación y la efectividad al cubrir las necesidades de viajes en una ciudad.

Para determinar con mayor precisión la operación y diseño de la implementación de un sistema de este tipo en ciudades medias, se utilizaron herramientas de alta tecnología con el fin de obtener modelos más precisos y de escala tanto regional como local; constatando que las soluciones de alto, medio y bajo impacto sean las adecuadas para su funcionamiento y estén de acuerdo al espacio urbano disponible, identificando las implicaciones de su entrada en servicio.

## **CASOS DE ESTUDIO**

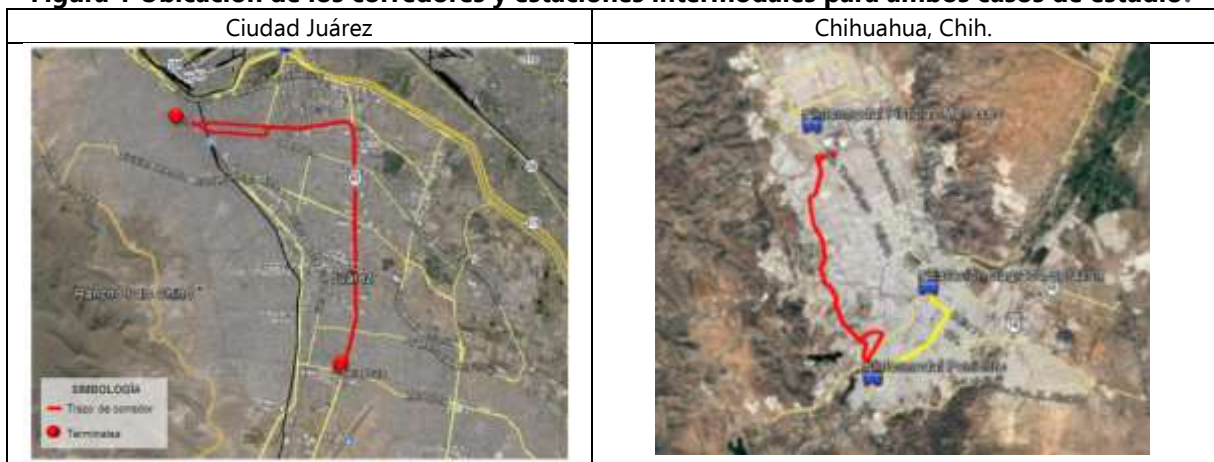
Como parte de este estudio, se analizaron dos proyectos de implementación de un sistema de transporte público masivo tipo BRT para Ciudad Juárez y Chihuahua, en cada caso, con un estudio previo de factibilidad que detalla el trazo de los corredores, ubicación de estaciones terminales, paradas y flota requerida para dar servicio a la demanda establecida.

En Ciudad Juárez se propone un sistema abierto, es decir que no solo las rutas troncales harán uso del corredor, sino que otros dos tipos de servicios como las rutas auxiliares y pre-troncales harán uso de la infraestructura, dando como resultado una demanda estimada de aproximadamente 13,000 pasajeros en HMD y al día de 150,000 pasajeros en ambos sentidos para el año 2019, año en el cual dará inicio la operación del proyecto, lo cual hace que en términos de capacidad y velocidad, el sistema BRT sea

una tecnología adecuada en la operación del sistema de transporte público de la ciudad.

Para el caso de Chihuahua, el modelo operacional del Sistema Integral de Transporte –SIT- incluye la implantación de 2 rutas troncales, 16 rutas alimentadoras, 7 rutas auxiliares, 7 rutas circulares y 8 rutas diametrales, mismas que sustituirán a las 48 rutas registradas bajo el escenario de situación actual. Esta solución de transporte masivo resultante de la implantación del proyecto permitirá una captación de una demanda estimada de 292 mil viajes/día, así como una mejor conectividad con el resto de las rutas de la zona urbana, incluyendo la Troncal 1 del Sistema Vivebus, integrando de esta manera el servicio para gran parte de la ciudad.

**Figura 1 Ubicación de los corredores y estaciones intermodales para ambos casos de estudio.**



Elaboración propia 2016

### **MODELO DE MICROSIMULACIÓN**

Para realizar la evaluación de la operación de los Corredores donde se implementará el transporte público, se tomó la información necesaria (aforos direccionales, tiempos de recorrido, características físicas, entre otros) para alimentar dos modelos paralelos con el software VISSIM; esta herramienta de microsimulación es utilizada para el análisis de capacidad vial y optimización de sistemas de tránsito, calificando estáticamente los diferentes puntos de interés del estudio y generando una simulación dinámica de su comportamiento.

VISSIM implementa las metodologías del Highway Capacity Manual (HCM 2015) para calcular indicadores globales de desempeño causados por el volumen y las condiciones operativas.

Los indicadores que dan sustento al análisis de este trabajo corresponden a la capacidad vial, evaluando los niveles de servicio por intersección ya sean semaforizadas

o no semaforizadas y el análisis de vías urbanas para los determinar la velocidad apropiada a lo largo de los corredores de acuerdo al diseño y la velocidad que presentan en la situación con y sin proyecto.

Los modelos de microsimulación vehicular en VISSIM se integran principalmente de tres elementos: La red vial es la representación de la vialidad existente, la cual toma en cuenta sentidos de circulación, número de carriles, geometrías, estados del pavimento, etc. La demanda vehicular, la cual contiene asociados los atributos referentes del comportamiento de conducción observados en campo. Y los elementos de control; ya sean semafóricos, de preferencia de paso, de entrecruzamiento, peatones, entre otros.

**Figura 2 Elementos de modelo de microsimulación**



PTV. 2016

### **Trazo de la red para el modelo de microsimulación**

El trazo de la red vial para el modelo de microsimulación del estudio se realizó mediante planos y fotografías aéreas, las cuales el software de modelación VISSIM usa como fondo para poder crear el modelo plano o tridimensional. Este trazo se realiza mediante conectores y enlaces que representan las vialidades incluidas en la zona de influencia del proyecto.

### **Integración de la demanda del transporte privado**

La demanda vehicular del modelo se integra principalmente por los volúmenes, rutas y la composición vehicular. Los volúmenes alimentadores (Vehicle Inputs) son aquellos ubicados en los extremos de la red vial. Estos volúmenes se obtienen a partir de los aforos vehiculares realizados en campo y estarán asociados a las composiciones vehiculares para cada uno de los accesos de la red.

Para simular los movimientos direccionales realizados en cada intersección se estableció una serie de rutas vehiculares que permitieran distribuir los flujos hacia las diferentes partes de la red, del mismo modo que ocurre en la situación real.

### **Representación de líneas de transporte público**

Con base en la información recabada en campo se puede implementar las paradas de transporte público identificadas previamente tanto para la situación actual como su posterior adecuación en la situación con proyecto. Posteriormente, se definirán las líneas de transporte público con sus respectivos derroteros, siempre y cuando la red vial tenga las conexiones necesarias para sus recorridos. Además se puede modificar la frecuencia de salidas por rutas a fin de calibrar la congestión provocada por el superávit o déficit de transporte público, según sea el caso.

### **Controles operativos**

Con la demanda (volumen vehicular) y oferta (infraestructura vial) definidas, el modelo de microsimulación requirió la integración de los elementos de control que permitan distribuir de manera ordenada y ajustada a la realidad los viajes realizados en toda la red vial representada. Mediante estos controles operativos se establecieron las normas que los vehículos deben atender dentro de la red para conservar en todo momento un flujo que represente las condiciones actuales. Para efectos específicos del presente estudio, se utilizaron los siguientes elementos de control.

### **Programación semafórica**

Dada la existencia de intersecciones semaforizadas dentro del área de estudio se incluyeron en el modelo las fases y ciclos semafóricos previamente identificados.

### **Zonas de reducción de velocidad**

Esta herramienta permite simular aquellas zonas de la malla vial donde debido a la configuración geométrica (curvas, rampas de acceso), la presencia de señalamiento preventivo o reductores de velocidad (topes, presencia de peatones, paradas de rutas de transporte público, etc.), tienen los vehículos que reducir su velocidad de manera considerable, sin ser el semáforo o la congestión vehicular de las vialidades.

### **Calibración del modelo**

Después de cargar todos los elementos del modelo de microsimulación tales como: número de carriles, reglas de prioridad, paradas de transporte público, reducción de velocidades en curvas, semáforos, entre otros, se inicia el proceso de calibración, el cual permite ajustar los parámetros del modelo de seguimiento vehicular con respecto a las condiciones observadas en campo para obtener resultados apegados a la realidad.

Esta calibración solamente ajusta los parámetros en los que se basa el modelo de microsimulación, y no modifica o altera las características de la oferta y la demanda del modelo. La calibración del modelo se realiza mediante la comparación de las colas vehiculares observadas en campo, con respecto a las colas vehiculares presentadas en el modelo de microsimulación y la comparación del número de vehículos contabilizados en cada intersección analizada.

En el caso del transporte público se pueden obtener diagramas de espacio-tiempo utilizando el tipo de evaluación 'vehicle record', esta genera una base de datos con los registros para cada tipo de vehículo dentro de un archivo de texto. En ella es posible definir los atributos correspondientes a los vehículos designados para transporte público y por medio de tablas dinámicas comprobar los tiempos y distancias, determinando las demoras causadas por semáforos o por la interacción con otros vehículos dentro de la red.

## **DISEÑO FUNCIONAL**

### **Escenarios de microsimulación en la situación con proyecto en Ciudad Juárez**

El corredor troncal está propuesto como la macro-jerarquía que se constituirá en el soporte físico para la circulación del transporte público con orígenes en las cuencas sur y centro-norte de la Ciudad, orientado al crecimiento y a la expansión urbana de manera integrada al uso del suelo y de la planeación del transporte público.

Estará intersectado por el menor número posible de vías, con intersecciones semaforizadas para su interconexión y sincronización, permitiendo incrementar la velocidad de los vehículos usuarios del carril exclusivo.

Los carriles exclusivos para el transporte público, con 3.5 metros de ancho, serán utilizados solamente por los autobuses de la ruta troncal, las rutas pre-troncales y la ruta auxiliar, teniendo una separación física.

En este proyecto las alternativas se definieron por la opción de circular sobre el carril de extrema lateral o central de cada cuerpo. Es preciso resaltar, que el corredor sobre el que se realiza la propuesta de implementación presenta una zona central en el recorrido que carece de separador de sentidos; y es justo donde se concentran comercios y servicios generando gran cantidad de pares origen-destino. Esto se traduce en una particular forma de conducción ya que están permitidos los giros izquierdos desde los carriles centrales; los cuáles presentan marcas de piso que delimitan las zonas de acumulación para poder realizar la maniobra y que normalmente no son respetadas.

Este diseño de cierre de giros izquierdos, fue inicialmente una desventaja para la propuesta, para lo cual se tuvo que concientizar a las autoridades, sobre las ventajas de prohibir este movimiento y canalizarlo por vueltas manzana; ya que además de disminuir el riesgo de choques y atropellamiento de peatón existente en la actualidad, se dan mejores condiciones de circulación y ordenamiento de las vías.

- Escenario de situación actual.
- Escenario de alternativa seleccionada sobre carriles centrales.
- Escenario de alternativa seleccionada sobre carril de extrema derecha.

### **Escenarios de microsimulación en la situación con proyecto en Chihuahua**

Con el propósito de identificar el diseño funcional del tránsito que más se adecue a las exigencias y la demanda operativa del sistema integrado de transporte público para la ciudad de Chihuahua "Vivebús", en este caso en propuesta solo existe la posibilidad de implementar el sistema por el carril de extrema derecha debido a las características geométricas que presenta la red, para lo cual, se evaluaron los siguientes escenarios:

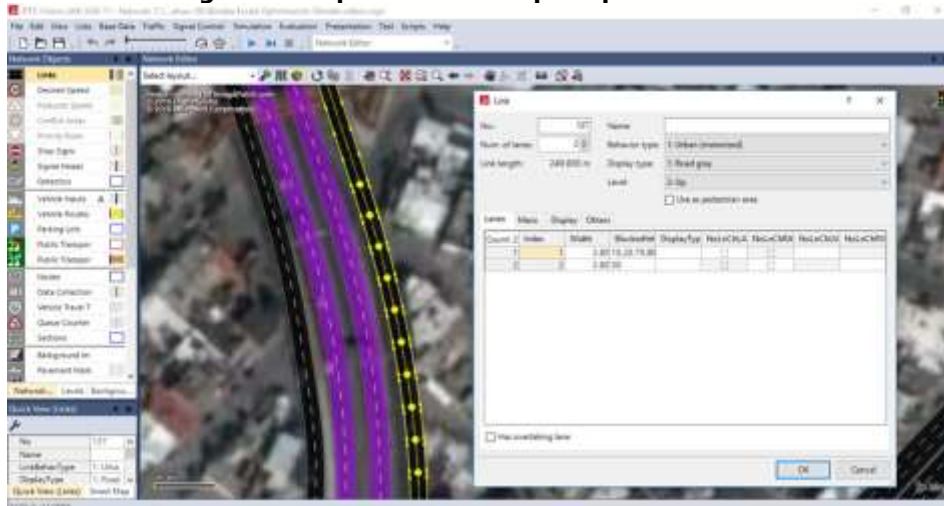
- Escenario Situación Actual; corresponde a la evaluación de la caracterización del comportamiento observado en el momento en que se realizaron los estudios de campo (toma de información).
- Escenario de alternativa seleccionada con carril compartido; se evaluó la red vial contando con un carril compartido en la extrema derecha de cada vialidad por el que transita el Vivebús y el transporte privado.
- Escenario de alternativa seleccionada con carril preferencial; se evaluó la red vial contando con un carril preferencial en la extrema derecha de cada vialidad por la que transita el Vivebús y los autobuses de transporte público que llegan a utilizar la red por secciones.
- Escenario de alternativa seleccionada con carril preferencial y compartido (mixto): para esta evaluación se evaluaron tramos donde el carril de extrema derecha es exclusivo para transporte público entre intersecciones y tramos donde se comparte con el privado, que corresponden a los tramos localizados en las intersecciones que actualmente presentan niveles de servicio deficientes.

### **Diseño del uso carriles dentro de la microsimulación**

Para microsimular ambas propuestas se utilizó la función de bloqueo de carriles por tipo de vehículo, esta propiedad dentro del programa permite seleccionar por carril la

composición que tiene permitido circular dentro de un link, es necesario verificar la continuidad a lo largo del corredor; ya que si se dan intercambios debido al corte de los segmentos trazados, existe la posibilidad de que no puedan completar los recorridos deteniendo a los vehículos en las zonas que no tengan las mismas propiedades.

**Figura 3 Bloqueo de carriles por tipo de vehículo**



Elaboración propia

### Conflictos identificados

En el caso de Ciudad Juárez, el planteamiento de circulación sobre el carril lateral, el principal problema derivaba en los giros a accesos a los estacionamientos que se localizan en los comercios a pie de las vías recorridas. Al implantarse un confinamiento la extrema derecha los vehículos que tuvieran como destino estos lugares, tendrían que hacer un movimiento desde el segundo carril con precaución para no detener el paso del transporte público, el que dentro de sus características para sistema BRT maneja como condición preferencial el uso de los separadores centrales, precisamente para evitar este tipo de conflictos y causa de demoras con el resto del tránsito en circulación.

Para la condición de circulación sobre carriles centrales, el recorrido no presenta este conflicto pues los giros izquierdos cancelados se complementan con vueltas manzana que permiten a los usuarios el acceso a las zonas de estacionamiento tomando las vías alternas, las cuáles se interconectan en las intersecciones próximas. En este caso, la señalización juega un papel importante junto con la sensibilización de la población usuaria tanto del transporte público como el privado.

En la Ciudad de Chihuahua el principal conflicto se presenta en el flujo vehicular que circula sobre las laterales y que se concentra en algunas intersecciones del corredor por un tema más general de conectividad de la red y el origen-destino de los viajes. En algunos casos como la intersección de Cantera se registran aproximadamente 2000 vehículos sobre la lateral norte que tendrán interacción con el transporte público.

## MITIGACIONES DE IMPACTOS CON CAMBIOS GEOMÉTRICOS EN SECCIÓN DE VÍA E INTERSECCIONES

Por la magnitud de los proyectos y la prioridad de paso que debe de tener el sistema, hay ciertos cambios de operación en el tránsito general, estos cambios son cambios físicos y operacionales:

- Coordinación de las fases y ciclos semafóricos a lo largo del corredor, para ofrecer una mejor operación y control del tránsito.
- Cruces peatonales y zonas de almacenamiento con capacidad suficiente
- Ampliación de las secciones transversales en algunas zonas del recorrido
- Reconfiguración geométrica

A continuación, se enlistan algunas propuestas alternas que se implementaron para favorecen la operación de la red vial en estudio.

**Figura 68 Mitigación del impacto vial en los corredores**

Restricción de incorporación a Circuito Universitario en intersección de Av. Campo Norte y San Miguel el Grande	Propuesta de vueltas izquierdas en Periférico de la Juventud – Río Chuviscar
	 <p>→ Vuelta Eliminada → Vuelta Propuesta</p>

## EVALUACIÓN FINAL DE MICROSIMULACIÓN DEL DISEÑO OPERACIONAL

Con las medidas de mitigación definidas para cada caso, se evaluaron los niveles de servicio en los corredores por velocidad, en el caso de Ciudad Juárez se analizó por tramos debido al cambio de diseño de vialidad y en Chihuahua por tipo de vehículo, a fin de revisar el impacto de los privados sobre el transporte público y su correspondencia.

A continuación, se presentan los niveles de servicio por secciones en ambos corredores.



**Tabla 25 Resultados de microsimulación del modelo Funcional del corredor con BRT por tramos. Ciudad Juárez, Chih.**

Tramo	Distancia (m)	Vol/vehicular	Recorrido	Vel (km/h)	NS
1: Tramo 1 O-P (F. Montes de Oca - Helio)	5763.10	13.00	1,844.94	11.16	F
2: Tramo 1 P-O (Helio - F. Montes de Oca)	2751.52	20.00	451.90	21.75	D
3: Tramo 2 SO-P (S. Barba - F. M. de Oca)	5722.53	13.00	2,698.54	7.57	F
4: Tramo 2 P-SO (F. M. de Oca - S. Barba)	5692.82	100.00	872.11	23.31	D
5: Tramo 3 N-S (S. Barba - L. Azul)	6100.47	232.00	2,431.52	8.96	F
6: Tramo 3 S-N (L. Azul - S. Barba)	6103.54	229.00	673.18	32.38	C
7: Tramo 4 N-S (L. Azul - R. Fierro)	5474.96	50.00	432.31	45.23	C
8: Tramo 4 S-N (L. Azul - R. Fierro)	5482.63	8.00	837.63	23.38	E

Elaboración propia 2016

**Tabla 26 Resultados de microsimulación del modelo Funcional del corredor con BRT por tipo de vehículo. Chihuahua, Chih.**

Escenario	Mixto		Transporte Privado (50 km/hr)		Transporte Público (25 km/hr)		Transporte Público Troncal 1		Transporte Público Troncal 2 Juventud		Transporte Público Troncal 2 Silvestre Terrazas	
	Vel	NS	Vel	NS	Vel	NS	Vel	NS	Vel	NS	Vel	NS
CP compartido	29.78	D	22.52	D	17.12	B	19.02	B	15.25	C	14.23	C
CP mixto	29.65	D	23.50	C	16.80	B	21.91	A	16.88	B	14.94	C
CP preferencial	30.98	D	22.44	D	22.31	A	24.58	A	18.36	B	17.02	B

Elaboración propia 2016

Los resultados anteriores validan que esquema de circulación permite una mejor operación, tanto para el transporte privado como para el servicio de transporte público sobre los corredores. En el caso de Ciudad Juárez es notable que el sentido que se dirige a la zona central de la ciudad es el más cargado en la hora de estudio; por lo tanto, las medidas de mitigación serán revisadas para coadyuvar el impacto.

En el análisis de Chihuahua, el diseño que presenta menor impacto es el mixto; es decir, entre intersecciones las unidades del BRT circularan en un carril con preferencia de paso; y al arribar a la intersección se permitirá una circulación compartida.

## CONCLUSIONES

El uso de la herramienta VISSIM para proyectos de esta magnitud e impacto sobre las principales vías de circulación en una Ciudad, resulta ampliamente recomendable, ya que la flexibilidad del software permite analizar de forma detallada el diseño funcional propuesto, caracterizando la red para la situación actual y el escenario ideal

preestablecido y tener una comparativa de los resultados de acuerdo a las normas operativas para el tipo de vía correspondiente (HCM 2015).

Entre los resultados obtenidos, las animaciones generadas son de vital importancia ya que permiten a los analistas verificar que los niveles de servicio en la situación actual en comparación de las propuestas representen beneficios a la población y que el funcionamiento sea como se detalla en el proyecto planteado.

Finalmente, se pueden incluir detalles tan específicos como las zonas de ascenso y descenso de las plataformas del sistema BRT y recrear los entornos de manera efectiva y con fines de análisis previo a su implementación.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Transportation Reserch Board (2015), Highway Capacity Manual, Washington D.C.

Cal Mayor, Rafael y Cárdenas Grisales, James (2007), Ingeniería de Transito. Fundamentos y aplicaciones (8ª edición) Ed. Alfaomega, México.

INEGI. Registros administrativos. Estadísticas económicas. Estadística de vehículos de motor registrados en circulación. Consulta interactiva de datos. Vehículos de motor registrados en circulación, 2017. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb137&s=est&c=21690>

# **UN ALGORITMO APROXIMADO PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA MULTI-OBJETIVO DE GENERACIÓN DE TABLAS DE SERVICIO EN SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO TIPO BRT**

**Luis Miguel Escobar Falcón**

Integra S.A., Grupo de Investigacion TransFÓRMATE. Pereira, Colombia. lescobar@integra.com.co

**Luis Hernando Martínez Rubio**

Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. lhmartinez@utp.edu.co

**César Augusto Marín Moreno**

Integra S.A., Grupo de Investigacion TransFÓRMATE. Pereira, Colombia. cmarin@integra.com.co

**Antonio Escobar Zuluaga**

Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. aescobar@utp.edu.co

## **RESUMEN**

En este artículo se presenta un método de solución aproximado para el problema multi-objetivo de generación de tablas de servicios en sistemas de transporte tipo Bus de Transito Rápido (BRT). La metodología de solución emplea un algoritmo heurístico que evalúa las restricciones operativas del sistema, la cual se encuentra inmersa en un algoritmo de optimización multi-objetivo denominado NSGA-II. De igual manera, se plantea un nuevo modelo matemático multi-objetivo no lineal entero de cuatro índices, basado en los modelos de flujo en redes, que describe aspectos importantes de los sistemas BRT en el momento de obtener la tabla de tiempos de los servicios requeridos o a la hora de determinar la frecuencia de despacho que requiere cada una de las rutas durante una jornada de operación, de tal forma que sea posible atender la demanda total de usuarios. La metodología propuesta en este artículo ha sido validada en el Sistema de Transporte Masivo del Área Metropolitana Centro Occidente de Colombia, el cual atiende actualmente aproximadamente 5000 viajes diarios.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En este artículo se presenta un método de solución aproximado para el problema multi-objetivo de generación de tablas de servicios en sistemas de transporte tipo Bus de Transito Rápido (BRT). La metodología de solución emplea un algoritmo heurístico que evalúa las restricciones operativas del sistema, la cual se encuentra inmersa en un algoritmo de optimización multi-objetivo denominado NSGA-II. De igual manera, se plantea un nuevo modelo matemático multi-objetivo no lineal entero de cuatro índices, basado en los modelos de flujo en redes, que describe aspectos importantes de los sistemas BRT en el momento de obtener la tabla de tiempos de los servicios requeridos o a la hora de determinar la frecuencia de despacho que requiere cada una de las rutas

durante una jornada de operación, de tal forma que sea posible atender la demanda total de usuarios.

Adicionalmente el modelo permite obtener variables de interés, como el flujo de pasajeros entre estaciones o paraderos del sistema, cantidad de usuarios que esperan en una determinada estación, cantidad de usuarios que abandona una estación y número de buses que parten de la estación inicial o intercambiador a cubrir una ruta determinada.

La complejidad del modelo planteado, radica en la operatividad del sistema en el tiempo, haciendo que este sea dependiente de los estados anteriores, donde una cantidad finita de buses puede partir en diferentes intervalos de tiempo, por lo que el modelo describe el estado actual del sistema en cuanto a flujo de usuarios por las rutas. Dicho flujo no es continuo ya que se hace en la medida en que un bus en particular arriba en una estación y parte de ella con una nueva cantidad de pasajeros, igual o diferente a la que arribó.

Por otro lado, la demanda de usuarios es fluctuante en el tiempo, sin embargo, es posible establecer un patrón del comportamiento diario, debido a los hábitos de trabajo, estudio y actividades cotidianas de las personas que usan el sistema de transporte público.

Por capacidad de cómputo, no es práctico solucionar un modelo que considera el segundo como unidad de tiempo mínima, toda vez que, la operación diaria de un sistema real de transporte público oscila entre 16 y 18 horas. Por tal motivo, se recurre a discretizar el periodo de operación del sistema en intervalos iguales (denominado intervalo de demanda), con lo cual se obtiene un número finito de intervalos, permitiendo indexar en el tiempo cada una de las variables de interés en la operación de los sistemas de transporte público tipo BRT.

El modelo planteado considera dos objetivos típicos de la planeación táctica de los sistemas de transporte público que generalmente se encuentran en conflicto, por un lado se busca minimizar los costos de operación relacionados con la cantidad de buses despachados en el periodo de estudio y por el otro se pretende minimizar el costo del racionamiento de pasajeros en el sistema; este último incide en el nivel de satisfacción de los usuarios, por lo que se busca obtener un conjunto de soluciones óptimas para finalmente elegir aquella que se ajuste a las necesidades de las empresas y no comprometan la calidad de servicio.

Tener un conjunto de soluciones es ventajoso desde el punto de vista del operador, ya que este puede ir variando la programación de buses en busca de un punto de equilibrio entre la inversión y satisfacción del servicio al usuario. Adicionalmente, si no se desea seguir un plan en particular del conjunto de soluciones óptimas, se puede hacer un análisis de sensibilidad que muestre para las soluciones obtenidas, cuál es la tendencia en el despacho de buses durante el periodo de estudio. El resultado esencial del modelo, es determinar la cantidad óptima de buses que se deben despachar en cada intervalo de demanda; posteriormente, este puede ser usado para obtener una

lista de servicios que se emplea en la programación de la tabla de tiempos u obtener la frecuencia de despacho de buses.

La metodología emplea un algoritmo heurístico que evalúa las restricciones operativas del sistema, dicha heurística se encuentra inmersa en un algoritmo de optimización multi-objetivo denominado NSGA-II, con la finalidad de obtener el frente óptimo de Pareto que representa el conjunto de soluciones óptimas del modelo. La solución del modelo permite obtener planes que mejoren la oportunidad del servicio a mínimo costo, basándose en las condiciones de demanda y operación del sistema, tal que la lista de servicios obtenida pueda ser empleada posteriormente en la programación táctica de buses como dato de entrada, logrando de esta manera que dicha lista de servicios este soportada en un criterio experto de ingeniería que considere las condiciones reales del sistema.

La metodología propuesta en este artículo ha sido validada en el Sistema de Transporte Masivo del Área Metropolitana Centro Occidente de Colombia, el cual atiende actualmente aproximadamente 5000 viajes diarios.

## **2. ANTECEDENTES**

Diversos trabajos han sido realizados en torno a la planeación de los sistemas de transporte público de pasajeros, tal como se evidencia en [1], donde se presenta una revisión bibliográfica de los trabajos realizados frente a los procesos de planificación y estrategias de control de los sistemas de autobús de tránsito, las cuales se divide en decisiones de planificación estratégica, decisiones tácticas de planificación, decisiones de planificación operacional, sub-problemas integrados del proceso de planificación de la red de tránsito y finalmente estrategias de control en tiempo real. Para cada una de estas etapas, los autores hacen énfasis en los trabajos realizados y se presenta la lista de autores y artículos de cada uno de los procesos mencionados.

Particularmente, el artículo enfatiza el tema de la planeación táctica, el cual se basa en el mejoramiento de la prestación del servicio a un costo adecuado de la operación del sistema, cuyo objetivo busca determinar la frecuencia con la que un bus es despachado para cubrir una ruta durante el periodo de estudio, o la programación de viajes (tabla de tiempos) que describe la operación a realizar por cada bus durante una jornada de operación.

Uno de los retos que los planeadores de la logística de transporte deben asumir, es determinar la frecuencia con la que una ruta es programada en el sistema, esto con el fin de brindar cobertura a la demanda de pasajeros. En [2], se presenta un modelo no lineal que asigna los buses disponibles a las rutas establecidas dentro de un periodo de tiempo, sujeto a las restricciones impuestas por el sistema, algunas como capacidad de la flota y niveles de cargabilidad de esta; el autor propone un algoritmo que resuelve dicho modelo no lineal, aplicado a parte de un sistema de transporte real

de Massachusetts "Massachusetts Bay Transportation Authority" (MBTA), la solución obtenida permite contrastar los resultados obtenidos y el estado de asignación real. Dicho trabajo ha sido referente de diversos artículos de la literatura especializada.

Una de las situaciones más complejas en el sistema de transporte, es obtener un modelo matemático que describa la operación real del sistema, esto con el fin de poder ejercer algún tipo de control sobre el mismo y mejorar algunos aspectos del esquema de operación actual, situación que se vuelve aún más compleja de resolver, toda vez que, dicho modelo debe incluir las restricciones operativas impuestas por el operador del sistema, tal como se presenta en [3], donse se propone un modelo matemático que describe el comportamiento de un sistema de transporte en particular, el cual consta de una ruta de bucle cerrado. El modelo trabaja con variables continuas, como por ejemplo la posición del bus y discretas de tal manera que permite modelar el estado de parada o no de este en una estación, los autores además incorporan un esquema de control sobre el modelo que permite regular la velocidad de la flota, de tal manera que, se regulariza los avances, esto con el fin de mejorar la calidad del servicio y evitar la agrupación de autobuses, para ello, se emplean datos de demanda de los pasajeros y de las velocidades de las flotas de la red de autobuses de la ciudad de Friburgo.

Los modelos matemáticos pueden diferir de acuerdo a la descripción del problema y la óptica del investigador, tanto la función objetivo como las restricciones del problema pueden describir ciertos escenarios o reglas impuestas en un sistema particular de tipo BRT, por ello en [4], el objetivo del modelo propuesto es aumentar el nivel del servicio de las rutas públicas al encontrar una combinación óptima de frecuencias y capacidad de los vehículos que reduzca los costos asociados a la operación de las rutas como también el costo asociado a la comodidad de los pasajero. Las ventajas del modelo radican en que los costos son tomados como escasez (hacinamiento) y excedentes (asientos vacíos), por lo cual, la expectativa de la suma de dichos costos más el costo directo de operar un vehículo estándar conforman la función objetivo propuesta por los autores. Adicionalmente, los autores proponen un algoritmo basado en los multiplicadores de lagrange para resolver de forma óptima el modelo matemático planteado.

En [5], se propone una metodología que logra minimizar el costo asumido por los usuarios de los vehículos de transporte público debido al retraso o adelanto incurrido por dichos vehículos, los autores consideran dos modelos de localización, el primero corresponde a un modelo de línea, en el que los momentos del día, preferidos por los pasajeros para viajar, están distribuidos a lo largo de periodos de tiempo y la reprogramación de los viajes día a día es imposible, y el segundo, corresponde a un modelo de circulo, en el que los tiempos deseados para viajar están distribuidos a lo largo de todo el día y la reprogramación de viajes día a día es posible. A diferencia de otras formulaciones, esta ignora las congestiones y modela la localización de pasajeros y vehículos, no de forma discreta sino continua.

Como alternativa a las técnicas exactas, se tienen las técnicas heurísticas y metaheurísticas; en el caso presentado en [6], el problema es resuelto por un algoritmo genético que determina el avance óptimo y las combinaciones adecuadas de programación de las rutas que minimizan el costo total (incluyendo los costos asociados a los tiempos de espera, tiempos de viaje y operación de la ruta). Los autores proponen un modelo modificado que supera las limitaciones de anteriores formulaciones en las cuales se prohíbe que un vehículo adelante a otro, dando lugar a situaciones poco realistas al momento de analizar los vehículos con programación exprés. Adicionalmente, los autores concluyen que la metodología se puede ajustar a la optimización múltiojetivo.

La optimización múltiojetivo se emplea cuando los objetivos trazados para un problema están en conflicto, esto decir, que una mejora en uno de los objetivos implica el empeoramiento de los demás objetivos establecidos; los métodos multicriterio o múltiojetivo, permiten obtener un conjunto de soluciones que no son comparables entre sí, pero representan las mejores soluciones obtenidas para el sistema o problema planteado, así las cosas, para el caso de los sistemas de transporte tipo BRT, se debe elegir una solución o un subconjunto de soluciones que traiga beneficios para la empresa y que no comprometan la calidad u operatividad del servicio.

Una aplicación de problema múltiojetivo es expuesto en [7], donde los autores proponen un modelo múltiojetivo para optimizar las operaciones en tiempo real, en el cual se considera la posición del autobús, la carga esperada y el tiempo de llegada a las estacione, las funciones objetivo consisten en la minimización del tiempo de espera en un lado y el impacto de las estrategias en el otro. Las estrategias consisten en la toma de decisiones operativas bajo demanda incierta en las estaciones de parada, estas decisiones pueden fluctuar entre mantener los vehículos en las estaciones u omitir algunas paradas en ciertas estaciones.

En algunos estudios de la logística de operación de buses de transporte público de pasajeros, se introduce el concepto de servicios de paradas limitadas, el cual consiste de recorridos que omiten algunas estaciones de parada con el fin de lograr un traslado rápido de usuarios. Sin embargo, una programación inadecuada genera tiempos altos de espera en las estaciones, como es el caso de algunos sistemas tipo BRT, donde el nivel de insatisfacción por parte de los usuarios se debe a la mala programación de servicios prestados por las flotas, para abordar esta problemática los autores del trabajo presentado en [8], abordan el problema de diseño de servicio de parada limitada (LSDP), en el cual se identifica un conjunto de servicios que hace que el funcionamiento de un determinado sistema de corredores de autobús sea más eficiente, de acuerdo a una matriz de servicios dada. El problema se divide en 2 sub-problemas, donde el primero consiste en la generación de servicios de paradas limitadas (LSGP), el cual consiste en encontrar de forma óptima el conjunto de servicios de paradas limitadas que se pueden dar en una ruta o corredor vial y el segundo consiste en resolver un problema de asignación de frecuencias capacitadas (CFOAP),

el cual determina de forma óptima la frecuencia de dicho servicio; la metodología propuesta implica la implementación del algoritmo heurístico GRASP. El trabajo arroja como conclusión principal que, es necesario considerar en estos modelos la transferencia de los usuarios entre servicios, ya que esto ofrece un acercamiento más realista al comportamiento del sistema, lo cual influye en las soluciones obtenidas.

### 3. NOTACIÓN MATEMÁTICA

#### Índices:

$k$	Índice de las rutas existentes en el sistema BRT.
$i$	Índice de las estaciones de la ruta $k$ . $i = 1, \dots, n_k$ .
$dt$	Índice de los intervalos de demanda transcurridos.

#### Parámetros:

$E_{i,dt}^k$	Cantidad de usuarios que ingresa en la estación $i$ en el número de intervalo $dt$ .
$\alpha_{i,dt}^k$	Índica la fracción de usuarios que abandonan la estación $i$ respecto a la cantidad de usuarios que arriban, en el número de intervalo $dt$ .
$\Delta t_i^k$	Número de intervalos de tiempo necesarios para llegar a la estación $i$ partiendo de la estación inicial. En este caso se tiene que $\Delta t_1^k = 1$ , lo que indica que se requiere como mínimo de un intervalo de tiempo para partir de la estación inicial.
$\bar{C}$	Máxima capacidad de usuarios del bus.
$\bar{N}_{dt}$	Número máximo de buses que se pueden despachar en el número de intervalo $dt$ .
$n_k$	Número de estaciones de la ruta $k$ .
$N\Delta t$	Número de intervalos en que se divide el periodo de operación del sistema.
$Cr_{i,dt}$	Costo del racionamiento de usuarios en la estación $i$ en el número de intervalo $dt$ .
$Co_{dt}$	Costo de operación de un bus en el número de intervalo $dt$ .

#### Variables:

$n_{dt}^k$	Número de buses que se despachan el número de intervalo $dt$ .
$r_{i,dt}^k$	Racionamiento de usuario o usuarios que no pudieron abordar bus en la estación $i$ durante el número de intervalo $dt$ .
$Pe_{i,dt}^k$	Usuarios que abordan bus en la estación $i$ durante el número de intervalo $dt$ .
$S_{i,dt}^k$	Usuarios que abandonan la estación $i$ durante el intervalo $dt$ .

#### Conjuntos:

$\mathbb{R}_k$	Conjunto de estaciones $\mathbb{R}_k = \{1, 2, \dots, i, \dots, n_k\}$ .
----------------	--



$\mathbb{T}$	Conjunto de intervalos del periodo de operación del sistema $\mathbb{T} = \{1, 2, \dots, dt, \dots, N\Delta t\}$
$\mathbb{Z}$	Conjunto de los números enteros.

#### 4. MODELO MATEMÁTICO

El nuevo modelo matemático propuesto en este artículo, describe estados discretos de la operación de un sistema de transporte masivo de pasajeros tipo BRT definidos por lapsos  $\Delta t$ , el cual se considera como la mínima unidad de tiempo empleada, en dichos lapsos, se definen los parámetros y variables del problema a lo largo de las estaciones del sistema.

El problema básicamente corresponde a un problema de flujo discreto en una red, donde hay un balance de pasajeros que se debe establecer para cada uno de las estaciones del sistema en los intervalos definidos hasta completar el periodo de operación del sistema. En el problema se considera que, la cantidad de pasajeros que abordan en cada estación es conocida, así como la cantidad de usuarios que salen de cada estación, esto dependiendo del flujo de usuarios que arriben en cada estación proveniente de una ruta.

El modelo matemático describe un problema de optimización multiobjetivo, cuyos objetivos planteados en (1) y (2) corresponden a la minimización de los costos de operación y los costos de racionamiento de pasajeros; este modelo se considera multiobjetivo dado que, una disminución en uno de ellos implica un aumento del segundo y viceversa.

$FO_1$ :

$$\min \left\{ \sum_{i \in \mathbb{R}_k \setminus i = n_k} \sum_{dt \in \mathbb{T}} Cr_{i,dt} r_{i,dt}^k \right\} \quad (1)$$

$FO_2$ :

$$\min \left\{ \sum_{dt \in \mathbb{T}} Co_{dt} n_{dt}^k \right\} \quad (2)$$

Sujeto a:

$$E_{i,dt}^k + r_{i,dt-1}^k - Pe_{i,dt}^k = r_{i,dt}^k \quad \forall i \in \mathbb{R}_k \setminus i = n_k \wedge \forall dt \in \mathbb{T} \quad (3)$$

$$f_{i,dt}^k + S_{i,dt}^k - f_{i-1,dt-\Delta t_i + \Delta t_{i-1}}^k = Pe_{i,dt}^k \quad \forall i \in \mathbb{R}_k \setminus i = n_k \wedge \forall dt \in \mathbb{T} \quad (4)$$

$$S_{i,dt}^k = \lfloor \alpha_{i,dt}^k f_{i-1,dt-\Delta t_i + \Delta t_{i-1}}^k \rfloor \quad \forall i \in \mathbb{R}_k \setminus i = \{1, n_k\} \wedge \forall dt \in \mathbb{T} \quad (5)$$

$$S_{n_k,dt}^k = f_{n_k-1,dt-\Delta t_{n_k}+1}^k \quad \forall dt \in \mathbb{T} \quad (6)$$

$$0 \leq f_{i,dt+\Delta t_{i-1}}^k \leq n_{dt}^k \bar{C} \quad \forall i \in \mathbb{R}_k \wedge \forall dt \in \mathbb{T} \quad (7)$$

$$0 \leq n_{dt}^k \leq \bar{N}_{dt} \quad \forall dt \in \mathbb{T} \quad (8)$$

$$Pe_{n_k,dt}^k = 0 \quad \forall dt \in \mathbb{T} \quad (9)$$

$$S_{1,dt}^k = 0 \quad \forall dt \in \mathbb{T} \quad (10)$$

$$f_{0,dt}^k = 0 \quad \forall dt \in \mathbb{T} \quad (11)$$

$$f_{n_k,dt}^k = 0 \quad \forall dt \in \mathbb{T} \quad (12)$$

$$r_{i,0}^k = 0 \quad \forall i \in \mathbb{R}_k \quad (13)$$

$$r_{n_k,dt}^k = 0 \quad \forall dt \in \mathbb{T} \quad (14)$$

$$n_{dt}^k = 0 \quad \forall dt \in \mathbb{T}: dt + \Delta t_{n_k} - 1 > N\Delta t \quad (15)$$

$$(Pe_{i,dt}^k, r_{i,dt}^k, f_{i,dt}^k, S_{i,dt}^k, n_{dt}^k) \in \mathbb{Z} \quad (16)$$

La restricción (3) establece que en un número de intervalo  $dt$ , la cantidad de pasajeros esperando en la estación  $i$ , es igual a la cantidad de pasajeros que llevan esperando desde el intervalo de tiempo anterior ( $dt - 1$ ), más la cantidad de pasajeros que ingresan a la estación, menos la cantidad de pasajeros que abordan bus en dicha estación.

El conjunto de ecuaciones presentado en (4), establece que la cantidad de pasajeros que abordan bus en la estación  $i$  en un intervalo  $dt$ , es igual a la cantidad de pasajeros que parten en dicha estación, más la cantidad de pasajeros que salen, menos la cantidad de pasajeros que arribaron.

En la ecuación (5), el número de usuarios que salen de la estación  $i$  en un intervalo  $dt$ , es una fracción de la cantidad de usuarios que arriban a la estación  $i$ .

La igualdad descrita en (6), indica que en la última estación el número de usuarios que salen es igual al número de usuarios que arriban a dicha estación.

La restricción (7) fuerza a cero los flujos de usuario por la ruta  $k$ , esto sucede cuando en dicha ruta no han partido buses en el intervalo  $dt$ , de tal manera que, los flujos en los intervalos donde se supone que arribarían los buses en caso de partir en  $dt$ , se vuelven cero.

El conjunto de restricciones presentadas en (8), establecen el límite del número de buses que pueden partir de la estación inicial, en el intervalo  $dt$ , mientras que el conjunto de ecuaciones (9), establece que en la última estación no hay personas que abordan el bus, toda vez que, el recorrido se ha completado. De manera similar, en la ecuación (10), se establece que, en la primera estación no hay personas que salgan, ya que todos entran a dicha estación para abordar un bus.

La ecuación (11) indica que no hay una estación anterior a la inicial, por lo que se utiliza esta variable fija en 0, es decir, no hay un flujo que llegue a dicha estación.

La ecuación (12) indica que, en la última estación no hay un flujo que parta hacia otra estación, es por ello que la variable  $f_{n_k,dt}^k$  toma el valor de cero.

La ecuación (13), indica que no hay pasajeros dentro de una estación antes de que el sistema de transporte entre en funcionamiento, mientras que la ecuación (14), establece que no hay racionamiento de usuarios en la última estación.

Por otra parte, la ecuación (15) indica que no se pueden despachar buses en un intervalo  $dt$  si este no llega antes de finalizar la jornada de operación del sistema. Finalmente, la expresión (16) indica la naturaleza entera de las variables del modelo.

## 5. MÉTODO DE SOLUCIÓN

Para solucionar el modelo matemático de la sección anterior, se implementa en este trabajo el algoritmo multiobjetivo NSGA II propuesto en [9] y se diseña e implementa un procedimiento heurístico que evalúa en secuencia, el balances de usuarios de acuerdo a la cantidad despachada en cada intervalo de tiempo  $n_{dt}^k$ .

Para cada problema en particular se establece como codificación un vector  $V$ , cuyo tamaño varía durante la ejecución del algoritmo, esto sucede porque  $n_{dt}^k$  se vuelve cero a partir de un  $dt$  en particular. Debido a que los buses necesitan de  $\Delta t_{n_k}^k$  intervalos para llegar a la última estación, se establece que ningún bus puede ser despachado en un  $dt$  tal que este finalice en un intervalo superior al último intervalo de operación del sistema  $dt + \Delta t_{n_k} - 1 > N\Delta t$ . Así las cosas, el máximo intervalo  $dt$  en que se puede despachar un bus, está determinado por la ecuación (17).

$$\overline{dt} = N\Delta t - \Delta t_{n_k} + 1 \quad (17)$$

De esta forma, el vector de codificación queda definido con un tamaño  $\overline{dt}$ . En la Figura 69 se ilustra un ejemplo, donde se muestra el valor que representa cada posición del vector y la cantidad  $h$  de buses que se despachan se muestra en el segundo intervalo.

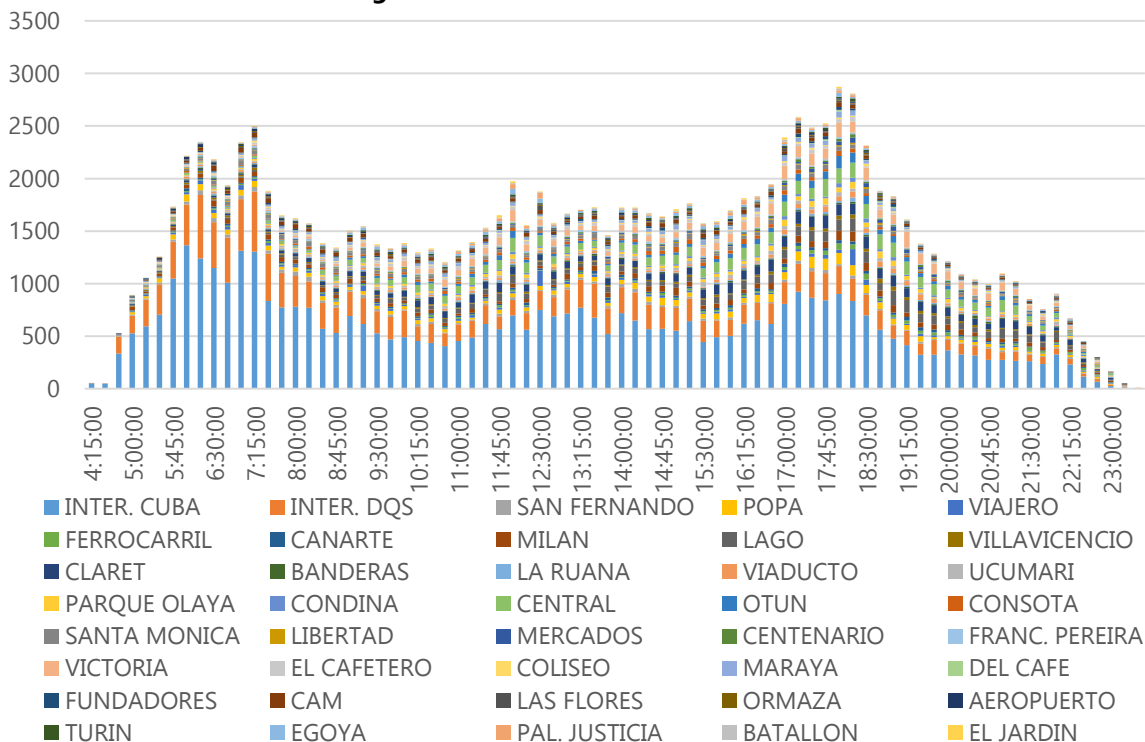
**Figura 69: Codificación del problema.**

$$\begin{array}{l}
 dt: \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad \dots \quad \overline{dt} \\
 n_{dt}^k: \quad n_1^k \quad n_2^k \quad \dots \quad n_{\overline{dt}}^k \\
 V = \quad \boxed{0} \quad \boxed{h} \quad \boxed{0} \quad \boxed{\dots} \quad \boxed{w}
 \end{array}$$

## 6. SISTEMA DE PRUEBA

Para validar la metodología propuesta, se emplea como sistema de prueba, los datos de la operación real del Sistema de Transporte Masivo Megabus del AMCO, el cual cuenta en su recorrido troncal con 40 estaciones y 3 tipos de rutas que funcionan en 2 trayectos. En este caso cada trayecto se trabaja como una ruta independiente, por lo que el número total de rutas es 6 y se toma como caso específico la ruta 2 en su trayecto de ida y vuelta, tratándose a cada uno como un problema independiente.

**Figura 70: Demanda total del sistema.**

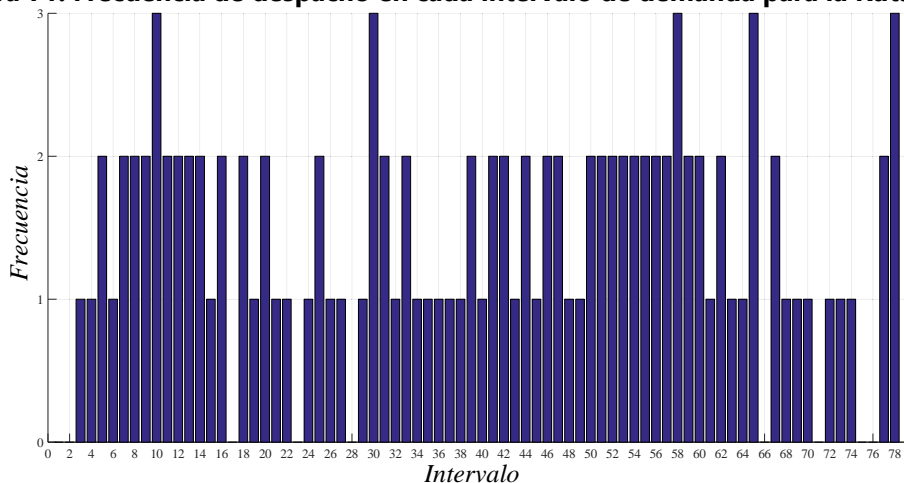


## 7. RESULTADOS

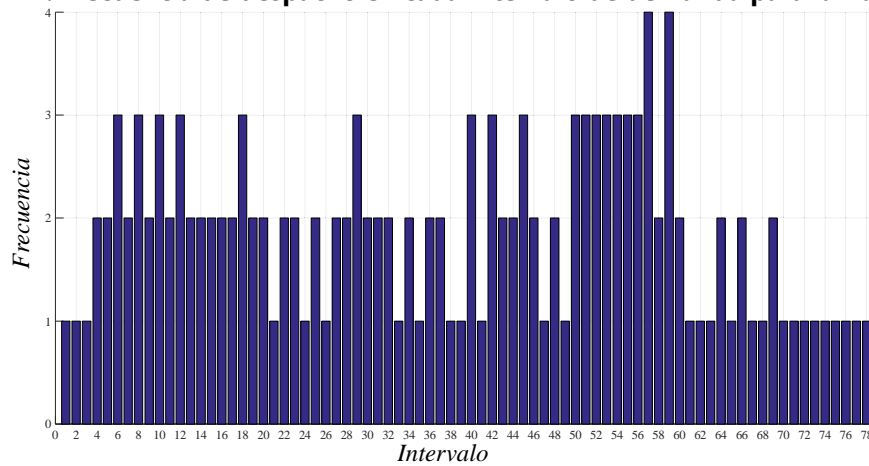
La metodología fue implementada en el ambiente de programación de C++®, bajo sistema operativo Windows 10 de 64 bits, un procesador Intel® Core™ i5-4200U CPU @ 1.60GHz y memoria RAM de 4 GB.

Los resultados muestran que para el caso de la ruta 2 con su trayecto de ida y vuelta (Figura 71 y Figura 72). Cada problema genera un frente óptimo de Pareto, del cual se toma como criterio de selección de la solución, aquel individuo con menor distancia euclidiana al origen en el espacio objetivo.

**Figura 71: Frecuencia de despacho en cada intervalo de demanda para la Ruta 2 A.**



**Figura 72: Frecuencia de despacho en cada intervalo de demanda para la Ruta 2 B.**



## 8. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta un nuevo modelo matemático múltioobjetivo que describe el funcionamiento básico de los sistemas BRT, este modelo permite obtener la frecuencia de despacho de buses para atender la demanda o la tabla de tiempos con la descripción de los servicios requeridos para una ruta a lo largo del periodo de operación del sistema y se propone como método de solución una combinación del algoritmo NSGA II y un nuevo algoritmo heurístico aplicado al Sistema de Transporte Masivo del Área Metropolitana Centro Occidente de Colombia, el cual atiende actualmente aproximadamente 5000 viajes diarios.

Como trabajo futuro, se sugiere realizar la asignación de servicios a los buses disponibles del sistema generando la tabla de tiempos para cada bus teniendo en cuenta el tiempo de las pausas que debe tener los operadores de los buses. Para ello se utiliza los resultados obtenidos como información de entrada. En caso de que las soluciones generadas no satisfagan las restricciones para generar la tabla de tiempos, es posible tomar más soluciones del frente óptimo de Pareto, de tal manera que se toman soluciones que estén cercanas al punto elegido. Adicionalmente se puede generar una combinación de soluciones ya que la cantidad de buses solicitados en cada intervalo pueden ser despachados en cualquier instante siempre y cuando este contenido en el intervalo de tiempo establecido.

## BIBLIOGRAFIA

O. J. Ibarra-Rojas, F. Delgado, R. Giesen, and J. C. Muñoz, "Planning, operation, and control of bus transport systems: A literature review," *Transp. Res. Part B Methodol.*, vol. 77, pp. 38–75, 2015.

P. G. Furth and N. H. M. Wilson, "Setting frequencies on bus routes: Theory and practice," *Transp. Res.*

*Rec. J. Transp. Res. Board*, vol. 818, pp. 1–7, 1981.

I. I. Sirmatel and N. Geroliminis, "Dynamical Modeling and Predictive Control of Bus Transport Systems: A Hybrid Systems Approach," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 50, no. 1, pp. 7499–7504, 2017.

A. Herbon and Y. Hadas, "Determining optimal frequency and vehicle capacity for public transit routes: A generalized newsvendor model," *Transp. Res. Part B Methodol.*, vol. 71, pp. 85–99, 2015.

A. De Palma and R. Lindsey, "Optimal timetables for public transportation," *Transp. Res. Part B Methodol.*, vol. 35, no. 8, pp. 789–813, 2001.

Q. T. Nguyen, N. Ba, and T. Phan, "Advances in Intelligent Systems and Computing," in *3rd International Conference on Computer Science, Applied Mathematics and Applications, ICCSAMA 2015*, 2015, vol. 358, pp. 69–79.

C. E. Cortés, D. Sáez, F. Milla, A. Núñez, and M. Riquelme, "Hybrid predictive control for real-time optimization of public transport systems' operations based on evolutionary multi-objective optimization," *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 18, no. 5, pp. 757–769, 2010.

G. Soto, H. Larrain, and J. C. Muñoz, "A new solution framework for the limited-stop bus service design problem," *Transp. Res. Part B Methodol.*, vol. 105, pp. 67–85, 2017.

K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal, and T. Meyarivan, "A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II," *IEEE Trans. Evol. Comput.*, vol. 6, no. 2, pp. 182–197, 2002.

# CARACTERIZACIÓN DE LA MOVILIDAD DE LAS CIUDADES LATINOAMERICANAS PARA LA PLANIFICACIÓN

**Frédéric Blas,**

AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores. Buenos Aires, Argentina. fblas@acyaglobal.com

**Thomas Massin,**

Furban e ISU-FADU-UBA, Buenos Aires, Argentina. tommassin@gmail.com

**Florencia Rodríguez,**

AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores. Buenos Aires, Argentina. frodriguez@acyaglobal.com

**Felipe González,**

AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores. Buenos Aires, Argentina. fgonzalez@acyaglobal.com

**Roberto Agosta,**

AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores. Buenos Aires, Argentina. ragosta@acyaglobal.com

## RESUMEN

El objetivo de este artículo es proponer una categorización en cuatro grupos de las grandes ciudades latinoamericanas según sus "sistemas de movilidad" para ayudar a pensar las políticas públicas de movilidad más eficientes posibles, en términos sociales y medioambientales. La hipótesis de la existencia de estas cuatro categorías se demuestra por la explotación de la base "Datos Generales 2015" desarrollada por la Corporación Andina de Fomento (CAF), que es una base sólida para 29 ciudades de la región, en 12 países. Un resultado importante de este artículo es la demostración de una particularidad *contraintuitiva* en cuanto al transporte colectivo: en varias ciudades de la muestra donde se encuentra la mayor participación del transporte colectivo, no necesariamente existen mejores resultados para las variables de sustentabilidad del sistema (por ejemplo, el consumo de energía).

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo propone un análisis de los datos de movilidad provistos por el Observatorio de Movilidad Urbana (OMU) de la Corporación Andina de Fomento (CAF) con el fin de identificar arquetipos de ciudades en cuanto a sus sistemas de movilidad. Para eso usamos la base "Datos Generales 2015" (OMU, 2015), que ofrece una batería de indicadores en 29 áreas metropolitanas, de 12 países de la región. A pesar de algunas aproximaciones y de las dificultades inherentes a la obsolescencia de algunos censos nacionales, es una base robusta y actualizada. Su análisis nos permite proponer una categorización de las metrópolis latinoamericanas según sus sistemas de movilidad, es decir el conjunto de características relativas al transporte colectivo e

individual. Este artículo se interesa especialmente por el transporte colectivo, que puede ser definido por el traslado de personas sin ninguna relación entre sí y con destinos diferentes. Esta situación puede ocurrir bajo dos modalidades: primero con los servicios de transporte que operan con rutas fijas y horarios predeterminados y que pueden ser utilizados por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa previamente establecida (bus, tren, subte, tranvía); segundo con los servicios de transporte utilizado por cualquier persona que pague una tarifa según su destino y un acuerdo con el chofer o el operador (taxi colectivo, jeeps, combi vans, microbuses, remis) (AOST, 2018; Herce, 2009).

Esta investigación tiene por objetivo ofrecer un marco sólido para desarrollar futuras investigaciones y ayudar a pensar las políticas públicas de movilidad eficientes, en términos sociales y medioambientales. Específicamente nos parece que es un aporte valioso en cuanto al despliegue de los vehículos autónomos (VA); en efecto, los informes y artículos se concentran en un número limitado de países (Deloitte Review, 2016) y tienden a concebir las metrópolis que van a ser los primeros receptores de la llegada de los VA como uniformes, cuando la realidad es que sus características de población, de infraestructura de movilidad, de gobernanza, de cultura, entre otras, son elementos centrales para llevar a cabo estudios prospectivos (Blas et al., 2017; Orfeuill, 2018).

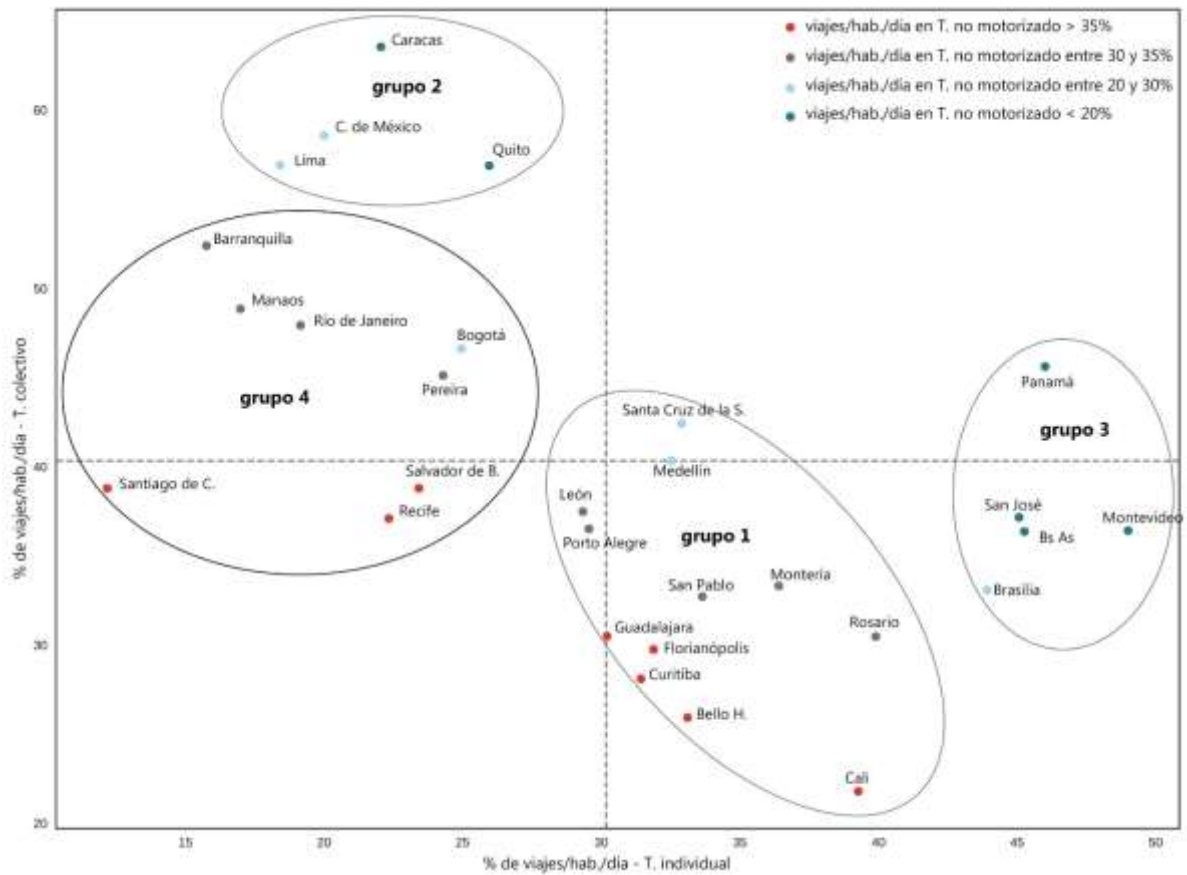
Primero evidenciamos que las ciudades de la muestra pueden categorizarse de manera clara en función de varias características de movilidad, básicamente variables de uso del transporte colectivo. Luego demostramos que algunos argumentos generalmente difundidos sobre los repartos modales, la densidad de las ciudades y el consumo energético (Allaire, 2007; Cervero & Seskin, 1995, Crane, 2000; Ewing & Cervero, 2001; Kaufmann, 1999; Stead & Marshall, 2001) no resisten al análisis de tres series de datos suplementarios - Producto Interno Bruto (PIB), densidad, energía consumida en la movilidad.

## **2. REPARTO MODAL Y CONSTITUCIÓN DE LOS CUATRO GRUPOS**

La primera serie de datos utilizados para clasificar las ciudades en grupos es el reparto modal entre viajes en transporte colectivo, transporte individual y no motorizados. En la figura 1 se representa el porcentaje de viajes realizados en transporte individual, en transporte colectivo y en transporte no motorizado (con un código de color, siendo rojo el grupo con mayor proporción y azul el con menor).



**Figura 1: Reparto modal por ciudad**



Fuente: Elaboración propia a partir de OMU, 2015

Se identifican cuatro grupos de ciudades. Existe un primer grupo con un patrón equilibrado en términos de reparto modal, conformado por León, Porto Alegre, Guadalajara, Curitiba, Florianópolis, Medellín, Santa Cruz de la Sierra, Cali, Belo Horizonte, San Pablo, Montería y Rosario (grupo 1). Se observa claramente que en otro grupo, compuesto por Lima, Ciudad de México, Quito y Caracas, se utiliza en mayor proporción el transporte colectivo (grupo 2). En tercer lugar, existe un grupo de ciudades donde el transporte individual es el principal modo: Brasilia, San José de Costa Rica, Buenos Aires, Panamá y Montevideo (grupo 3). Finalmente aparece un grupo donde el transporte colectivo también tiene una importante participación aunque en menor medida debido a la mayor participación de los modos no motorizados (a pie y bicicleta). Este grupo está integrado por Santiago de Chile, Barranquilla, Manaos, Río, Recife, Salvador de Bahía, Pereira y Bogotá (grupo 4). A continuación, estudiamos variables de uso de transporte colectivo para cada grupo.

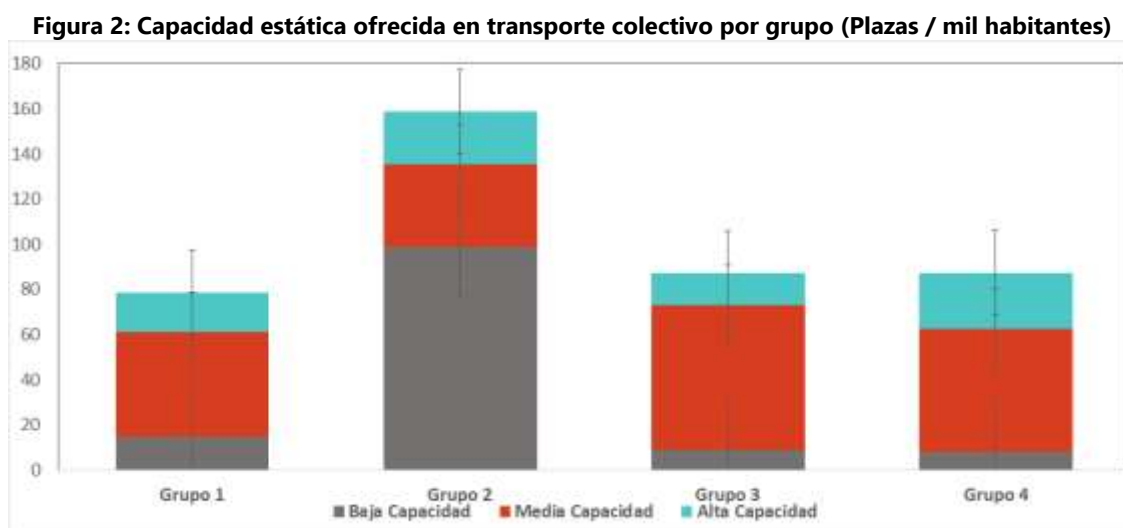
### 3. TRANSPORTE COLECTIVO

La base de datos de la CAF ofrece numerosos indicadores en cuanto a la oferta y a la demanda de transporte colectivo en cada ciudad. Elegimos adaptar los datos disponibles para trabajar con cuatro indicadores significativos:

- Capacidad estática en transporte colectivo (plazas/hab) (3.1)
- Patrimonio en infraestructura de transporte colectivo (\$/hab) (3.2)
- Carriles exclusivos para transporte colectivo (km/hab) (3.3)

#### 3.1. Capacidad estática en transporte colectivo

Este indicador pretende ser una aproximación al nivel de oferta de servicios de transporte colectivo. El OMU pone a disposición valores de cantidad de vehículos por tipo para cada ciudad (CAF, 2010). No obstante, la disparidad en capacidad de cada tipo de vehículo dificulta la comparación entre ciudades. Por lo tanto, consideramos valores estándares de capacidad o plazas para cada tipo de vehículos que multiplicamos por la cantidad de cada tipo de vehículo y obtenemos la oferta aproximada por la capacidad estática de transporte colectivo de cada ciudad (hubiese sido deseable ponderar este indicador por la cantidad de kilómetros recorridos por los vehículos de transporte colectivo, no obstante este último valor no está disponible en la base de datos). La oferta de transporte colectivo, calculada en plazas en transporte colectivo por habitante, se presenta en la figura 2.



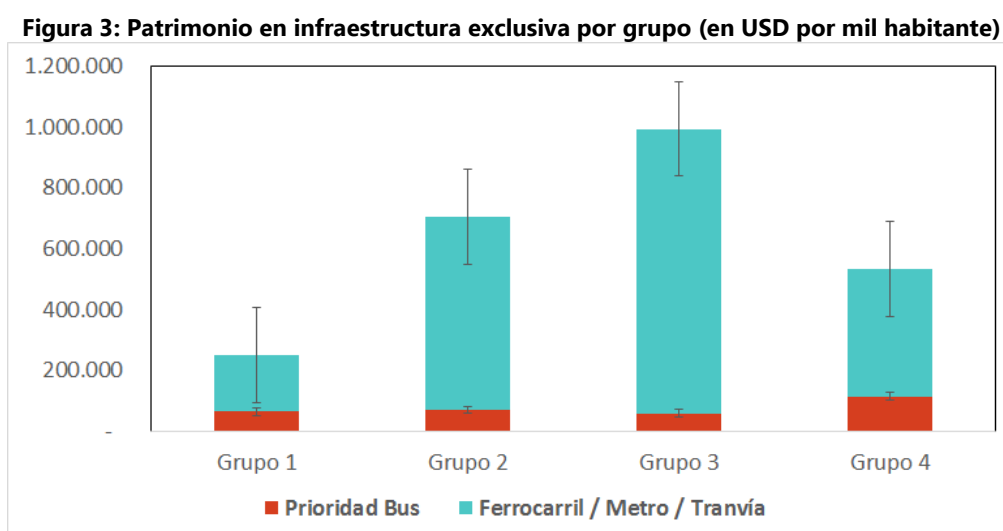
Fuente: Elaboración propia a partir de OMU, 2015

Sin sorpresa, y conforme al reparto modal observado anteriormente, la oferta es la más elevada para el grupo 2 (158,8 plazas cada mil habitantes), cuando para los otros

grupos es parecida (78,7, 87,2 y 87,4 plazas cada mil habitantes respectivamente) y con estructuras comparables. Además es de notar que esta mayor oferta en transporte colectivo del grupo 2 se da mediante una fuerte presencia de vehículos de baja capacidad (combis, vans, minibuses, jeeps, taxis colectivos, etc.), mientras que es casi inexistente en las ciudades de los otros grupos.

### 3.2. Patrimonio en infraestructura exclusiva

Este indicador, expresado en dólares por mil habitantes, apunta a caracterizar el nivel y el tipo de infraestructura exclusiva de transporte colectivo existente en las ciudades. Se distinguen los valores por red de carriles exclusivos para buses y por red ferroviaria. A pesar de la dispersión bastante elevada entre las ciudades que conforman cada grupo, se presentan algunas características por grupo.



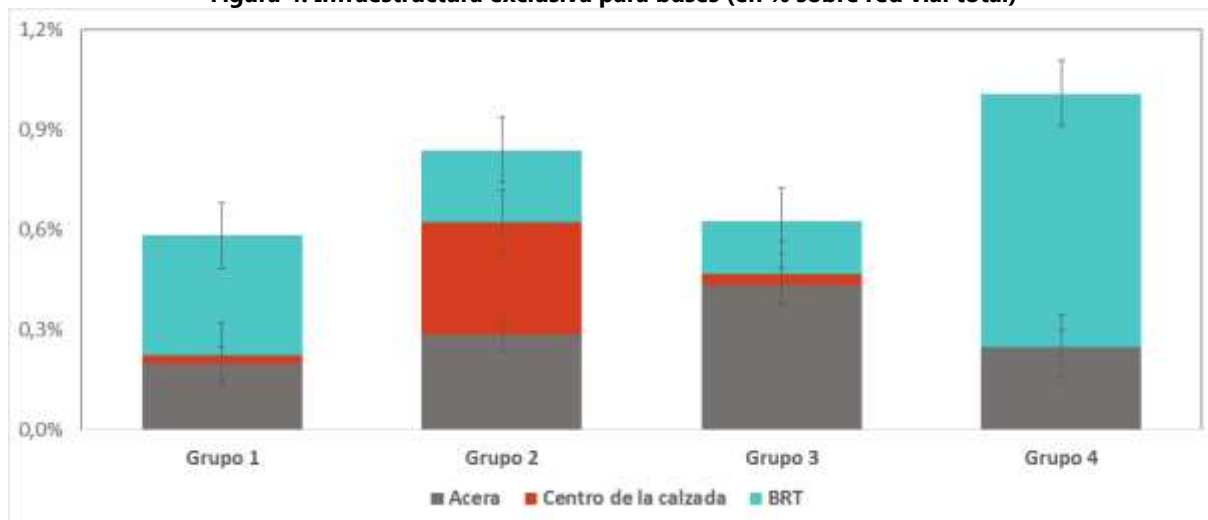
Fuente: Elaboración propia a partir de OMU, 2015

Existe una diferencia significativa en el promedio entre grupos. Así el grupo 3 presenta un valor de 932.000 USD por mil habitantes, mucho más elevado que para los otros grupos (248.000, 703.000 y 531.000 respectivamente). Esta diferencia consiste sobre todo en la importancia del patrimonio de ferrocarril, metro y tranvía (934.000 USD por mil habitantes contra 184.000, 633.000 y 419.000). Es importante notar que los valores de patrimonio están medidos como si la infraestructura fuera construida en 2014, lo cual podría implicar una sobrevaloración de los activos históricos en infraestructura ferroviaria. Por lo tanto ciudades con infraestructura ferroviaria antigua, quizás en mal estado y con bajos niveles de servicio, muestran altos valores de patrimonio que no se condicen con el reparto modal observado (por ejemplo Buenos Aires, grupo 3). Finalmente, otro dato destacable es la importancia del patrimonio de infraestructura exclusiva de bus para las ciudades del grupo 4 (113.000 USD por mil habitantes contra 64.000, 69.000 y 58.000). El punto siguiente profundiza este punto.

### 3.3. Carriles exclusivos para el transporte colectivo

Este indicador permite caracterizar la proporción de infraestructura exclusiva para buses sobre la red vial total y es el reflejo de la importancia otorgada un transporte colectivo "de calidad". La base de datos permite diferenciar tres tipos de infraestructura exclusiva de buses: laterales con respecto de la calzada, en el centro de la calzada o BRT.

Figura 4: Infraestructura exclusiva para buses (en % sobre red vial total)



Fuente: Elaboración propia a partir de OMU, 2015

Es notable que las ciudades de los grupos 2 y 4 presentan una mayor inversión en segregación del bus, lo cual se condice con el mayor nivel de uso del transporte colectivo respecto del resto de los grupos. Sin embargo, en el grupo 2 se privilegian las infraestructuras más "flexibles" como el carril lateral o central, mientras que en el grupo 4 prima el BRT, que es una infraestructura más duradera o rígida y con una eficiencia operativa mayor. Esto implica que la calidad del servicio de transporte por bus es presumiblemente mayor en el grupo 4.

### 3.4. Principales resultados

Pudimos mostrar que existen cuatro grupos de ciudades latinoamericanas, que presentan características marcadas en cuanto a su sistema de movilidad. Las ciudades del grupo 1 presentan una distribución modal que se reparte en tercios comparables. En cuanto al transporte colectivo, predominan el bus y el BRT, sin que representen un patrimonio en infraestructuras rico. A su vez, la capacidad estática ofrecida se reparte de manera proporcionada, entre baja, media y alta capacidad.

En el grupo 2 se observa la preeminencia del transporte colectivo, con los otros modos muy por debajo. Una característica significativa es la mayor oferta de plazas en transporte colectivo entre los grupos y se da mediante vehículos de baja capacidad (combis, vans, minibuses, jeeps, taxis colectivos, etc.). Así la movilidad de baja capacidad supera a los buses tradicionales y aún más a los modos ferroviarios de alta capacidad.

En el grupo 3, el porcentaje de viajes en transporte individual es alto, el de los viajes en modos no motorizados bajo. Además las ciudades del grupo presentan un importante patrimonio de ferrocarril, metro y tranvía, cuando las infraestructuras de BRT son escasas.

El grupo 4 presenta porcentajes de transporte colectivo alto, así como los de los modos no motorizados. A su vez la proporción de transporte individual es el más bajo de todos. También se observa la importancia de la oferta de los buses tradicionales con mayor capacidad y la del BRT.

**Figura 5: Descripción de los grupos**

<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 4</b>
Reparto modal equilibrado	Preeminencia del transporte colectivo	Alto promedio de viajes en transporte individual	Primacía del transporte colectivo
Capacidad estática ofrecida bastante equilibrada entre vehículos de baja, media y alta capacidad	Importancia de la movilidad de baja capacidad	Bajo promedio de los modos no motorizados	Alto promedio de los viajes por modos no motorizados
Poco patrimonio en infraestructura exclusiva.		Patrimonio importante en infraestructuras de tren, metro y tranvía	Patrimonio importante en BRT

En el punto 4, consideramos tres series de datos suplementarios para observar las características de los grupos en cuanto a la densidad poblacional, al PIB y el consumo energético.

#### **4. INDICADORES COMPLEMENTARIOS**

Apoyándonos en los grupos construidos anteriormente, analizamos indicadores de movilidad con características urbanas, económica y energética de las ciudades. Especialmente ubicamos este análisis en los numerosos estudios que, desde los trabajos de Newman & Kenworthy (1989), han demostrado la relación causal entre

densidad y consumo energético de la movilidad. Así examinamos tres argumentos generalmente difundidos en la comunidad profesional y académica:

- la relación entre reparto modal y densidad poblacional: el transporte individual relacionado con una baja densidad, el transporte colectivo y no motorizado con una alta densidad (4.1)
- la relación entre nivel de PIB y uso del transporte individual (Dargay, 2007) (4.2)
- la relación entre eficiencia energética y reparto modal: transporte individual asociado con un mayor consumo energético, transporte colectivo y no motorizado con un consumo menor (4.3)

#### **4.1. Indicadores urbanos: superficie, población y densidad poblacional**

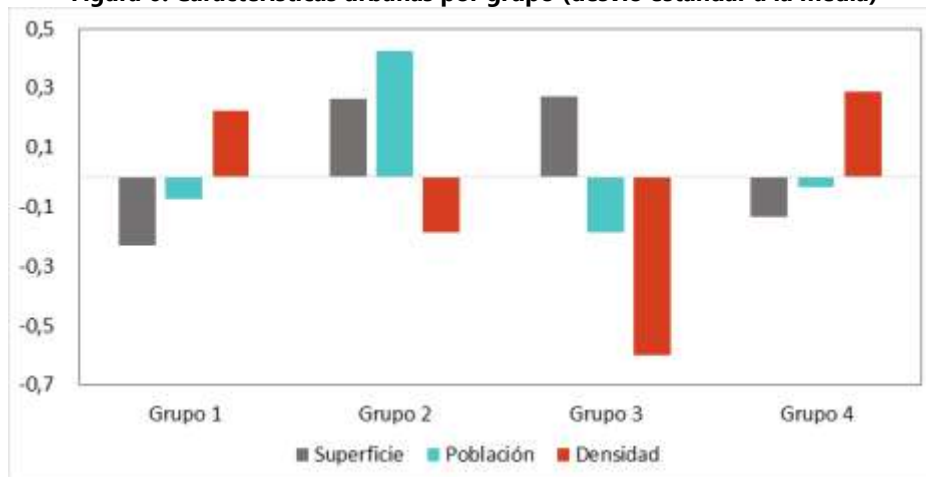
Esta serie de indicadores presenta datos según un desvío estándar a la media: por lo tanto no son valores absolutos. Las ciudades del grupo 2, en promedio, son extensas y pobladas. Por otra parte y de manera contraintuitiva, son ciudades poco densas, a pesar de la proporción importante del transporte colectivo.

El grupo 3, donde el reparto modal es fuertemente inclinado hacia el vehículo individual, presenta áreas urbanas extensas pero relativamente poco pobladas y por ende de muy baja densidad. Este último factor tiende justamente a estar asociado al fuerte uso del vehículo individual.

El grupo 4, que presenta un reparto modal basado en los modos no motorizados y el transporte colectivo, está compuesto por ciudades poco extensas y pobladas pero particularmente densas. Este último aspecto, en contrapunto con lo observado para el grupo 2, podría asociarse justamente al mayor uso de modos no motorizados.

Finalmente, las ciudades del grupo 1, con un perfil relativamente cercano al grupo 4, también se asemejan a este último en cuanto a características de población, superficie y densidad.

**Figura 6: Características urbanas por grupo (desvío estándar a la media)**

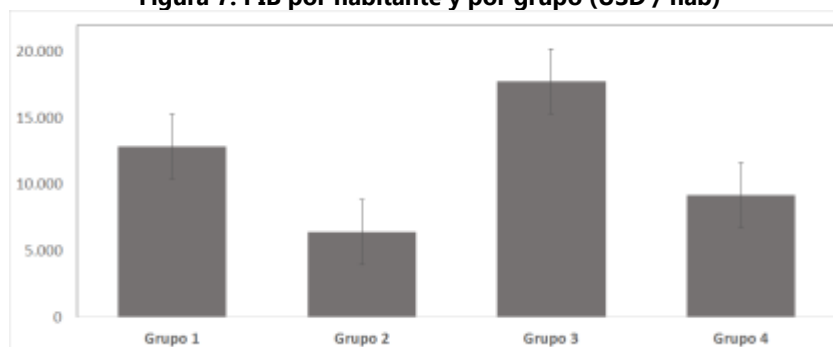


Fuente: Elaboración propia a partir de OMU, 2015

#### 4.2. Indicadores económicos: PIB per cápita

En términos de PIB per cápita, el grupo 3 (importancia de los vehículos individuales), presenta los valores más altos, cuando el grupo 2 (importancia del transporte colectivo) presenta los más bajos. Esta situación puede explicar un hallazgo contraintuitivo. El grupo 2, con el mayor nivel de uso y la mayor capacidad estática de transporte colectivo, no parece contar con una infraestructura de transporte colectivo eficiente. En cambio, el grupo 3, con el mayor nivel de infraestructura exclusiva, presenta el mayor uso de transporte privado. Proponemos explicarlo por el hecho de que los usuarios de transporte colectivo del grupo 2 son en parte usuarios cautivos, ya que utilizan un transporte que compite en condiciones de desventaja con el automóvil (baja capacidad, poca infraestructura de segregación). Los usuarios del grupo 3, que a priori posee mejor infraestructura, se vuelven hacia el automóvil particular según la conocida correlación positiva entre tasa de motorización y nivel de ingreso. En valores intermedios, se encuentran los grupos 1 y 4.

**Figura 7: PIB por habitante y por grupo (USD / hab)**



Fuente: Elaboración propia a partir de OMU, 2015

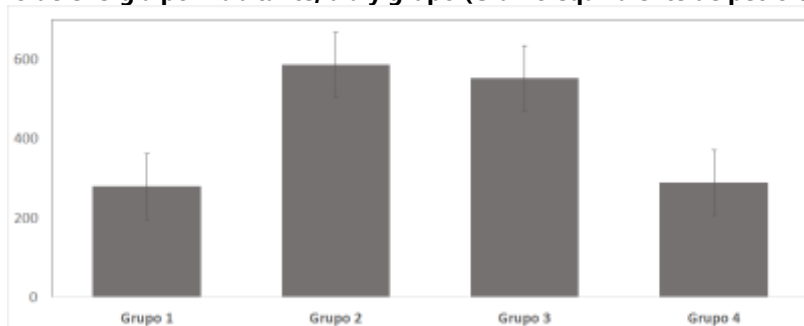
### 4.3. Indicadores de gasto energético

En términos energéticos (energía consumida en la movilidad por habitante y día, en gramos equivalentes de petróleo), los grupos 2 (orientado al uso de transporte colectivo) y 3 (orientado al uso del transporte privado individual) aparecen como los menos eficientes. En el caso de los grupos 1, 3 y 4, los valores obtenidos de gasto energético acompañan la intuición vinculada a los repartos modales: valores altos ante un elevado uso del vehículo privado individual y valores más bajos en ciudades con poca importancia de los modos no motorizados. En cambio, se observa una paradoja para el grupo 2: se esperaría que un reparto modal orientado al transporte colectivo estuviera correlacionado con mayores niveles de eficiencia energética, situación opuesta a lo observado.

Un resultado importante de este artículo es la demostración de una particularidad contraintuitiva de varias ciudades de la muestra en cuanto al transporte colectivo: en ellas, la mayor participación del transporte colectivo no necesariamente implica mejores resultados para las variables que determinan la sustentabilidad del sistema.

En efecto, el rasgo característico de estas ciudades es la importancia del transporte colectivo informal, con unidades de baja capacidad, infraestructura vial deficitaria y limitada presencia de otros modos dentro del mismo sistema público. En los sistemas con alta participación de informalidad, regular la calidad de los vehículos desde los organismos de control resulta más dificultoso. Asimismo, este grupo presenta un poder adquisitivo relativamente menor que el resto, lo cual impacta en la calidad de los vehículos en circulación a nivel general. Así, es de esperar que la antigüedad media del parque automotor sea mayor y, por tanto, más contaminante.

**Figura 8: Consumo de energía por habitante, día y grupo (Gramo equivalente de petróleo GEP / hab / día)**



Fuente: Elaboración propia a partir de OMU, 2015



## 5. CONCLUSIONES Y PISTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

A pesar de algunas debilidades de la base de datos, logramos identificar de manera sólida cuatro arquetipos de ciudades según sus sistemas de movilidad. Además, un resultado importante de este artículo es la demostración de una particularidad contraintuitiva de varias ciudades de la muestra en cuanto al transporte colectivo: en ellas, la mayor participación del transporte colectivo no necesariamente implica mejores resultados de densidad y de consumo energético. Se explica por la importancia del transporte colectivo informal.

La caracterización de este perfil de ciudades permite delinear propuestas de políticas públicas, particularmente en la perspectiva de la llegada de los VA. Para las ciudades del grupo 2, nos parece que la prioridad es promover la formalización del transporte colectivo, buscando una mejor eficiencia del sistema quizá a través de una mejor integración y jerarquización de los distintos modos. Sin embargo esta mejora no debería producirse en detrimento de la accesibilidad económica a los servicios de transporte colectivo. Así el planeamiento alrededor de la llegada de los VA tendría que focalizarse en no reproducir el esquema actual de informalidad y des-integración.

Las ciudades grupo 3 presentan un indicador PIB/hab. alto y aparecen como candidatas a soluciones de tipo gestión de la demanda y medidas disuasorias del uso del vehículo privado. A su vez, nos parece importante insistir en un reparto del espacio público a favor del transporte colectivo y de los modos no motorizados. Así aparece necesario mejorar el sistema de transporte colectivo (calidad y niveles de servicio), en particular los sistemas masivos, frente al vehículo privado. En este contexto, el planeamiento alrededor de la llegada de los VA tendría que atenuar el predominio del uso del vehículo individual e inscribirse en una versión compartida y complementaria de los sistemas de transporte colectivo más masivos por un lado y de espacios urbanos que estimulen los desplazamientos a pie y en bicicleta.

Finalmente las ciudades de los grupos 1 y 4, con perfiles más equilibrados, parecerían tener los patrones de movilidad y la estructura de sistemas de transporte más sustentables. En este sentido, la llegada de los VA tendría que inscribirse en esta dinámica, complementaria de los sistemas existentes, especialmente los modos no motorizados.

### BIBLIOGRAFÍA

- Allaire J. (2007) *Forme urbaine et mobilité soutenable : enjeux pour les villes chinoises*, Thèse de doctorat en économie, Université Pierre-Mendès-France
- AOST (2018). *Les différents types de transport*

- Blas, F., Massin, T., & Rodríguez Touron, F. (2017). Les véhicules autonomes, l'étalement urbain et les systèmes de transport public en Amérique Latine. *Routes et Transports*, 46.
- CAF. (2010). Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina
- Cervero R. & Seskin, S. (1995), An Evaluation of the Relationship Between Transit and Urban Form, *Research Results Digest*, Transit Cooperative Research Program, 7
- Crane, R. (2000). The influence of urban form on travel: an interpretative review. *Journal of Planning Literature*, 15(1), 3–23
- Dargay et al (2007) Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030. *The Energy Journal* 28(4):143-170
- Deloitte Review. (2016). The future of mobility: What's next? Deloitte University Press
- Ewing, R. & Cervero, R. (2001), Travel and the built environment. A synthesis, *Transportation Research, Record*, 1780, 87-113
- Herce, M. (2009). *Sobre la movilidad en la ciudad: Propuestas para recuperar un derecho ciudadano*. Reverté: Barcelona
- Kaufmann, V. (1999). *Mobilité et vie quotidienne : synthèse et questions de recherche*. Synthèses et recherches, Centre de Prospective et de Veille Scientifique, 48, 1-64
- Newman, P. & Kenworthy, J. (1989). *Cities and automobile dependence. An international sourcebook*, Brookfield : Gower Technicals.
- OMU. (2015). *Datos Generales 2015*. CAF. <https://www.caf.com/es/temas/o/observatorio-de-movilidad-urbana/bases-de-datos/>
- Orfeuill, J.-P. (2018). *Les villes et l'irruption des véhicules autonomes*. Institut pour la Ville en Mouvement - Vedecom. Paris
- Stead, D. & Marshall, S. (2001), The Relationships between Urban Form and Travel Patterns. An International Review and Evaluation, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 1(2), 113-141

# **PROYECTO PARA ESTACIONES URBANAS DE PASAJEROS (EUP), DE LA HABANA.**

**Francisco Alberto Pujol Ferrer**

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de la Habana, EPROB. asolanes@eprob.cu

**Ibelise Carraceo**

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de la Habana, EPROB. ibelise.contreras@eprob.cu

**Mirbel Aguilera Ferrales**

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de la Habana, EPROB. maguilera@eprob.cu

**Reynier Campos Pompa**

Dirección General de Transporte Provincial La Habana. jdes.plan@getrans.cu /

## **RESUMEN.**

El trabajo realizado posee como objetivo validar la puesta en práctica de herramientas de diagnóstico y la elaboración de pautas conceptuales de diseño para las diferentes EUP, de manera que se haga extensivo como base de consulta y trabajo en el quehacer diario de los profesionales que tendrán la responsabilidad de enfrentar el diseño de las mismas. Este trabajo permitirá contar con el marco teórico creado a partir de la búsqueda de información que serviría de base para afrontar esta nueva temática, cuya información facilitó establecer una clasificación de las estaciones intermodales a nuestro contexto, la cual constituye un resultado relevante al no contarse con ninguna, que servirá para el trabajo del proyecto. Se establecieron elementos que permiten tener un punto de partida para enfrentar la tarea de diseño para las diferentes EUP, así como diagnosticar la problemática que conlleva a la concreción de los esquemas con soluciones específicas y al análisis del impacto económico-social-ambiental de las mismas. Aplicación de un trabajo multidisciplinario entre las entidades ejecutoras del programa que permitió la superación y especialización del personal técnico-profesional implicado, además del dominio en el empleo de herramientas de diagnóstico, la metodología de trabajo y el diseño. Las propuestas brindan resultados satisfactorios al asumir soluciones constructivas más factibles para la capital en los diseños elaborados ajustándose a nuestras condiciones territoriales, urbanas, financieras y materiales. Se lograron propuestas integradas a los nodos seleccionados desde un punto de vista del diseño urbano, donde con las soluciones recalifican el lugar en aquellos sitios que presentaban mayores deficiencias. Los tres primeros estudios urbanos cumplen satisfactoriamente con las Regulaciones, Condicionales y Requerimientos emitidos por los órganos de consulta, que permite una protección del medio ambiente ante la baja incidencia negativa sobre el territorio. La implementación de estos proyectos contribuirá a mejorar la movilidad urbana de la población en La Habana en aspectos de accesibilidad universal, confort, seguridad y sostenibilidad a través de un nuevo sistema de transportación que moderniza y mejora el actual.

## **1- INTRODUCCIÓN**

La intervención de nodos en diversas partes de La Habana para EUP pretende mejorar el sistema de transportación de personas ante la difícil situación existente y además cualificar el entorno incorporando distintos servicios que brindarán una mayor calidad

de vida a la población sin perder los valores patrimoniales, culturales, arquitectónicos y paisajísticos correspondientes a cada territorio de la capital.

Las soluciones tienen base en acciones de diseño que mejoran y modernizan la gestión de una movilidad sostenible, incorporando infraestructura, medios y técnicas del repertorio internacional pero con su adecuación a nuestras características propias y disponibilidad de recursos tanto financieros como materiales, siempre sobre la base de una implementación progresiva.

Se realizarán intervenciones puntuales en espacios cuyos ambientes se encuentran sin uso, degradados o con incorrecto destino, utilizándolos a partir de su remodelación, adaptación o refuncionalización.

Las características del contexto y el uso de estos espacios como importante punto de confluencia a nivel de ciudad fundamenta la apertura de nuevas instalaciones con variados servicios y funciones espaciales públicas, teniendo una línea de diseño contemporánea que no establece una ruptura con la imagen de la capital.

## **2-OBJETIVOS**

Acometer acciones para mejorar y modernizar la infraestructura del transporte ejecutando proyectos para Corredores y Estaciones Urbanas de Pasajeros que den respuesta a las dificultades en la movilidad de la población, con la aplicación y estudio del repertorio internacional pero con su adecuación a las características propias de La Habana.

## **3- MARCO TEÒRICO**

Entre los problemas detectados en el diagnóstico del transporte de La Habana se evidenció que no existen estaciones urbanas de intercambio intermodal. Estas estaciones articulan vías principales con otras vías multidireccionales, actuando como concentradores y distribuidores. La multidireccionalidad es una de las problemáticas que presenta la movilidad en la actualidad, lo que deja en evidencia la importancia del rol que ocupan las mismas, siendo que líneas de transporte sueltas, por sí solas no pueden atender necesidades multidireccionales y el traslado del punto de salida al punto de llegada muchas veces comprende la interconexión entre varias rutas por lo que la utilización de infraestructuras que permitan este tipo de enlaces, es imprescindible. En este sentido las Estaciones Urbanas de Pasajeros (EUP) facilitan viajes más flexibles y diversificados. Por otra parte nace de la necesidad de otorgarle a la ciudad espacios capaces de responder a las demandas de movilidad de la población incorporando, como parte de una estrategia más abarcadora, una pieza infraestructural

que promueva el desarrollo del transporte desde la intermodalidad, por lo que, vale la pena proponerse incrementar el impacto que tendría la creación de una Red Estaciones Urbanas de Pasajeros dentro del sistema de transporte de la ciudad como una pieza relevante de su estructura urbana.

El trabajo se realiza como resultado de los servicios técnicos presentados por el Grupo de Diseño de Plan General-Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de la Habana (EPROB) ante la solicitud de la Dirección General Transporte Provincial de La Habana (DGTPH) para los estudios preliminares de las EUP de la capital.

El proyecto parte del estudio de investigación "Reordenamiento Integral del Transporte en Ciudad de La Habana", realizado en cooperación con la asesoría francesa de la Región Autónoma de Transporte de París (RATP) y el Ministerio de Transporte de Francia (1999 ), junto al Esquema de Ordenamiento Territorial y Urbano, Dirección Provincial Planificación Física La Habana (Febrero 2013), que recomienda aplicar un reordenamiento en el servicio de transportación de pasajeros para mejorar la movilidad urbana en La Habana.

Para lograr este objetivo, entre las propuestas está ubicar en La Habana en diferentes áreas nodales la construcción de Estaciones Urbanas de Pasajeros, las cuales mejorarían la transportación de la población al implementar la intermodalidad como nueva opción.

Las motivaciones principales radican en introducir mejoras incidiendo en la problemática detectada:

- ✚ Mal funcionamiento y diseño de infraestructura del transporte urbano
- ✚ Necesidad de recalificar la imagen mediante el diseño y empleo de recursos como el mobiliario urbano (papeleras, bancos y luminarias), la pavimentación y la iluminación
- ✚ Falta de gráfica urbana
- ✚ No se aprovecha al máximo el área verde y la vegetación en el diseño en parques, avenidas y parterres

#### **4-APLICACION DEL PROYECTO EUP.**

La Dirección de Planeamiento de la DGTPH, inicia el proceso inversionista de las EUP junto con las entidades rectoras (Dirección de Provincial de Planificación Física de La

Habana, CITMA, Recursos Hidraulicos, etc.) a partir del 2015, convocando a diversas entidades proyectistas para comenzar las bases de estudios de los diseños para dichos proyectos.

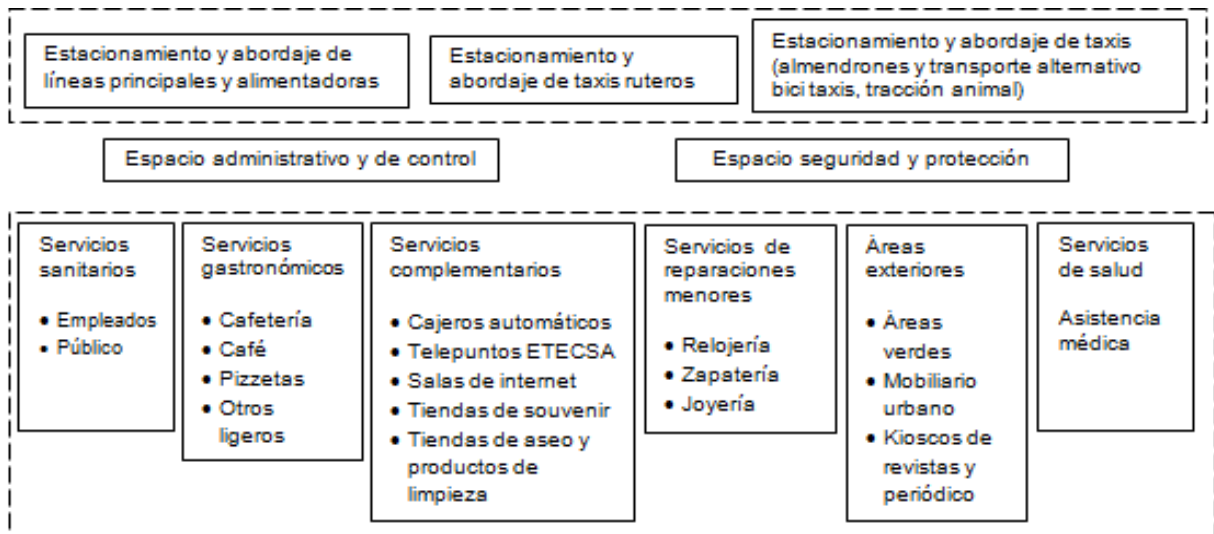
#### 4.1-Objetivos planteados:

Ampliar las alternativas de transporte público en función de:

- ✚ Optimizar el tiempo en los cambios de ruta y en la gestión de los recorridos diversificando las opciones.
- ✚ Favorecer e incrementar las condiciones del estacionamiento y estar.
- ✚ Incorporar servicios complementarios para brindar mayor confort y seguridad a los usuarios para disponer de un transporte más sostenible.

Debido a la amplitud del proyecto desde sus inicios se trazaron líneas deseos generales al igual que premisas de diseño las cuales se fueron ampliando en la medida que se fue profundizando en el trabajo específico de la diferentes EUP.

#### Requerimientos espaciales-funcionales para el servicio de la EUP



#### 4.2-Premisas del diseño

- Inserción en un área urbana, vínculo de los diversos espacios funcionales, accesibilidad, seguridad vial, control, gestión medioambiental e informativa-comunicaciones.

- Potenciar el paisaje urbano mediante mobiliario urbano (bancos, mesas, protecciones, barreras vehiculares, iluminación, estacionamiento para bicicletas, cestos para basuras y otros varios), sistemas de seguridad, barreras y elementos paisajísticos.
- Para los espacios públicos considerar: Hall Público, circulaciones de pasajeros, circulación de los vehículos de transporte, andenes, espacios comerciales, lugares de comida, centro de servicios, oficinas (incluyen oficinas para la seguridad, monitoreo de los sistemas de vigilancia e incendio y espacios exclusivos para el personal de empleados y trabajadores, de servicios sanitarios
- Estacionamientos abiertos o cubiertos para vehículos particulares, públicos y de servicios. Viales, ciclo vías, circulaciones peatonales y las adecuaciones para discapacitados, jardines etc.
- Se cumplirán para todos los espacios, locales y áreas de las estaciones por donde circularán los usuarios los requerimientos para la eliminación de barreras arquitectónicas y el correcto uso de los elementos constructivos posibilitando la accesibilidad segura para personas discapacitadas o no, evitando así la vulnerabilidad a los accidentes.

Independientemente de lo expuesto anteriormente, cada espacio urbano donde se pretenda construir una EUP tendrá sus propias particularidades de diseño, al considerar siempre los elementos principales que las caracterizan y el entorno urbano que la rodea.

Las acciones constructivas varían según el alcance de la intervención en obra nueva o remodelación c/s ampliación.

### **4.3-PROPUESTAS DE UBICACIÓN**

Para el desempeño se decide ubicar las EUP en puntos nodales de la ciudad en el que confluyan vías importantes y movilidad poblacional (nodos naturales de intercambio) que garantiza la conexión con otros territorios, para establecer así una red de EUP en la capital.



A tal efecto se crea la Comisión integrada por la DGTPH (inversionista), DPPF-La Habana, EPROB (proyectista), Empresa Provincial Transporte Habana, Dpto. Infraestructura Redes, CITMA, etc, que en sesiones de trabajo determinó efectuar los estudios e investigaciones en dos etapas, para lo cual se seleccionaron las estaciones por orden de prioridad.

## 5- CLASIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES INTERMODALES.

Basado en el marco teórico estudiado se analizó la necesidad de establecer una clasificación para las diferentes EUP. No se pudo constatar que existiera, en la bibliografía consultada una clasificación preestablecida, sino conceptos aislados para denominar varios tipos de estaciones. Es por ello que para el ordenamiento de las prioridades y del trabajo en general se estableció el siguiente esquema de clasificación.

1-Nivel de Categoría por ubicación, jerarquía, valor constructivo, etc.

- 1ra Categoría (color rojo)
- 2da Categoría (color verde)
- 3ra Categoría (color amarillo)

2-Según la conectividad hacia los territorios podrán ser:

- De ámbito interestatal-provincial-regional/urbano (IP)
- De ámbito urbano (U)

3-Según su ubicación y recorrido entre territorios serán:

- De inicio-final (I-F)
- De paso (P)

4-Según por su capacidad de transportación (líneas o rutas y tipos de medios) serán:



- $\leq 10$  rutas = pequeñas (P)
- $\geq 10$  rutas = grandes (G)

5-Cosideraciones especiales:

- Intermodal-con tren aprox (IMT).
- Parqueo soterrado. (PS)

## **6-METODOLOGÍA DE TRABAJO**

La EPROB ante la solicitud de servicio de proyecto por parte de la DGTPH para la implantación de las EUP en la capital, desarrolló una metodología de trabajo para garantizar la primera fase de estudio de las mismas con vista a su gestión y aprobación de microlocalización para cada área de estudio.

A partir de una propuesta de ubicación, los proyectistas estudian escalonadamente las problemáticas existentes en la ubicación sugerida y a partir de los resultados de dicho análisis realizar una propuesta específica para cada caso.

Estableciendo una metodología de trabajo con un enfoque global que permita abarcar todas las EUP. Como resultado se pudo observar homogeneidad en el nivel de profundidad de los análisis. Además permite, aun a nivel de Estudio Urbano, propuestas más abarcadoras y enfocadas a los problemas funcionales y específicos de cada EUP. Siendo el esquema de trabajo el siguiente:

### **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Levantamiento topográfico detallado escala 1/500 con sistema de coordenadas arbitrarias.

### **DIAGNÓSTICO URBANO**

1-Ubicación o propuestas de ubicación.

2-Características del área de estudio: Accesos. Topografía. Régimen de brisas y asoleamiento. Áreas verdes. Visuales. Situación de edificaciones colindantes. Funciones existentes en el lugar.

3-Circulaciones: Flujo vehicular. Flujo peatonal. Flujo ferroviario

4-Estado técnico vial: Viales principales. Viales secundarios. Caminos. Línea férrea

5-Parqueo.

6-Mobiliario urbano.

7-Recomendaciones.

## **ESTUDIO URBANO**

1-Características del área de estudio: Ubicación y dimensiones. Clima y sus requerimientos. Topografía. Vegetación. Paisajes urbanos y visuales. Accesibilidad. Riesgo y vulnerabilidad.

2-Documentos rectores y normativas consultadas.

3-Regulaciones urbanas.

4-Funcionalidad Urbana: Escala urbana. En el lugar Circulaciones. Matriz DAFO

5-Premisas de diseño: Circulación vial y peatonal. Imagen urbana. Paisaje y áreas verdes. Accesibilidad. Redes e infraestructura.

6-Esquema funcional.

7-Concepción urbanística: Solución planimétrica. Vegetación. Iluminación. Pavimentos. Mobiliario urbano. Accesibilidad. Drenaje .Solución altimétrica.

Concepción arquitectónica. Solución volumétrica. Perspectivas del conjunto  
Presupuesto.

## **IDEAS CONCEPTUALES**

Solución altimétrica. Solución planimétrica. Perspectivas urbanas del conjunto

En 26 meses de trabajo de 19 EUP propuestas se elaboró:

- 13 Diagnósticos urbanos
- 10 Levantamientos topográficos.
- 9 Estudios urbanos
- 3 Ideas Conceptuales (aprobadas).

Para la etapa de proyecto ejecutivo se analizarán, conciliarán y desarrollarán los proyectos sobre las bases de lo aprobado por las comisiones rectoras en las etapas respectivas del proceso inversionista según la legislación vigente.

## **7-CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos como enfoque van de lo general a lo particular. En primer lugar se cuenta con el marco teórico que se creó a partir de la búsqueda de información que nos serviría como base para afrontar esta nueva temática. Basado en la información recopilada se estableció una Clasificación para las EUP que constituye un resultado relevante al no disponer de ninguna hasta el momento, que servirá para el trabajo de proyecto y la DGTPH.

Se estableció una Metodología que permite tener un punto de partida para el enfrentamiento de la tarea de diseño, así la concreción de los esquemas con soluciones específicas y al análisis el impacto económico-social de las mismas.

La participación en el proyecto permitió la superación profesional de los especialistas implicados en el conocimiento funcional del programa y en el desarrollo de procedimientos para enfrentar el trabajo.

Se cumplió con los objetivos planteados en primera etapa al realizar estudios preliminares que darán paso a los proyectos ejecutivos de implementación de las EUP para La Habana, con el fin de dar respuesta a las dificultades en la movilidad urbana, para así ejecutar acciones constructivas y reorganización que modernicen y mejoren el sistema de transporte.

Con las propuestas elaboradas, las EUP se integran como elementos componentes a los nodos seleccionados dando una nueva imagen al diseño urbano para recalificar el ambiente del lugar en zonas afectadas de la Capital.

## **8-VALORACION ECONOMICA E IMPACTO SOCIAL:**

Las propuestas brindaron resultados ajustados a nuestras posibilidades materiales de ejecutar al asumir soluciones constructivas más factibles del país que los diseños observados en proyectos del exterior.

Otro aspecto positivo en los tres primeros estudios para aprobación de Microlocalización e Idea Conceptual es el cumplimiento satisfactorio con respecto a las Regulaciones, Condicionales y Requerimientos emitidos por la DPPF-La Habana, CITMA, Recursos Hidráulicos, etc., donde el nivel de ocupación máxima establecido es de un 40% y los diseños oscilan entre un 5% a 15%, lo que permite una protección del medio ambiente al incidir poco sobre el terreno.

## **9-RECOMENDACIONES:**

El trabajo no se considera concluido, porque aún deben continuar los estudios, análisis y actualización, con respecto a los proyectos de las estaciones que están en contratación y ejecución para con los resultados que se obtengan ganar en experiencia y crear una base de datos propia que nos permita continuar los próximos trabajos con mayor precisión y determinar los niveles de valoración cuantitativa para disponer de resultados más actuales que permitan ser más exactos a la hora de evaluar y presupuestar.

Estas rectificaciones, deben tomarse de los resultados estadísticos obtenidos en la elaboración de los presupuestos ejecutivos de los proyectos y cierre de pagos de obra terminada.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

TRANSPORTE SOSTENIBLE Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA, Rafael Izquierdo, Catedrático de Transportes (UPM), Profesor Jean Monnet, Madrid, 2 de junio de 2003

Transporte y movilidad, claves para la sostenibilidad, Internet, 2016.

20 es Lineamientos y Propuestas para el establecimiento de Terminales, PROTRANSPOTE, Perú.

La intermodalidad en el transporte de personas, Plan Estratégico de infraestructura y transporte, DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION Y COORDINACION TERRITORIAL, Ministerio de Fomento, España, noviembre 2004.

Terminal Intermodal de Pasajeros del Sistema del Transporte masivo para el área Metropolitana para la Ciudad de Maracaibo, Universidad Rafael Urdaneta, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Venezuela, abril 2013.

Centro Intermodal de Transporte de Pasajeros, Nicolás Arango Jaramillo, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Arquitectura y Diseño, Bogotá D.C. Colombia, 2011.

Propuesta de Estaciones Urbanas de Pasajeros, elaborado por la Dirección General de Transporte Provincial (DGPT) de la Habana, con fecha 19 de marzo del 2015.

Estaciones Urbanas de Pasajeros (Ideas Conceptuales), elaborado por la Dirección General de Transporte Provincial de la Habana, con fecha 2 de diciembre del 2014.

Información tomada en las diferentes ares de emplazamientos e imágenes de las mismas.

Criterios emitidos por la Dirección General de Transporte Provincial de la Habana y Dirección de Planeamiento de La Habana, en reuniones efectuadas en esta entidad.

Apuntes de reuniones en la Dirección General de Transporte Provincial de la Habana y recorrido de conjunto con Dirección Provincial Planificación Física La Habana, DGPT y la EPROB, marzo 2016.

La Habana del Siglo XXI, Esquema de Ordenamiento Territorial y Urbano, Dirección Provincial Planificación Física La Habana. Febrero 2013.

#### **ANEXOS:**



# **Diseño de Experimentos en la elaboración de escenarios de demanda en proyectos de transporte publico**

**MSc Alfonso Castro Orihuela**  
LINK-C CONSULTORES S.A.S. Colombia  
[acastro@link-c.co](mailto:acastro@link-c.co)

## **RESUMEN**

Los proyectos de gran envergadura como un nuevo sistema SITP, BRT y Líneas de Metro, autopistas de peaje, entre otros de gran impacto, requieren grandes inversiones. Una práctica muy difundida, para elaborar escenarios futuros es utilizar métodos como Delphi, encuesta de involucrados entre otros. Sin embargo, en muchos casos estos métodos fallan y quedan escenarios o proyectos no considerados o priorizados. Muestra de ello, son muchos proyectos públicos que se des-actualiza muy rápido o hay escenarios no contemplados, volviéndose el estudio poco útil. En esta presentación, se explica el enfoque para construir los escenarios futuros, considerando todos los posibles factores que pueden afectar positiva y negativamente en un proyecto de transporte, desde un punto de vista de la demanda. Cuando se identifica la cantidad de variables o proyectos a considerar en los escenarios futuros, llegamos a tener una cantidad muy alta de posibles combinaciones, fácilmente estos pueden llegar a cientos o miles de combinaciones y en muchos casos se vuelve poco práctico y desalienta su aplicación y allí se inicia las omisiones. Entonces, para lograr tener y modelar una cantidad de escenarios razonables, se ha incorporado los conceptos de Diseño de Experimentos para la construcción de escenarios futuros, de tal manera se pueda agotar la posible omisión de factores y se pueda obtener casi todos los impactos relevantes, en una cantidad razonable de combinaciones de escenarios.

## **MOTIVACIÓN**

Las principales motivaciones que originaron la presente publicación se describen a continuación:

- Los proyectos de transporte del sector público y privado enfrentan situaciones futuras complejas e inciertas, a pesar de ello deben considerarse para comprometerse en este tipo de inversiones,
- Los proyectos de gran envergadura como proyectos de Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), Bus Rapid Transit (BRT), Líneas de Metro, autopistas de peaje, entre otros de gran impacto, requieren de grandes inversiones,
- Existen proyectos que pueden impactar en nuestro proyecto de interés,
- Existen muchos actores en toma de decisiones dentro de una ciudad, región o nación,

- Los estudios actuales, muestran resultados parciales de estos escenarios y en muchos casos, se des-actualiza muy rápido, pues uno de los actores cambió una decisión. La posterga, elimina o modifica un proyecto previo. Si estos cambios no fueron previstos, hay que volver a hacer un estudio de actualización, con el consiguiente gasto de mayores recursos en tiempo y dinero,
- Hay casos que por una omisión o condicionar un proyecto a otro y esta situación no se da, entonces se debe volver a realizar otro estudio.

Visualizar el futuro, siempre involucra imprecisiones y riesgos. Sin embargo, con el enfoque que se plantea en esta publicación, intentamos reducirlas de manera importante.

## OBJETIVO

Aplicar el enfoque de Diseño de Experimentos, para la elaboración de escenarios futuros, considerando todos los posibles factores o variables conocidos al momento de su elaboración, que puedan afectar positiva o negativamente en el proyecto de transporte.

## CONCEPTOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE ESCENARIOS

Conceptos claves para el entendimiento de la construcción de los escenarios:

- **Escenario base:** El modelo de transporte calibrado. Este proceso es muy importante pues es el punto de partida del modelo de transporte. Es muy recomendable que esta calibración pueda hacerse referida al último año culminado. Es decir, si el estudio se inicia en un año  $t$ , se deba calibrar al año  $t-1$ . Esto es debido a que las variables de pronósticos ya están cerradas y su cálculo se conoce. Mientras que para el año  $t$ , todavía no termina y muchas variables de pronósticos son solo estimados.
- **Escenario base mejorado:** Escenario base más proyectos en construcción o con financiamiento,
- **Modificaciones:** Son cambios que incorpora cualquier proyecto de infraestructura, esquema de sistemas de rutas, sistemas de operación o modificación de algún parámetro de la demanda o parámetro de asignación,
- **Escenarios:** Es la combinación de los escenarios base mejorado con las modificaciones planteadas.

En muchos casos, los escenarios se han considerado en forma parcial. Por ejemplo, los escenarios de impacto se hacen únicamente sobre un escenario “factible” o la sensibilidad se realizan sobre algunos escenarios más probables. Entonces, la configuración de los posibles escenarios futuros, son muy limitados.

## **CASO DE APLICACIÓN – AMPLIACIÓN DE UN SISTEMA BRT EN LIMA – PERÚ**

A continuación, se presenta un caso de aplicación real. Sin embargo, algunos datos numéricos fueron modificados, para efectos de esta publicación para garantizar la confidencialidad de los resultados. En la siguiente Figura 73, se muestra la localización del proyecto. Se trata de la ampliación del sistema COSAC<sup>43</sup> (BRT) desde la estación Tomas Valle hacia el Aeropuerto Internacional Jorge Chavez por la Av. Tomás Valle, en la Ciudad de Lima, Perú (PROTRANSPORTE, 2016).

Como se podrá apreciar, el proyecto conecta el actual COSAC en operación<sup>44</sup>, con la futura Línea 3 y 4 del Metro, constituyendo un anillo interno importante en la ciudad.

### **Definición y descripción de escenarios**

Con las definiciones previas, se caracterizaron los escenarios base y base mejorado. El escenario base mejorado, implica la incorporación de proyectos en construcción o con contratos ya firmados para su ejecución en proceso de modelación. Si se conoce el posible calendario de ejecución por etapas o fases, estas deben ser incorporadas en la construcción de los escenarios de ser necesarios o es de interés para el impacto en el proyecto en estudio.

Figura 73 Mapa de localización del proyecto

---

<sup>43</sup> COSAC viene de las iniciales de COrredor Segregado de Alta Capacidad, que viene a ser el sistema BRT en la ciudad de Lima.

<sup>44</sup> El COSAC en operación, se le conoce como EL METROPOLITANO





Fuente: Estudio de referencia

Los detalles de esta definición, se detalla en la siguiente Tabla 27.

Tabla 27 Detalle de escenarios base y base mejorado

Código	Descripción del escenario
E3000	<p><b>Escenario base.</b> Este escenario corresponde la red vial y sistemas de rutas del año de calibración. Los aspectos más relevantes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La red vial privada, es la base al 2015 considerado en el estudio de referencia.</li> <li>• Sistema de rutas, se actualizó al 2015 respecto a la operación de los corredores complementarios. Se ha considerado el corredor de Tacna Garcilaso Arequipa (TGA), Javier Prado (JP) y respectivas rutas alimentadores cortas y largas.</li> <li>• Sistema COSAC actualmente en operación (situación operativa a noviembre del 2015),</li> <li>• Línea 1 del metro, Villa el Salvador a San Juan de Lurigancho.</li> </ul>
E3100	<p><b>Escenario base mejorado.</b> Este escenario, corresponde a la incorporación de proyectos en construcción o en concesión firmada y que se considera que estará en operación en el corto plazo (no más de 5 años) y son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La red vial privada. Escenario E3000 más la puesta en operación de tramo 2 de la concesión de la línea amarilla y la entrada en operación de la ampliación de la vía expresa sur.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de rutas. Escenario E3000 más la entrada en operación de la Línea 2 y tramo de la línea 4 al aeropuerto de la red del metro.</li> </ul>
--	--

Fuente: Elaboración propia

## Definición de variables

A partir del conocimiento del proyecto, se debe identificar las posibles modificaciones que tendrán el proyecto, tanto en la oferta, demanda u operación de proyecto en particular. En el desarrollo del caso, Se identificaron las siguientes variables o situaciones y niveles de variación que se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28 Identificación de variables o situación de las modificaciones

Alcance	Institución	Variable	Abreviatura	Descripción	Variación
El proyecto en estudio, Ampliación de BRT x la Av. Tomás Valle	Municipalidad de Lima y Municipalidad del Callao	Tarifa troncal del sistema BRT	tarifa	Corresponde a la tarifa al acceso a las rutas troncales del sistema COSAC. Esta tarifa afecta a todo el sistema no se puede aplicar a tramos. Entonces, su variación afecta todo el sistema, esto incluye al estudio.	Tarifa_1 =S/. 2.5 Tarifa_2=S/. 2.0 Tarifa_3=S/. 3.0
		Rutas en competencia	ruta_comp	Se identifica las rutas que traslapan totalmente con el proyecto desde la Av. Faucett hasta la Av. Tupac Amaru, por la Av. Tomás Valle. Esto con o sin intangibilidad en el área de influencia.	0 = no se considera, 1=Si se considera
		Rutas Expresos	ruta_exp	Corresponden a la incorporación de rutas tipo expreso en el proyecto. Afectando la velocidad promedio de las rutas.	0 = no se considera, 1=Si se considera
		Rutas Alimentadores	ruta_alim	Corresponde a las rutas alimentadoras al proyecto. Esto es a con tarifa integrada o no.	0 = no se considera, 1=Si se considera
		Rutas regulares	ruta_reg	Corresponde a alternativas de rutas regulares y cantidad de estaciones en el proyecto.	1= rutas con estaciones 1, 0= rutas con estaciones 2
Proyecto 1	Municipalidad de Lima	Ampliación COSAC NORTE	CN	Corresponde a la implementación del COSAC NORTE y las rutas alimentadoras, siendo la ruta troncal por la Av. Universitaria.	0 = no se considera, 1=Si se considera
Proyecto 2	Municipalidad de Lima	Ampliación COSAC SUR	CS	Corresponde a la implementación del COSAC SUR, que es la prolongación por la ampliación de la Vía Expresa Sur.	0 = no se considera, 1=Si se considera
Proyecto 3	Ministerio de Transporte y Comunicaciones	LINEA 3 de Metro	L3	Corresponde a la implementación de la Línea 3, la Alternativa II, basado en el estudio de pre-factibilidad.	0 = no se considera, 1=Si se considera

Fuente: Elaboración propia

Tenemos 5 variables que corresponde al proyecto en estudio y 3 a proyectos dentro del área de influencia, en total 8 variables. Entonces, la cantidad de combinaciones que se pueden hacer son:  $3 \times 2^7 = 384$  posibles combinaciones, esta cantidad de escenarios resulta poco práctico y desalentador. Para simplificarlo, se realizará mediante el uso de técnicas de diseño de experimentos.

## Conceptos de diseño de experimentos

A continuación, se describe algunos conceptos básicos para la comprensión del diseño de experimentos. El lector interesado, puede recurrir a la siguiente referencia (Montgomery, 1991), (Kuehl, 2001).

El diseño de experimento: Es la aplicación del método científico para generar conocimiento acerca de un sistema o proceso, por medio de pruebas planeadas adecuadamente. Esta metodología se ha ido consolidando como un conjunto de

técnicas estadísticas y de ingeniería, que permite entender mejor las situaciones complejas de relación causa – efecto.

Experimento: Es un cambio en las condiciones de operación de un sistema o proceso, que se hace con el objetivo de medir el efecto del cambio en una o varias propiedades del producto o resultado.

Unidad experimental: Pieza (s) o muestra(s) que se utiliza para generar un valor que sea representativo del resultado de la prueba (el proyecto).

### Planeación y realización del diseño de experimentos

En la siguiente Tabla 29, se detalla el proceso de planeación para el diseño de experimentos y en el caso particular en la aplicación en el presente caso de estudio.

Tabla 29 proceso de planeación de diseño de experimento

Orden	Concepto	Descripción	Aplicación
1	Entender y delimitar el problema u objeto de estudio	delimitar el problema u objeto del estudio, queda claro que se va estudiar	Ampliación del BRT por vía Tomás Valle
2	Elegir las variables de respuestas que será medida en cada punto del diseño y verificar que se mide de manera confiable	Elegir las variables que mejor caracteriza al objeto del estudio	elección de variables que queremos incorporar
3	Determinar cuales factores deben estudiarse o investigarse, de acuerdo con la supuesta influencia que tiene sobre la respuesta	Incluir aquellas variables que se considera que tienen un mayor efecto	variables más importantes
4	Seleccionar los niveles de cada factor, así como el diseño experimental adecuado a los factores que se tiene y al objetivo del experimento	Niveles de variación y la cantidad de repeticiones y tipo de diseño de experimento	cantidad de combinaciones o escenarios y tipo de diseño
5	Planear y organizar el trabajo experimental	con el tipo de diseño de experimento organizar y planear	Codificación de los escenarios en el modelo
6	Realización del experimento	hacer el experimento	resultados de los escenarios

Fuente: Elaboración propia

### Diseño Factorial Ortogonal

El diseño factorial ortogonal, implica que en diseño del experimento donde las variables o factores son independientes entre sí. No se considera interacción entre las variables. Sin embargo, como se sabe las variables son proyectos y estos por sus características espaciales si podrían tener interacción entre ellas. Es decir, por ejemplo, que la L3 y CN o CN y CS. En el presente análisis, solo consideraremos que no tienen interacción entre los proyectos o variables del estudio analizado, de manera explícita. Sin embargo, en el resultado final de la demanda, si está incluido de manera implícita.

### Escenarios simplificados

Utilizando softwares especiales como (ChoiceMetrics, 2014) o la publicación de (Kocur, Adler, & Audet, 1982). Se procede a determinar la combinación adecuada para diseño de experimentos ortogonales. Si se tiene una variable con 3 niveles (0,1,2) y 7 variables de 2 niveles (0,1), se obtiene 16 escenarios con efectos principales u ortogonales.

En las Tabla 30 y Tabla 31, se muestran las combinaciones obtenidas con y sin etiquetas.

Tabla 30 Combinaciones de escenarios sin etiqueta

Escenarios	Tarifa	Ruta comp	Ruta Exp	ruta_alim	ruta_reg	CN	CS	L3
E3101	0	1	0	1	0	1	1	1
E3102	0	0	1	1	1	0	0	1
E3103	0	0	1	0	0	1	0	0
E3104	0	1	0	0	1	0	1	0
E3105	1	0	0	0	1	1	0	0
E3106	1	1	1	0	0	0	1	0
E3107	1	1	1	1	1	1	1	1
E3108	1	0	0	1	0	0	0	1
E3109	2	0	1	1	1	0	1	0
E3110	2	1	0	1	0	1	0	0
E3111	2	1	0	0	1	0	0	1
E3112	2	0	1	0	0	1	1	1
E3113	1	1	1	0	0	0	0	1
E3114	1	0	0	0	1	1	1	1
E3115	1	0	0	1	0	0	1	0
E3116	1	1	1	1	1	1	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 Combinaciones de escenarios con etiqueta

Escenarios	Tarifa	Rutas competencia	Rutas Expresos	Alimentador	Rutas Regulares	CN	CS	L3
E3101	T1	Con ruta en competencia	Sin Rexp	Con Alimentador TV	RReg1	Con COSAC Norte	Con COSAC Sur	Con Linea 3
E3102	T1	Sin Ruta en competencia	Con Rexp	Con Alimentador TV	RReg2	Sin COSAC Norte	Sin COSAC Sur	Con Linea 3
E3103	T1	Sin Ruta en competencia	Con Rexp	Sin Alimentador TV	RReg1	Con COSAC Norte	Sin COSAC Sur	Sin Linea 3
E3104	T1	Con ruta en competencia	Sin Rexp	Sin Alimentador TV	RReg2	Sin COSAC Norte	Con COSAC Sur	Sin Linea 3
E3105	T2	Sin Ruta en competencia	Sin Rexp	Sin Alimentador TV	RReg2	Con COSAC Norte	Sin COSAC Sur	Sin Linea 3
E3106	T2	Con ruta en competencia	Con Rexp	Sin Alimentador TV	RReg1	Sin COSAC Norte	Con COSAC Sur	Sin Linea 3
E3107	T2	Con ruta en competencia	Con Rexp	Con Alimentador TV	RReg2	Con COSAC Norte	Con COSAC Sur	Con Linea 3
E3108	T2	Sin Ruta en competencia	Sin Rexp	Con Alimentador TV	RReg1	Sin COSAC Norte	Sin COSAC Sur	Con Linea 3
E3109	T3	Sin Ruta en competencia	Con Rexp	Con Alimentador TV	RReg2	Sin COSAC Norte	Con COSAC Sur	Sin Linea 3
E3110	T3	Con ruta en competencia	Sin Rexp	Con Alimentador TV	RReg1	Con COSAC Norte	Sin COSAC Sur	Sin Linea 3
E3111	T3	Con ruta en competencia	Sin Rexp	Sin Alimentador TV	RReg2	Sin COSAC Norte	Sin COSAC Sur	Con Linea 3
E3112	T3	Sin Ruta en competencia	Con Rexp	Sin Alimentador TV	RReg1	Con COSAC Norte	Con COSAC Sur	Con Linea 3
E3113	T2	Con ruta en competencia	Con Rexp	Sin Alimentador TV	RReg1	Sin COSAC Norte	Sin COSAC Sur	Con Linea 3
E3114	T2	Sin Ruta en competencia	Sin Rexp	Sin Alimentador TV	RReg2	Con COSAC Norte	Con COSAC Sur	Con Linea 3
E3115	T2	Sin Ruta en competencia	Sin Rexp	Con Alimentador TV	RReg1	Sin COSAC Norte	Con COSAC Sur	Sin Linea 3
E3116	T2	Con ruta en competencia	Con Rexp	Con Alimentador TV	RReg2	Con COSAC Norte	Sin COSAC Sur	Sin Linea 3

Fuente: Elaboración propia

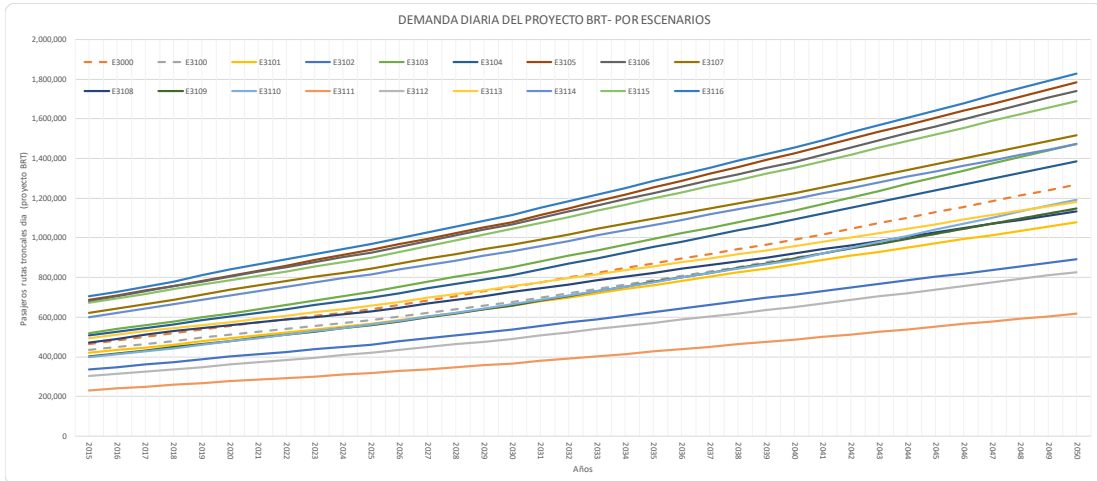
## Resultado de demanda y la serie horizonte

Se configuran cada una de las 16 combinaciones dentro del modelo de transporte. Una buena práctica es marcar los diferentes atributos con 1 si están incluido en un escenario y 0 si no lo está, tanto en la red vial como en el sistema de rutas de transportes. En la Figura 74, se muestran los resultados de los escenarios planteados y luego de correr en el modelo.

En los resultados finales, se incluyeron el escenario base (sin proyecto) y el escenario base mejorado, haciendo un total de 18 escenarios. Entonces, se realiza una comparación respecto al escenario base y se observa que 6 escenarios (35%) afectan negativamente al proyecto y 11 escenarios (65%) positivamente<sup>45</sup>.

Figura 74 Demanda diaria del proyecto por escenarios

<sup>45</sup> En un equipo Workstation Dell 7510 con disco SSD y a 3.6Ghz, el proceso demora 12 horas.



Fuente: Elaboración propia

## Modelo transversal

El modelo de demanda transversal o corte a un año horizonte, consiste en construir un modelo de demanda lineal, considerando como variable dependiente "demanda de proyecto BRT" y como variables independientes, las variables o factores considerados en el diseño del experimento.

El tipo de modelo a construir es:

$$D_t = \beta_{0,t} + \sum_{i=1}^{i=n} \beta_{i,t} X_{i,t}$$

Donde:

- $D_t$  = Demanda del proyecto en año t,
- $\beta_{0,t}$  = Constante en el año t,
- $\beta_{i,t}$  = Coeficiente de la variable  $X_i$  en el año t,
- $X_{i,t}$  = Variable  $i$ , en el año t,
- $n$  = Cantidad de variables.

Entonces, para el año 2050 tenemos los siguientes resultados. Como se puede observar en la Tabla 32, la tarifa afecta negativamente a la demanda y también la Línea 3 (L3). Por otro lado, respecto a las rutas alimentadores (ruta\_alim) tiene un coeficiente positivo lo que significa que aporta demanda, pero no tiene significancia estadística, lo que nos sugiere es que podemos no considerar esta variable en el proyecto.

Tabla 32 Modelo de demanda transversal 1

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de	0.99515742
Coefficiente de	0.9903383
R <sup>2</sup> ajustado	0.9806766
Error típico	48917.4797
Observaciones	17

ANÁLISIS DE VARIANZA					
		<i>Grados de libertad de cuadrado de los cuac</i>		<i>F</i>	<i>'valor crítico de F</i>
Regresión	8	1.9622E+12	2.4528E+11	102.501449	2.9797E-07
Residuos	8	1.9143E+10	2392919818		
Total	16	1.9814E+12			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	2,753,325	76,553	35.9661	0.0000	2,576,793	2,929,857
Tarifa	-608,037	29,443	-20.6516	0.0000	-675,931	-540,142
ruta_comp	26,566	23,946	1.1094	0.2995	-28,653	81,785
ruta_expr	43,036	23,946	1.7972	0.1100	-12,183	98,255
ruta_alim	9,911	23,946	0.4139	0.6898	-45,308	65,130
ruta_reg	51,391	23,946	2.1462	0.0642	-3,828	106,610
CN	184,084	23,946	7.6875	0.0001	128,865	239,303
CS	105,628	23,946	4.4112	0.0023	50,410	160,847
L3	-429,932	23,946	-17.9545	0.0000	-485,151	-374,713

Fuente: Elaboración propia

Entonces, si eliminamos la variable ruta\_alim, se obtiene el siguiente modelo transversal, ver Tabla 33.

Tabla 33 Modelo de demanda transversal 2

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de	0.99215479
Coefficiente de	0.98437112
R <sup>2</sup> ajustado	0.97726709
Error típico	53057.8741
Observaciones	17

ANÁLISIS DE VARIANZA					
		<i>Grados de libertad de cuadrado de los cuac</i>		<i>F</i>	<i>'valor crítico de F</i>
Regresión	5	1.9504E+12	3.9008E+11	138.56506	1.5049E-09
Residuos	11	3.0967E+10	2815138004		
Total	16	1.9814E+12			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	2,786,912	81,022	34.3969	0.0000	2,608,583	2,965,241
Tarifa	-609,408	31,926	-19.0881	0.0000	-679,676	-539,139
ruta_reg	55,161	25,892	2.1304	0.0565	-1,827	112,150
CN	187,854	25,892	7.2552	0.0000	130,865	244,842
CS	109,398	25,892	4.2251	0.0014	52,410	166,387
L3	-426,162	25,892	-16.4590	0.0000	-483,151	-369,174

Fuente: Elaboración propia

El modelo final sigue siendo robusto, con todos sus coeficientes con signos razonables y estadísticamente significativas al 95% de nivel de confianza.

## CONCLUSIONES

## VENTAJAS

- El método planteado, responde a las expectativas que se puede tener de los diferentes proyectos y su factibilidad que estas se puedan realizar o no,
- Genera ahorro de tiempo y dinero a los tomadores de decisiones,
- Dado las características de los resultados, estos se pueden utilizar en los procesos de "probabilidad de cumplimiento" del proyecto, como los P70 y P90. con el añadido que las variables en análisis, ya tiene un intervalo de confianza al 95%, y solo falta por asumir una función de distribución.

## DESVENTAJAS

- Si no se agota, los posibles proyectos en el corto plazo, puede des-actualizarse muy rápido, por esta razón, se debe revisar a profundidad los grandes proyectos en el corto plazo (3 a 5 años).

## DESAFIOS

- Gestión de las bases de datos o de escenarios dentro del modelo o del Software en un solo archivo o carpeta, esto permite tener unicidad y control de las modificaciones.
- Facilidad de construir "script" tipo plano, en un solo archivo y acceso amigable al modelo, para poder programar el algoritmo y puedan ser auditables,
- Por las características complejas de los procedimientos, consume mucho recurso computacional, por lo que se recomienda siempre tener Hardware de última generación, para lograr reducir los tiempos de procesamiento. Utilizar computación en paralelo, etc.

## BIBLIOGRAFÍA

- ChoiceMetrics. (2014). *NGENE 1.1.2 User Manual & Reference Guide* . Sidney, Australia: 2014 ChoiceMetrics.
- Kocur, Adler, & Audet. (1982). *Guide to forecasting travel demand with direct utility assessment*. Washington D.C.: UMTA US Department of Transportation.
- Kuehl, R. O. (2001). *Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones, 2da edición*. Estados Unidos de America: Thomson Learning.
- Montgomery, D. C. (1991). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Estados Unidos de America: Grupo Editorial Iberoamérica.

PROTRANSPORTE. (2016). *ESTUDIO PRELIMINAR DE TRANSPORTE PARA EL PROYECTO AMPLIACION DEL TRAMO OESTE DEL COSAC I, DESDE LA ESTACION TOMAS VALLE HASTA LA AV. ELMER FAUCETT, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, SMP, LOS OLIVOS Y CALLAO*. Lima, Perú: PROTRANSPORTE.



# **TRANSICIÓN A MODELOS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE EN CIUDADES DE LATINOAMÉRICA. ESTUDIOS DE CASO EN BASE A LA EXPERIENCIA DEL PROYECTO HUELLA DE CIUDADES**

**Autor: Marcelo Alvarez Ulloa**

Servicios Ambientales S.A. La Paz Bolivia,

marceloa@sasa-bolivia.com

## **RESUMEN**

Las ciudades de Latinoamérica se encuentran en un proceso de transición hacia modelos de transportes sostenibles y participativos. El Proyecto Huella de Ciudades tiene como objetivo apoyar a las ciudades en su gestión ante el cambio climático ha trabajado con 14 ciudades de Latinoamérica (La Paz, Santa Cruz de la Sierra, Cochabamba, El Alto, Tarija, Lima, Quito, Guayaquil, Cuenca, Loja, Galápagos, Fortaleza, Recife y Cali). Se evalúa el impacto mediante los indicadores de Huella de Carbono (Inventario de Gases de Efecto Invernadero) y Huella Hídrica (Indicador de uso de agua dulce). En todas las ciudades el sector que tiene mayor impacto al cambio climático es el transporte. Se han identificado cuales son las fuentes emisoras más importantes y el mix energético utilizado. También se ha identificado cuales son los proyectos que se están implementando y que están proyectados para mejorar los sistemas de transporte. Las ciudades consideradas se encuentran en transición hacia modelos sostenibles y participativos de transporte. La principal forma como lo están haciendo es apostando a sistemas integrados de transporte con buses de alta capacidad y tipo BRT si las condiciones de espacio están disponibles, estos pueden estar conectados a otros sistemas de transporte como metros, trenes interurbanos y en el caso especial de la ciudad de La Paz al sistema de transporte aéreo con cabinas por cable. Se está impulsando de manera firme el uso de la bicicleta como alternativa no motorizada al transporte y evaluando peatonalización de vías y centros históricos con el fin de reducir el uso del vehículo y dar prioridad al transeúnte.

Los proyectos relacionados al sector transporte en las ciudades tienen un potencial de reducción de emisiones de 30 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e al año 2030, estas representan en conjunto un 20% del potencial de reducción de las emisiones de las ciudades. Los proyectos con mayor impacto en la reducción de emisiones son el Metro de Lima, el cambio del sistema de buses en Recife a buses eléctricos y el sistema de Mi teleférico en la ciudad de La Paz, sistemas masivos de transporte que utilizan energía eléctrica.

## **1. INTRODUCCION**

Las ciudades de Latinoamérica están en una etapa de transición hacia modelos sostenibles y participativos de transporte, El rápido desarrollo en los últimos 10 años y la tasa acelerada de crecimiento poblacional, actualmente el 70% de la población en Latinoamérica vive en ciudades y se estima que hasta el año 2040 llegará al 90% (Banco Mundial 2015). En este contexto el transporte es una de las actividades más contaminantes en el ámbito urbano. Se han acrecentado los problemas relacionados

al transporte como ser la contaminación, tráfico, calidad de vida y temas de salud. En este contexto las ciudades en toda la región han estado realizando esfuerzos para transformar sus sistemas de transporte en sistemas de transportes sostenibles e inclusivos

El proyecto Huella de Ciudades tiene el objetivo de apoyar a los gobiernos municipales a realizar una gestión adecuada de los impactos al cambio climático. Parte de este apoyo incluye la elaboración de un diagnóstico de impacto al cambio climático en términos de dos indicadores. La Huella de Carbono o Inventario de Gases de Efecto Invernadero y la Huella Hídrica. Posteriormente se plantean medidas o acciones que vayan a reducir estas acciones, además de priorizarlas y tratar de identificar una hoja de ruta para que estas puedan ejecutarse como ser identificación y gestión ante posibles financiadores.

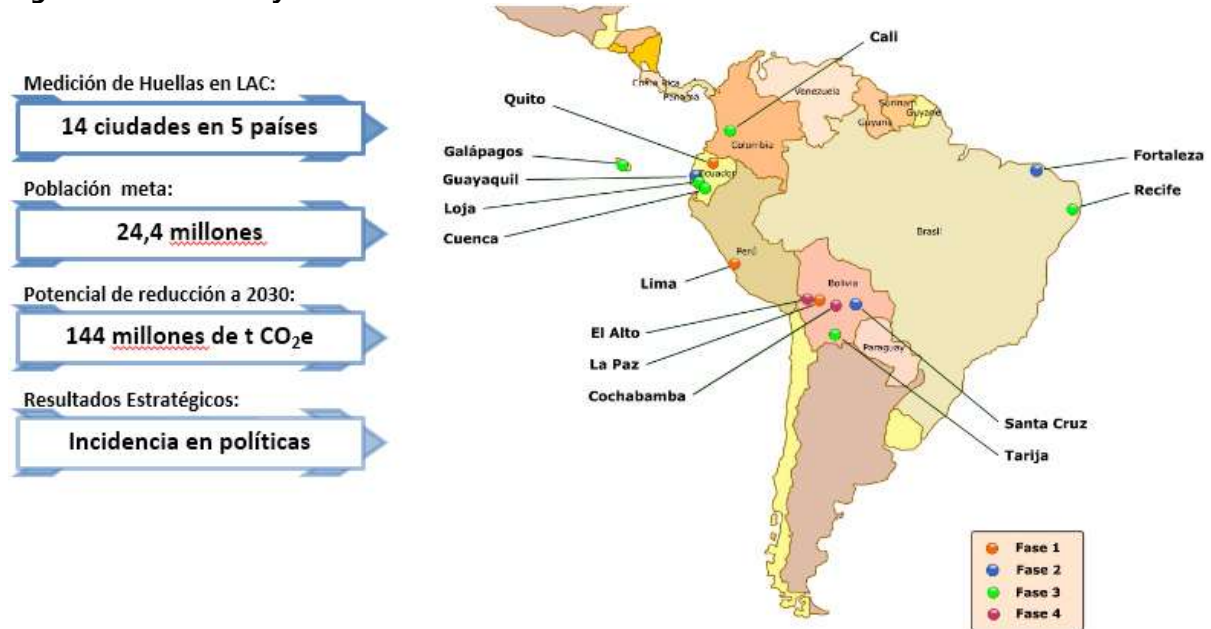
Dentro de este análisis se ha identificado al sector transporte como la principal causa o fuente generadora de emisiones de gases de efecto invernadero, en promedio en las ciudades el 55% de las emisiones de GEI son correspondientes al uso de transporte. Es en este sentido que también a la hora de definir estrategias para la reducción del impacto de las ciudades al Cambio Climático se haya priorizado a las relacionadas al sector transporte. Es en el desarrollo de los planes de acción y el correspondiente análisis de los diagnósticos en términos de Huella de Carbono. Como investigadores pudimos comparar y cotejar como es que las ciudades están tratando de transformar sus sistemas de transporte. Pudimos observar las ventajas, problemas y retos por las que están atravesando las ciudades en sus esfuerzos por mejorar la calidad de vida de sus habitantes en términos de movilidad, mejorando de esta forma su calidad de vida. El presente estudio mostrará y compara este camino de las ciudades desde el punto de vista del impacto al cambio climático para 12 ciudades que hasta ahora han sido parte del Proyecto Huella de Ciudades.

## **2. EL PROYECTO HUELLA DE CIUDADES**

Desde el año 2013 se viene implementado el proyecto Huella de Ciudades con el apoyo del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), Red de Conocimiento Sobre Clima y Desarrollo (CDKN por sus siglas en inglés) y la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), en 14 ciudades de Latinoamérica hasta abril de 2018, 2 ciudades en proceso de elaboración de diagnóstico El Alto y Cochabamba en Bolivia. El fin del proyecto es el de apoyar a las ciudades y a sus gobiernos municipales en su gestión ante el cambio climático. Inicialmente elaborando de manera colaborativa con el personal de los gobiernos municipales el diagnóstico de la situación actual mediante el indicador de Huella de Carbono y la Huella Hídrica cuantificados a nivel de gobierno municipal y

ciudad en términos de mitigación y de adaptación al Cambio Climático respectivamente.

**Figura 1: Alcance Proyecto Huella de Ciudades**



Fuente: Proyecto Huella de Ciudades

Posteriormente a la realización del diagnóstico se apoya a los gobiernos municipales en el desarrollo de un Plan de Acción que contiene una proyección del crecimiento de las emisiones de GEI de la ciudad en términos de Huella de Carbono y del uso consuntivo de agua en términos de la Huella Hídrica. Se realiza un análisis de crecimiento de las emisiones en tres escenarios planteados en función de las acciones y proyectos que tengan el potencial de reducir estos indicadores. Los escenarios considerados son:

- Escenario sin proyecto o BAU (Business as usual)
- Escenario 1 que considera la reducción por proyectos que se están ejecutando o que ya cuentan con financiamiento.
- Escenario 2 que además considera proyectos en planificación o planificados que aun requieren de financiamiento y apoyo y.
- Escenario 3 que además considera proyectos potenciales aun no planificados como ser la movilidad eléctrica.

En base a este análisis de escenarios, al potencial de reducción de huellas y a otros criterios para la priorización de los proyectos como ser: costo/beneficio, viabilidad y

prioridad para el municipio, se establece una cartera de proyectos que cuenta con el beneficio en términos de mitigación y adaptación al cambio climático, requisito para muchos fondos de financiamiento actuales y que es coherente con la planificación ya establecida en las ciudades

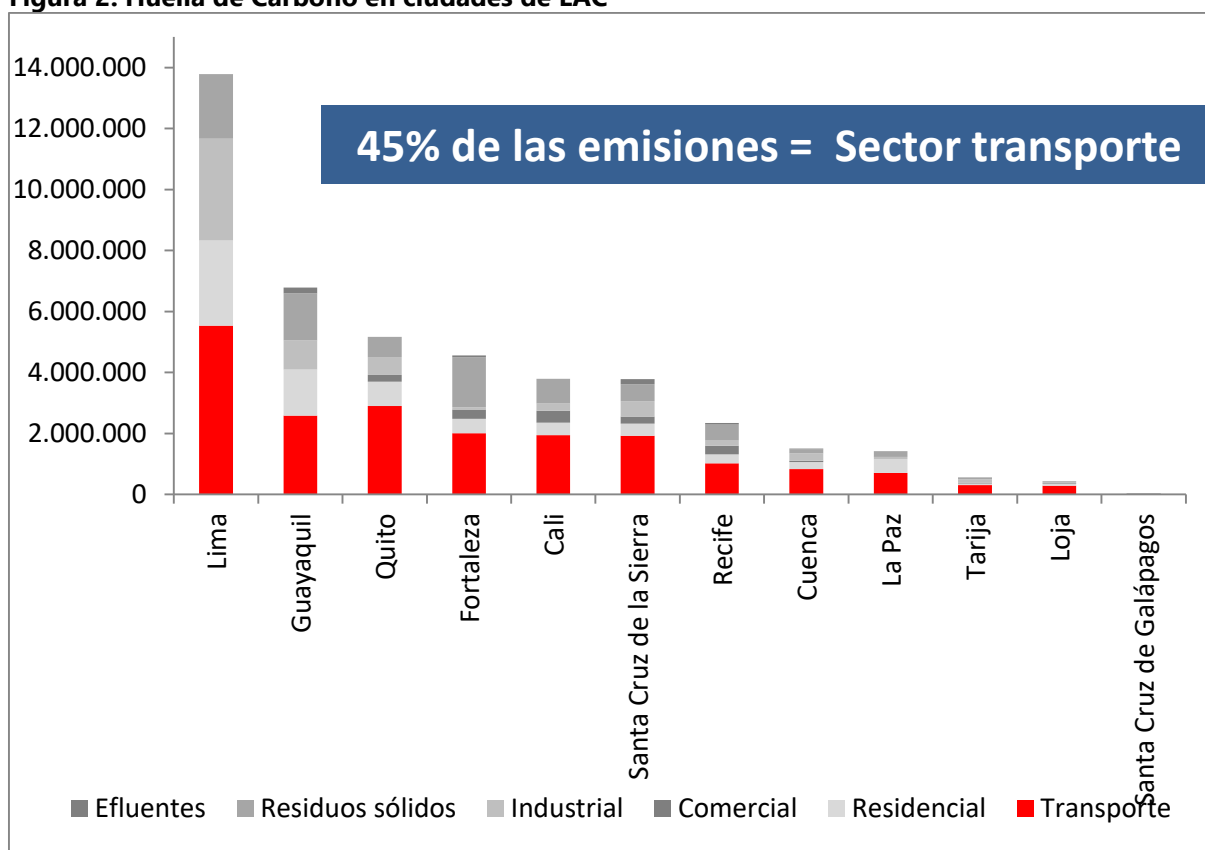
### **3. LA HUELLA DE CARBONO EN EL SECTOR TRANSPORTE**

Como resultado de la evaluación de la Huella de Carbono en las 12 ciudades, se pudo evidenciar que el sector transporte es el sector que mayor aporta a la generación de GEI en el contexto urbano. La evaluación de la Huella de Carbono en la ciudad siguió los lineamientos del protocolo internacional Global Protocol for Communities (GPC) que señala que se deben separar las actividades de la ciudad en:

- Uso de Energía Estacionaria-que comprende uso de energía en el sector residencial, comercial/institucional e industrial.
- Uso de energía de forma móvil para transporte terrestre, aéreo y marítimo.
- Generación de residuos y efluentes
- Actividades agrícolas y de cambio de uso de suelo
- Uso de productos y procesos industriales

Entre estos sectores el sector transporte en promedio es responsable del 49% de las emisiones. Si sumamos las huellas de todas las ciudades el transporte significa el 45%. La siguiente Figura 2 muestra el impacto en las ciudades donde ya se tiene un diagnóstico.

**Figura 2: Huella de Carbono en ciudades de LAC**



Fuente: Proyecto Huella de Ciudades

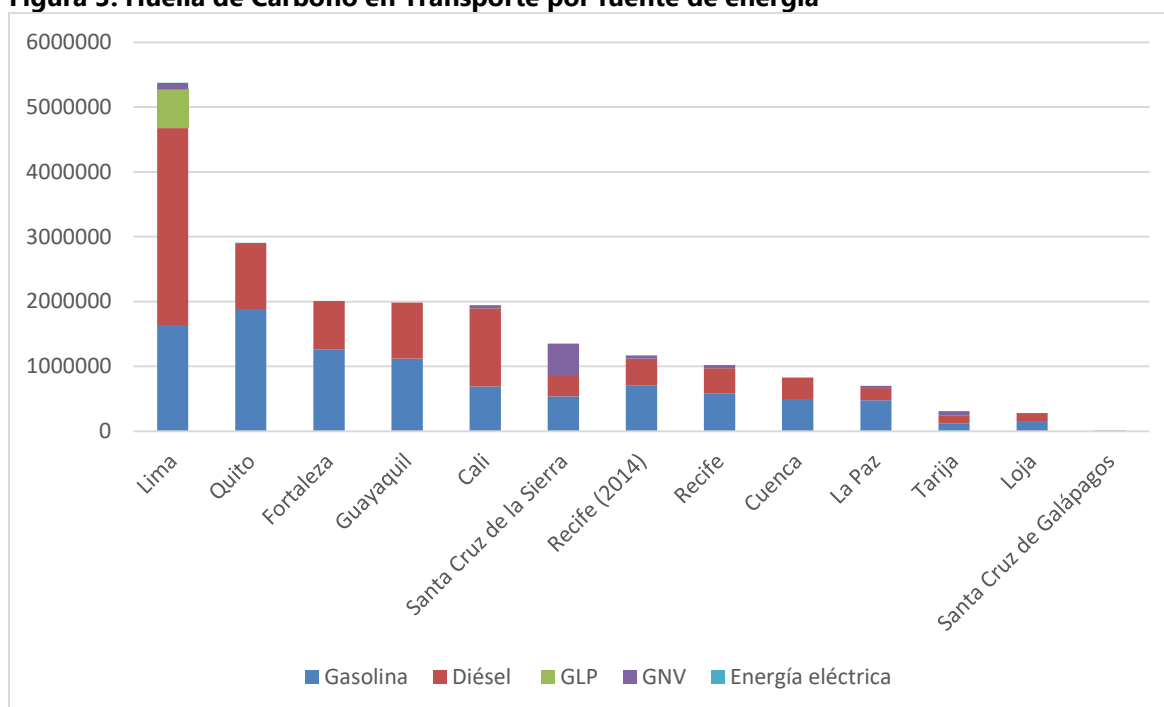
Se han evaluado distintas ciudades y comunidades, que van desde la Isla de Galápagos hasta mega ciudades como Lima, en todos los casos la principal fuente de emisiones es el sector transporte.

### 3.1. Metodología de cálculo

Para el cálculo de las emisiones de GEI en el sector transporte principalmente se considera el uso de energía para su realización, es decir principalmente el consumo de combustibles fósiles y en menor medida electricidad. El indicador de Huella de Carbono cuantifica el impacto al cambio climático por la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) durante el periodo de un año. De acuerdo a la metodología empleada (GPC) se utiliza el método de punto de venta, es decir la cantidad de combustibles comercializados dentro de los límites de la ciudad. De igual forma es posible utilizar otros estudios de referencia como ser modelos de transporte con indicadores estadísticos como ser pasajero kilómetro (pkm).

La Figura 3 muestra la Huella de Carbono en las 12 ciudades en función del tipo de combustible utilizado.

**Figura 3: Huella de Carbono en Transporte por fuente de energía**



Fuente: Proyecto Huella de Ciudades

Se puede observar que la mayor fuente de emisión y por ende la mayor fuente de energía para transporte es el uso gasolina (49%) seguido del diésel (44%), en menor medida gas natural y GLP (4 y 3% respectivamente) y por último emisiones por uso de energía eléctrica (menores al 1%). Las emisiones por uso de energía eléctrica son mínimas, se utilizan en sistemas de metro y transporte en cable como teleféricos, y parte de esta energía es generada en hidroeléctricas que generan menos emisiones de GEI.

#### 4. CONTEXTO DEL SECTOR TRANSPORTE EN LAS CIUDADES DE LAC

Considerando que el sector transporte es el mayor emisor de GEI se puso énfasis en el análisis de proyectos y acciones que lleven a su reducción. Es en esta etapa que pudimos apreciar cómo es que las ciudades están realizando la transición a modelos de transporte sostenible y que toman en cuenta el nuevo paradigma de priorización al transeúnte en lugar de al vehículo. La siguiente tabla describe el estado de los sistemas de transporte en las 12 ciudades participantes del proyecto donde se terminó el diagnóstico.

Se evaluaron comunidades y ciudades de distintas magnitudes, que van desde la Isla de Galapagos con un sistema de transporte orientado al turismo hasta la megaciudad de Lima con sus casi 9 millones de habitantes. En todas las ciudades las responsables

de planificar e implementar medidas de transporte tienen claro el concepto de movilidad sostenible, es decir orientada al pasajero, pero tienen distintos enfoques de cómo realizar esta transición.

Todas las ciudades se encuentran en proceso de mejora de sus sistemas de transporte por bus, en ciudades de Bolivia como Santa Cruz de la Sierra y Tarija que aún utilizan los buses antiguos de poca capacidad, ya se cuenta con proyectos a diseño final para la implementación gradual, primero a buses de alta capacidad y posteriormente a sistemas BRT. En ciudades como Loja, La Paz, Quito, Fortaleza, Cali y Recife se cuenta con sistemas organizados de buses de alta capacidad incluyendo buses articulados. En Lima y Guayaquil funcionan sistemas de buses con carriles propios tipo BRT. En Galapagos, considerando sus características propias están tratando de mejorar su sistema principal de transporte mediante la mejora de sus vehículos a buses de mediana capacidad que transitan la principal ruta recorre la isla desde el aeropuerto hasta el centro urbano de la isla. Está claro que todas las ciudades apuestan a sistemas modernos de buses de alta capacidad, con el fin de disminuir el uso de vehículo privado.

En varias de estas ciudades se están implementando sistemas de transporte sobre rieles, en Lima la construcción de la línea 3 del metro que dará solución problemas tráfico importantes que tiene esta ciudad y que será parte de una red que tiene hasta el momento planificadas hasta la línea 6 del Metro de Lima y solucionarán parte de los problemas de congestión. Quito de igual forma se encuentra en plena construcción del metro de Quito que transformará el sistema de transporte en la ciudad y tendrá una capacidad de 200.000 personas al día. Las dos ciudades de Brasil que fueron parte del proyecto cuentan con sistemas de transporte que tienen líneas de metro conectados con sistemas de buses de alta capacidad. Cuenca es una ciudad intermedia en donde se está construyendo el "Tranvía de Cuenca, que tendrá una capacidad de transporte de 100.000 pasajeros día y atravesará transversalmente la ciudad. En las ciudades de Cochabamba y Bolivia, están en etapa de planificación sobre la construcción de trenes con para conectar a las ciudades con municipios vecinos.

Un caso particular es el de la ciudad de La Paz que viene implementando su sistema de transporte por cable denominado "Mi Teleférico" que constituye la primera red de transporte masivo basado en cabinas de transporte aéreo por cable y además cuenta con un sistema de buses de alta capacidad denominado "Puma Katari". Ambos sistemas se encuentran interconectados y están transformado el sistema de la ciudad que hasta hace 5 años era dominado por buses tipo van con capacidad de hasta 12 pasajeros.

El camino elegido al parecer es sistemas de buses rápidos, en lo posible sistemas tipo BRT donde las condiciones de espacio e infraestructura lo permitan sistemas masivos como el metro, trenes interurbanos y sistemas de transporte por cable que funcionan conectados.

## 6. POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

Se identificaron los proyectos que llevarán a la reducción de emisiones en el sector transporte, la tabla 1 muestra los proyectos identificados en cada ciudad separados por escenarios tal como se presentó en el punto 3.

**Tabla 1: Proyectos identificados de reducción de emisiones en el sector transporte**

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
La Paz	-Sistema de buses de alta capacidad "Puma Katari" -Sistema de Transporte en Cable Aéreo "Mi Teleférico" fase 1	-“Mi Teleférico” fase 2 implementación de la red integrada -Centro de revisión técnica vehicular -Programa de conducción eficiente -Ciclo vías urbanas y peatonalización	-Promoción de la movilidad eléctrica -Programa de chatarrización
Lima	-Renovación del parque vehicular de transporte público -Fortalecimiento del programa de "Chatarreo" -Línea 1 y 2 del metro	-Líneas 3 a 6 del metro de Lima -Sistema de Ciclovias -Programa de Movilidad Peatonal, peatonalización del centro histórico de Lima. -Centro de mantenimiento vehicular -Cursos de manejo eficiente	-Campañas para el uso de movilidad eléctrica -Implementación de buses eléctricos en el sistema de buses BRT "Metropolitano de Lima"
Quito	-Metro de Quito  -Metrobús Q fase II  -Bici Q	-Metrobús Q fase III -Promoción para el uso del transporte escolar e institucional -Programa de movilidad peatonal -Programa de movilidad en bicicleta – infraestructura en ciclovias, promoción y educación	-Día del peatón -Uso de vehículos eléctricos e híbridos en transporte público y privado
Fortaleza	-Expansión del BRT -Línea exclusiva para buses -Ampliación de la red de ciclo rutas -Bicicleta compartida	-Tren urbano	-Ampliación de la red del metro -Programa de carro compartido -Flota de buses a biodiesel Movilidad eléctrica
Guayaquil	-Ampliación de la flota de buses articulados para la "Metrovia"	-Ampliación de la infraestructura de ciclovias -Promoción del uso de bicicletas en escuelas	-Implementación del día del peatón -Promoción de la movilidad eléctrica
Santa Cruz de la Sierra		-Centro de inspección técnica vehicular -Día del peatón	-Tranvía urbano -Implementación sistema de buses BRT



	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
		-Red de ciclovías -Tren metropolitano -Cambio de combustible a GNV -Restricción vehicular	-Conducción eficiente -Vehículos eléctricos
Cali	-Normativa para la restricción de vehículos en la ciudad - Pico y Placa - Día sin carro - Domingo de Ciclovía - Chatarrización de la flota de transporte público	- Fomento a la conducción verde - Programa de Fomento de la Movilidad en Bicicleta - Proyecto Corredor Verde Fase III (tranvía) 18,8km - Proyecto Corredor Verde Fase III (tranvía) 46,6km	- Ampliación del alcance del Domingo de Ciclovía - Aumento del número del Día sin carro - Promoción de vehículos eléctricos del transporte privado - Implementación de buses eléctricos
Loja	-Introducción de taxis eléctricos - Tecnificación del Centro de Revisión Técnica Vehicular - Implementación de ciclovías en el casco céntrico de la ciudad (Proyecto de Regeneración Urbana) - Peatonalización en el centro (Regeneración urbana) <sup>46</sup> -Implementación de bicicletas eléctricas	-Implementación de ciclovías - Implementación de senderos ecológicos como alternativa de movilidad - Implementación de Parqueaderos en el sector Urbano	- Programa de conducción eficiente - Implementación de buses eléctricos - Promoción de vehículos eléctricos en el transporte privado
Recife	- Aumento del consumo de etanol por la población - Construcción de 41km de ciclovías	- Red de ciclovías - Bicicletas compartidas - Abastecimiento con etanol en la flota de la prefectura - Navegabilidad de los ríos Capibaribe y Beberibe - Autobús a biodiesel - VLT (13,4Km)	- Centro de Inspección Vehicular - Conducción eficiente - Autobús eléctrico - Vehículos eléctricos e híbridos - Taxis eléctricos - Reglamentos de tránsito de vehículos a motor
Sc de Galapagos	-Centro de inspección vehicular -Implementación de un sistema de buses a diésel	-Red de ciclovías -Incentivo al cambio por motos eléctricas	-Incentivos a la importación de vehículos eléctricos -Implementación de un sistema de buses eléctricos
Tarija	-Red de ciclovías 14 km	-Sistema de Buses (GNV)	-Plan Integral de Ciclovías -Implementación de 2 CRTVs adicionales -Taxis eléctricos -Promoción vehículos eléctricos transporte privado -Sistema de Buses (eléctricos) -Día del peatón -Restricción de uso de vehículos en el centro de la ciudad -Programa de conducción eficiente
Cuenca	- Proyecto Tranvía Fase I - Taxis eléctricos (15)	- Centro de Formación integral de Movilidad EMOV-EP - Proyecto de normativa y mecanismos de financiamiento para la transformación de Buses Euro 2 a Euro 3 (100% a 2020)	- Incentivos para la transformación de la flota vehicular a Eléctricos (10% al 2030)  - Peatonalización en el centro histórico

Fuente: Planes de Acción Proyecto Huella de Ciudades

Se puede observar que en todas las ciudades tienen planificada la mejora de su red de ciclovías, y la mejora de sus sistemas de transporte por bus. La movilidad eléctrica también está considerada entre los proyectos con potencial a futuro, pero que en la actualidad no se cuenta con las condiciones ni con la infraestructura adecuada para una adopción a corto o mediano plazo. En las ciudades ecuatorianas se ha promovido la movilidad eléctrica con programas de taxis eléctricos en las ciudades de Loja y Cuenca que están instalando infraestructura como ser las electrolineras (cargadores de energía eléctrica públicos para vehículos eléctricos). Otras ciudades como Lima, Quito y Guayaquil han estado probando y tienen planificado el incluir buses eléctricos en sus sistemas de buses de transporte rápido. En la ciudad de La Paz el sistema de transporte por cable “Mi Teleférico” se convertirá en un sistema masivo una vez que estén implementadas todas sus líneas y se mejore el sistema de cobro.

Para cada uno de los proyectos se estimó su potencial de reducción de emisiones a futuro. Para establecer el horizonte de tiempo se consideraron metas a corto, mediano y largo plazo que son definidas por los propios gobiernos municipales en función de su planificación. La Tabla 2 muestra un resumen del potencial de reducción de los principales proyectos identificados hasta el año 2030.

**Tabla 3: Proyectos con mayor potencial de Reducción de emisiones**

Proyecto	Ciudad	Reducción de la Huella (tonCO <sub>2</sub> e o m <sup>3</sup> )
Metro de Lima	Lima	6.429.397
Autobús eléctrico	Recife	4.797.203
Teleférico La Paz	La Paz	2.647.710
Metro de Quito	Quito	2.248.596
Ampliación de la infraestructura de ciclovías	Guayaquil	1.934.784
Proyecto tranvia fase I	Cuenca	1.018.702
Centros de inspección técnica vehicular	Santa Cruz de la Sierra	854.409

## 7. CONCLUSIONES

Se puede observar que el mayor potencial de reducción de emisiones en el sector transporte lo tienen los sistemas masivos de transporte que utilizan energía eléctrica y vienen a reemplazar a modelos antiguos de transporte como ser los buses de poca capacidad, taxis y vehículos particulares. Otra de las acciones con gran potencial de reducción de emisiones es la implementación de buses eléctricos. Aunque este está

sujeto a la disponibilidad de la tecnología e infraestructura adecuada. Pero Muchas de las ciudades están considerando seriamente el cambio de sus flotas.

Medidas que no requieren de mucha inversión y que pueden reducir el consumo de combustibles y por lo tanto el uso de vehículos son las medidas normativas y de capacitación. Entre estas se puede identificar un buen potencial las normativas para la obligatoriedad de revisiones en centros de revisión técnica vehicular, estas revisiones de ser bien implementadas con un mantenimiento adecuado de los vehículos pueden tener impactos importantes en las emisiones. Normativas para la circulación de vehículos y peatonalización de vías también pueden tener un impacto importante en la reducción de emisiones siempre que su implementación no signifique un aumento en el congestionamiento en vías aledañas. Finalmente, el uso de la bicicleta, tiene un potencial importante de reducción de emisiones y es parte de todas las planificaciones en las ciudades. Proyectos como sistemas de préstamo de bicicletas están en varias ciudades en planificación o en etapas iniciales de funcionamiento.

# **IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SUBCENTROS URBANOS NA CIDADE DO RECIFE**

**Oswaldo Cavalcanti da Costa Lima Neto**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, oswaldolimaneto@yahoo.com.br

**Lucas Eduardo Araújo de Melo**

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, lucas.ademelo@gmail.com

## **RESUMO**

Na década de oitenta, ficou claro que a estrutura espacial urbana não mais condizia com a estrutura monocêntrica. Ela se transformava cada vez mais em uma estrutura policêntrica, isto é, além do centro principal existiam diversas outras pequenas centralidades. Desta forma, verificou-se a necessidade de identificar e caracterizar os subcentros com o intuito de entender a sua influência no comportamento das viagens e seus respectivos modos dentro do espaço urbano. Os subcentros estão ligados à eficiência e organização das cidades por sua capacidade de proporcionar aos cidadãos o acesso aos serviços essenciais dispensando-se deslocamentos motorizados. Portanto, a identificação e a caracterização destas centralidades contribuem diretamente para o planejamento e construção de uma política de mobilidade urbana sustentável. Apesar dos vários métodos de identificação desenvolvidos nas últimas décadas, a Cidade do Recife definiu seus subcentros apoiando-se apenas no desenvolvimento histórico da cidade. Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo utilizar a análise espacial e, dentro dela, a metodologia da estatística espacial, utilizando-se de dados de geração de viagens para identificação de centralidades e confrontá-las com as definidas pela Prefeitura da Cidade do Recife. Por fim, utilizando-se das pesquisas origem-destino de 2007 e 2016, verificou-se que houve uma mudança significativa na estrutura urbana da cidade que favorece o desenvolvimento de uma mobilidade sustentável.

## **1. INTRODUÇÃO**

Ao final dos anos oitenta devido à expansão urbana das grandes cidades constatou-se que a estrutura monocêntrica não mais atendia, pois a cidade estava adquirindo uma formação policêntrica, ou seja, o aparecimento de centralidades menores atendendo a necessidade da população por compras e serviços mais próximos de suas moradias. Esta mudança alterou significativamente o comportamento das viagens dentro do espaço urbano, consequência da relação entre o uso do solo e os deslocamentos de pessoas e bens, pois ela permite um maior acesso aos serviços essenciais, além de oportunidades de emprego possibilitando o transporte ativo. Portanto, o desenvolvimento de subcentros incentiva o deslocamento a pé, por bicicleta e a estruturação de uma rede de transportes coletivos, viabilizando o desenvolvimento de uma mobilidade sustentável.

Devido à sua importância na estrutura das cidades, várias metodologias para identificação de subcentros foram desenvolvidas baseadas no emprego e em sua densidade, utilizando métodos como valores de corte, fluxos por meio de grafos, estatísticas econométricas e mais recentemente análise espacial, mais precisamente a estatística espacial. Contudo, a Cidade do Recife baseou sua identificação de subcentros apenas no desenvolvimento histórico de seus bairros tradicionais, onde havia uma certa concentração de serviços e comércio. Ou seja, não houve definição de critérios técnicos que indicassem o que seria um subcentro.

Portanto, este trabalho visa fornecer justamente este embasamento técnico que possibilite definir com clareza uma metodologia que parta de sua estrutura espacial e indique o que é e o que não é um subcentro. Desta forma, se fará uso da estatística espacial, a partir de dados de geração de viagens obtidos de pesquisas de origem-destino, para identificar os subcentros do Recife em duas datas distintas: em 2007 e 2016, e confrontá-los com as áreas definidas pelo Poder Público Municipal.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Castells (1983) definiu que o centro de uma cidade é o local que concentra as principais atividades comerciais e serviços da gestão pública e privada, além de terminais de transportes e construções, permitindo a coordenação e ordenação das atividades e a comunicação entre os atores. As centralidades possuem características próprias e particulares que as distinguem de outras localidades urbanas, como verificado por Kneib (2008) ao identificar, na literatura, aspectos como o simbolismo, a acessibilidade e a disponibilidade de infraestruturas de transporte, a concentração de atividades e o valor do solo.

Ferrari (1991) associa a policentralidade ao crescimento sadio da cidade a partir do incentivo à formação de centros secundários. Neste sentido, a formação de subcentros remetem a um aspecto fundamental na relação entre o uso do solo e a mobilidade que é a proximidade de acesso entre os indivíduos e suas necessidades. A acessibilidade encontra-se no centro das preocupações para se alcançar uma forma urbana que seja ambientalmente sustentável, socialmente equitativa e justa (PORTUGAL, 2017), ao facilitar o deslocamento pelos meios ativos, seja a pé ou por bicicleta.

McDonald (1987), pioneiro em formular uma metodologia para identificar centralidades, baseou sua metodologia em número e densidade de empregos, e a partir deles estabeleceu um valor de corte para os atributos. Assim, vários outros autores adotaram esta metodologia em seus trabalhos, podendo-se destacar o trabalho de Giuliano e Small (1991) (MCMILLEN, 2001).

Surgiram ainda outras metodologias como as baseadas nos fluxos de deslocamento por meio de grafos e as baseadas nas estatísticas econométricas. Em 2014, Kneib utilizando métodos baseados em análise espacial extraiu sete variáveis para analisar e verificar quais delas seria a mais indicada para caracterizar os subcentros, chegando à conclusão que a densidade de geração de viagens era a mais indicada (KNEIB, 2014).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Análise Espacial e Estatística Espacial**

Este trabalho utilizará a metodologia da análise espacial aplicada à variável Densidade de Geração de Viagens obtida de matrizes de origem-destino de 2007 e 2016 para identificar os centros e subcentros urbanos na Cidade do Recife. A análise espacial é um estudo quantitativo de eventos ou fenômenos localizados no espaço. Deste modo, a estatística espacial sempre terá um índice de dados referindo-se a uma localização geográfica, como por exemplo dados de censos ou de pesquisas origem-destino que estão associados a setores censitários e zonas de tráfego, respectivamente (KREMPI, 2004). Uma de suas classificações possíveis é a chamada Lattice Data, ou seja, dados agrupados por áreas, como por exemplo as zonas de tráfego e seus respectivos valores de viagens geradas Camara *et al*/(2001). Seu objetivo é verificar a existência de padrões nos valores observados, que podem ser medidos a partir de índices, como os Índices de Moran, e serem representados graficamente pelos Diagramas de Espalhamento de Moran e a construção de Boxmaps (KREMPI, 2004).

De particular interesse ao propósito do trabalho, que trata de dados associados a áreas adjacentes e independentes, e dentro do Lattice Data, são as técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).

##### **3.1.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)**

Com o objetivo de identificar padrões de dados, a AEDE utiliza um conjunto de ferramentas descritivas e gráficas para formular hipóteses a partir da localização dos dados. Esta coleção de técnicas permite descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar situações atípicas (outliers), descobrir situações de associação espacial, agrupamento por valores semelhantes (clusters) e sugerir outras formas de heterogeneidade espacial (KREMPI, 2004).

A AEDE pode fornecer informações a partir de indicadores locais e globais. Os globais constituem uma aproximação mais tradicional do efeito de dependência espacial, representados por um único valor e que visam conhecer o grau de interação do conjunto, como, por exemplo, o Índice Global de Moran, que corresponde a uma função contínua. Já os indicadores locais são valores associados a cada área específica,

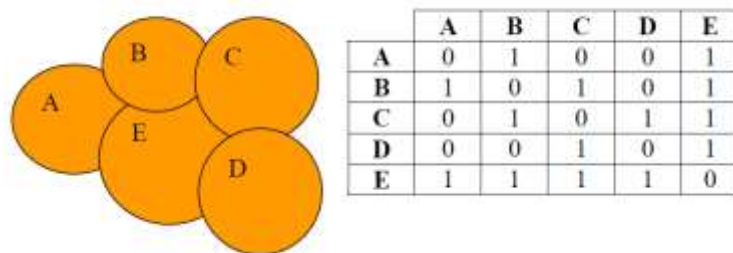
fornecendo informações acerca da relevância de um agrupamento espacial de valores ao redor de cada uma das áreas e funcionando como função degrau. Em toda técnica AEDE são encontrados três elementos básicos: a matriz de proximidade espacial (W), o vetor de desvios (Z) e o vetor de médias ponderadas (Wz), (KREMPI, 2004).

### 3.1.2 Matriz de proximidade espacial (W)

A matriz de proximidade espacial (W) é o elemento-chave da dependência espacial e dos dados de áreas, pois ela estima a variabilidade espacial dos dados e se constitui em uma ferramenta útil para descrever o arranjo espacial dos objetos. Caracteriza-se por uma matriz quadrada, não estocástica, em que cada elemento  $W_{ij}$  representa uma medida de proximidade entre as áreas  $A_i$  e  $A_j$ . Geralmente se utiliza o valor normalizado da matriz. Isto é, divide-se o valor de cada célula pela soma dos valores da sua respectiva linha na matriz. O valor de W utilizado foi baseado na seguinte medida de adjacência:

$W_{ij}=1$ , se  $A_i$  compartilha um lado comum com  $A_j$ . Caso contrário  $W_{ij}=0$

**Figura 1: Matriz de proximidade espacial.**



### 3.1.3 Média Móvel Espacial

Para o cálculo da média móvel espacial, primeiramente é preciso calcular o vetor de desvios (Z), obtido a partir da diferença entre o valor do atributo e a média geral do atributo para todas as áreas:

$$Z_i = Y_i - \eta \quad (1)$$

Onde

$Z_i$  = desvio

$Y_i$  = valor do atributo

$\eta$  = média aritmética do atributo

A média móvel espacial ( $W_z$ ), também chamada de média ponderada, ou média dos valores dos vizinhos, é uma medida útil para o cálculo da variação da tendência espacial. A estimativa da média móvel é dada pela multiplicação da matriz de proximidade pelo vetor dos desvios:

$$W_z = \frac{\sum W_{ij} * Y_i}{\sum W_{ij}} \quad (2)$$

onde:

$Wz$  = média móvel espacial

$W_{ij}$  = matriz de proximidade espacial

$Y_i$  = valor do atributo

A utilização da média móvel espacial ( $Wz$ ) permite a identificação de padrões e tendências espaciais. Segundo Câmara *et al* (2001), a autocorrelação espacial mede o quanto o valor observado de um atributo numa região é independente dos valores desta mesma variável nas localizações vizinhas. Por meio destas variáveis é possível calcular o Índice Global de Moran, que fornece a medida geral de autocorrelação espacial, variando de -1 a +1, e indica o afastamento de uma distribuição espacial aleatória. Valores próximos de 0 indicam a inexistência de autocorrelação. É dado por:

$$I = \frac{Z^t * Wz}{Z^t * Z} \quad (3)$$

Onde:

$I$  = Índice global de Moran

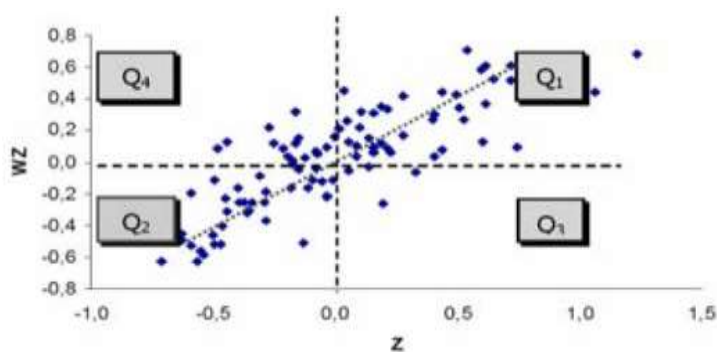
$Z^t$  = vetor transposto dos desvios

$Wz$  = média móvel espacial

### 3.1.4 Diagrama de Espalhamento de Moran

O diagrama de espalhamento de Moran é constituído por um gráfico entre  $Wz$  x  $Z$ , de modo que a identificação visual de um atributo é quase que imediata, na forma de disposição nos quadrantes que interceptam o ponto 0 (Figura 2).

Figura 2: Diagrama de Espalhamento de Moran.



Os Q1 (valores positivos e médias positivas) e Q2 (valores negativos e médias negativas) indicam pontos de associação espacial positiva, no sentido de que uma localização possui vizinhos com valores semelhantes. Já os quadrantes Q3 (desvios positivos e médias móveis negativas) e Q4 (desvios negativos e médias móveis positivas) indicam pontos de associação espacial negativa, no sentido de que uma



localização possui vizinhos com valores distintos. Ambos os quadrantes significam áreas de transição (KNEIB, 2008; KREMPI, 2004).

Para efeitos de estudo deste trabalho, as áreas localizadas no primeiro e terceiro quadrante correspondem aos centros e subcentros. De forma que, o Q1 identifica zonas de tráfego com uma alta densidade de geração de viagens (desvio positivo), assim como seus vizinhos, formando um cluster, correspondendo a um centro mais consolidado, (zonas semelhantes agregadas) e o Q3 identifica zonas com uma alta densidade de geração de viagens (desvio positivo), diferentemente dos seus vizinhos (Wz negativo), indicando ser um subcentro, ou seja, uma centralidade inferior ao centro e cujos valores não são semelhante aos seus vizinhos.

Outra forma de identificar graficamente a associação espacial é por meio do Boxmap, que consiste num mapa interativo, onde cada área pertencente a um dos quatro quadrantes é colorida de acordo com a sua localização nos quadrantes do gráfico Wz x Z (SERRANO E VALCARCE, 2000).

Com o auxílio do software *Spring*, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), foi possível calcular e elaborar os índices de Moran, o Diagrama de Espalhamento de Moran e os Boxmaps. Além disto, o software já realiza o teste de significância dos índices de Moran através do teste de pseudo-significância. Este teste consiste em gerar diferentes permutações entre as opções 99, 999, 9999, onde cada permutação produz um novo arranjo espacial dos valores do atributo. Se o valor do índice I de Moran encontrado nos dados originais corresponder ao extremo da distribuição simulada, trata-se de um evento de significância estatística.

#### **4. ÁREA DE ESTUDO**

Em 1988, a Constituição Federal instituiu que todos os Municípios brasileiros deveriam elaborar um Plano Diretor Municipal como instrumento básico de ordenamento, planejamento e controle da expansão urbana. Recife redigiu seu primeiro Plano Diretor em 1991 e sua revisão completa apenas ocorreu em 2008 (NUNES, 2015).

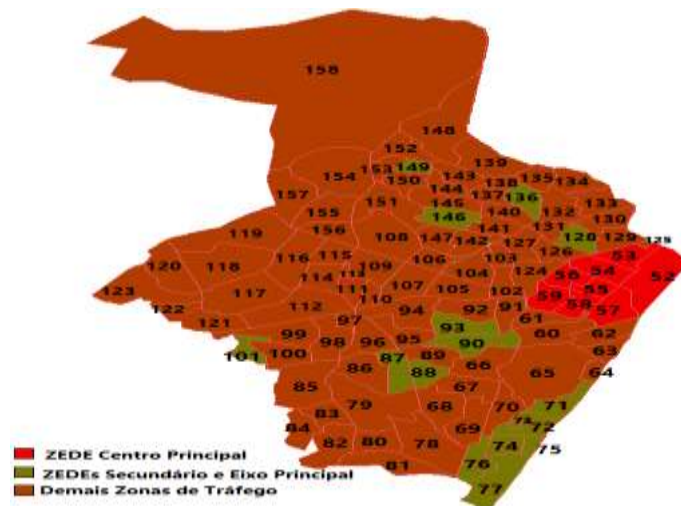
Uma das estratégias do plano foi a divisão territorial da cidade a partir da identificação dos problemas e dos potenciais urbanos em cada área. Uma destas divisões refere-se às ZEDs (Zonas Especiais de Dinamização Econômica) que, em outras palavras, foram definidas como os centros e subcentros da cidade do Recife (RECIFE, 2008). Porém, verificou-se que não houve qualquer tipo de estudo para identificação destas áreas, sendo escolhidas por meio da observação, desenvolvimento potencial e histórico e

pouco foram modificadas ao longo da revisão do plano. Foram distribuídas da seguinte maneira:

- ZEDE Centro Principal: Centro tradicional do Recife, constituído pelos bairros Santo Amaro, Recife, Boa Vista, Santo Antônio, Coelhos, Santa Rita, São José, Soledade e Ilha do Leite. (Zonas de tráfego: 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58 e 59).
- ZEDE Centros Secundários: Bairros de Afogados (Zona 90, 93), Água Fria (Zona 136), Casa Amarela (Zona 146), Encruzilhada (Zona 128) e Nova Descoberta (Zona 149)
- ZEDE Eixo Principal: Bairros de Coqueiral (Zona 101), Boa Viagem (Zonas 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77) e Areias (87, 88).

A figura 3 mostra as ZEDEs de acordo com as suas respectivas zonas de tráfego.

**Figura 03: ZEDEs – Plano Diretor do Recife**



## 5. RESULTADOS

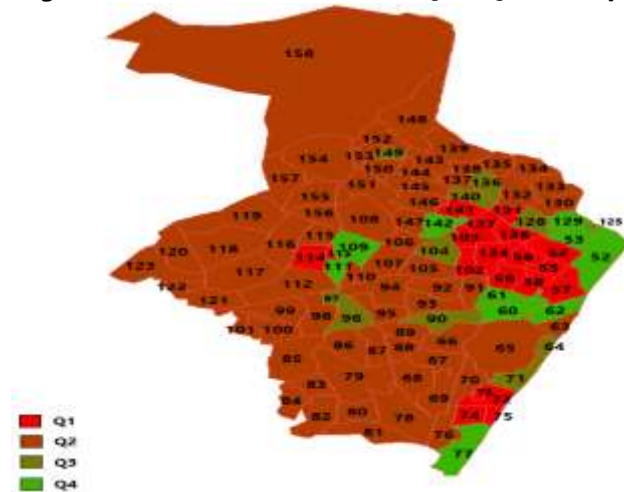
Foram realizadas duas análises. A primeira foi feita a partir dos dados da pesquisa origem-destino de 2007 da cidade do Recife. Os dados desta pesquisa são compostos por viagens feitas por automóveis e ônibus, neste caso o principal modo de transporte coletivo da cidade. Além disso, estavam incluídos todos os motivos de viagem. Num segundo momento, a análise utilizou-se de dados mais recentes, coletados em 2016.

Esta pesquisa, porém, compreende apenas as viagens por motivo trabalho, contemplando, todavia, todos os modos de transporte. Tendo em mãos o atributo densidade de viagens de cada zona (viagens geradas por km<sup>2</sup>) e com o auxílio do software *Spring*, calculou-se os índices globais de Moran, assim como o diagrama de espalhamento de Moran e os Boxmaps.

Na primeira análise obteve-se um índice de global de Moran de  $i=0,255178$ , indicando uma baixa correlação positiva, quanto mais próximos de zero, mais dispersa se torna a distribuição dos pontos no gráfico  $Wz \times Z$  – Diagrama de Espalhamento de Moran.

Na figura 4, é possível observar o Boxmap elaborado a partir do diagrama. Analisando as diferenças em relação às ZEDEs (Figura 3) percebe-se que o chamado Centro Principal está expandido em direção à zona norte, compreendendo os bairros da Madalena, Torre, Graças, Aflitos, Jaqueira, Rosarinho e Tamarineira (Zonas 102, 103, 104, 124, 126, 127, 131, 140 e 141) e contraído em sua periferia (Zonas 52 e 53). Em relação ao bairro de Boa Viagem, percebe-se que há um núcleo central constituído pelas zonas 72, 73, 74 e 75. Surgindo, em sua parte norte, bairro do Pina, duas zonas de transição: Zonas 64 e 71.

**Figura 4: Centros e Subcentros (Q1 e Q3) – Pesquisa O-D 2007.**

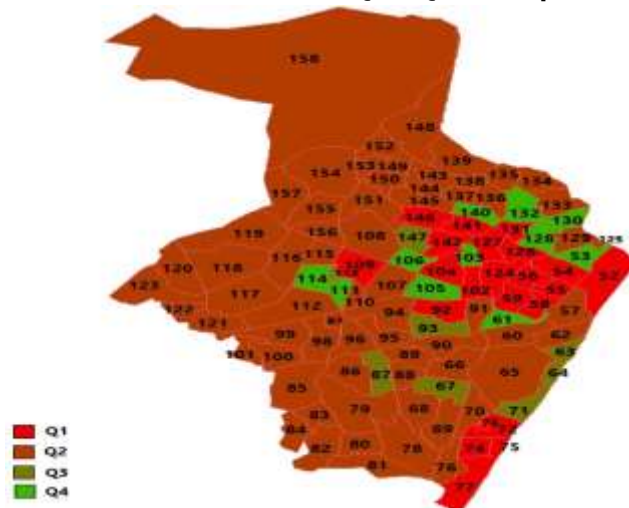


Percebe-se, ainda, as seguintes diferenças: não são indicados como subcentros os Bairros de Coqueiral (Zona 101), Areias (Zonas 86 e 87), Casa Amarela (146) e são indicados como subcentros a Universidade Federal e a SUDENE (Zonas 114 e 113, respectivamente).

Na segunda análise que utilizou os dados de 2016 de viagens casa-trabalho para todos os modos, obteve-se um índice global de Moran de  $i=0,328132$ , indicando ainda uma baixa correlação positiva de dados, todavia apresentando uma menor dispersão. Foi possível perceber uma mudança significativa em relação aos dados da pesquisa anterior. O Centro Principal apresentou uma expansão ainda maior, chegando aos bairros mais ao noroeste da cidade como o caso dos bairros de Casa Amarela, Casa Forte, Parnamirim (Zonas 146, 147 e 142, respectivamente). Houve também o fortalecimento da zona 52, representando o bairro do Recife. O Centro Eixo Principal de Boa Viagem apresentou uma consolidação do seu núcleo central acrescentando-se

também a região de Setúbal (Zona 77), além de se expandir na direção norte, abrangendo parte do bairro do Pina (Zonas 63 e 64). Outros centros mais fortes surgiram no Bairro do Bongji (Zona 92), agregando a zona norte de Afogados (Zona 93), e na Iputinga (Zona 109). Assim como subcentros mais fracos, como parte do bairro da Imbiribeira (Zona 67) e Areias (Zona 87).

**Figura 5: Centros e Subcentros (Q1 e Q3) – Pesquisa O-D 2016.**



É importante salientar que o período entre as pesquisas origem-destino compreendeu a parte final de um grande desenvolvimento econômico, quando houve uma intensa exploração imobiliária principalmente nos bairros de Boa Viagem e Casa Amarela, por exemplo, assim como a chegada e consolidação de grandes faculdades e um comércio automotivo intenso nos bairros da Imbiribeira, Afogados e Bongji, a instalação e expansão do Porto Digital no Bairro do Recife. Podemos, ainda observar que nas Figuras 4 e 5 existem grandes áreas da cidade do Recife sem serem atendidas por nenhum subcentro. Esta evidência indica que a Prefeitura da Cidade deveria fomentar a criação de subcentros de uma forma mais estruturada e melhor distribuídos no espaço urbano e que, desta forma, pudesse atender a toda a área da cidade.

## 6. CONCLUSÃO

O presente trabalho aplicou a metodologia da análise espacial para identificação dos centros e subcentros da cidade do Recife, com o objetivo de comparar com o que foi definido pelo Plano Diretor. Deste modo, é possível apontar que as ZEDEs definidas em 1991 não correspondem à realidade da estrutura urbana da cidade. É possível observar, em ambas as análises, a expansão do Centro Principal, extrapolando o centro histórico e tradicional do Recife, chegando aos bairros da zona noroeste da Cidade, assim como a consolidação e expansão do Centro Eixo Principal de Boa Viagem.

A cidade apresenta uma estrutura policêntrica, porém sem ter uma distribuição desses subcentros que pudesse atender a toda a área urbana e, desta forma, possibilitar o atendimento das necessidades por compras e serviços da população que vive no entorno deles viabilizando o transporte ativo. Além disto, observou-se o desaparecimento de alguns subcentros não consolidados, como por exemplo Areias, Coqueiral, Água Fria e outros, indicando a falta de políticas que criassem um ambiente favorável ao desenvolvimento e fortalecimento destes subcentros, descentralizando ainda mais o comércio e os serviços.

Deste modo, este artigo oferece uma metodologia aos gestores públicos de como identificar subcentros e onde há carência deles. Uma sequência deste esforço seria estender o uso desta metodologia para a Região Metropolitana do Recife, realizar análises comparativas entre as centralidades e os investimentos nas redes de transporte, assim como o surgimento de novas centralidades decorrentes da implantação de novos corredores de transportes.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Castells, M. (1983). A questão urbana. Paz e Terra. Rio de Janeiro
- Ferrari, C. (1991) Curso de planejamento municipal integrado. 7ª. ed. Livraria Pioneira Editora. São Paulo.
- Giuliano, G., Small; K. A. (1991) Subcenters in The Los Angeles Region. *Regional Science and Urban Economics*, 21, 163-182.
- Kneib, E. C. (2008). Subcentros urbanos: contribuição conceitual e metodológica à sua definição e identificação para planejamento de transportes (Tese de doutorado). Universidade de Brasília, Brasília.
- Kneib, E. C., & Silva, P. C. M. (2014). Projeto e cidade: centralidades e mobilidade urbana: Identificação de subcentros urbanos para planejamento de transportes e mobilidade: contribuição metodológica baseada em especialistas. FUNAPE. Goiânia.
- Krempi, A. P. (2004). Explorando Recursos de Estatística Espacial para Análise da Acessibilidade da Cidade de Bauru. (Dissertação de Mestrado). Universidade São Paulo, São Carlos.
- McMillen, D. P. (2001) Nonparametric employment subcenter identification. *Journal of Urban Economics*, 50 (2001), 448–473.
- Nunes, S. M. (2015) Planejamento Urbano do Recife: Futuro do Pretérito. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Portugal, L. (2017). Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano. Elsevier. São Paulo
- RECIFE, (2008). Lei Municipal nº 17511, de 2008. Revisão do Plano Diretor do Município de Recife. Recife, Pernambuco.
- Serrano, R. M. ; Valcarce, E. V. (2000) Técnicas econométricas para el tratamiento de datos especiales: la econometria espacial. Edicions Universita de Barcelona. Barcelona.

# **AJUSTE DE MATRICES DE TRANSPORTE PÚBLICO OBTENIDAS A PARTIR DE ESTUDIOS DE ASCENSOS Y DESCENSOS**

**Wilmer Pipicano Ch,**

Universidad de Puerto Rico – Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico  
wilmer.pipicano@upr.edu

**Didier M. Valdés**

Universidad de Puerto Rico – Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico  
didier.valdes@upr.edu

## **RESUMEN**

Las matrices de viajes obtenidas con tarjetas inteligentes asumen las paradas como origen y destino de los viajes y no identifican algunas variables importantes de las características de los viajes. Por esta razón, los métodos manuales continúan siendo utilizados en muchos de los estudios de transporte público colectivo. Los estudios de ascenso y descenso en rutas de un sistema de transporte público por métodos manuales han sido utilizados por muchos años y aún siguen siendo utilizados. No obstante, también ya algunos sistemas de recaudo suministran los registros con GPS de los eventos de subida y bajada de usuarios en los buses, siendo posible inferir un estudio de ascenso y descenso en toda la flota y para todos los usuarios. En los métodos manuales y con tecnología se desconoce el origen y destino de los viajes. Por esta razón, en algunos casos se ha utilizado el método manual de ascenso y descenso con boletos para la inferencia de una matriz de origen y destino entre paradas del sistema. Para resolver problemas de precisión del método se ha desarrollado una aplicación para tabletas con GPS. De este modo, se obtienen los registros de la parada origen y la parada destino de cada usuario del bus con la hora y coordenadas provenientes del GPS. El ajuste de las matrices con encuestas a bordo o con matrices provenientes de encuestas domiciliarias complementan el proceso. El método mencionado se ilustra con la aplicación en el sistema de transporte público colectivo del municipio de Chía, del departamento de Cundinamarca en Colombia.

## **INTRODUCCIÓN**

El amplio uso de la tecnología en los sistemas de transportación colectiva está permitiendo a los operadores y autoridades la oportunidad de contar con gran cantidad de datos de la operación y de la demanda. La disponibilidad de información proveniente de la tecnología y diseñada especialmente para el sistema de transporte, más conocida como sistemas de transporte inteligente (ITS) ha derivado en múltiples beneficios para los planificadores. Tal como expresa Bruun [2014], es muy difícil para los planificadores mejorar un sistema si no tienen información confiable sobre las características de los viajes, tiempos de viaje, ingresos, transferencias, etc. Tradicionalmente se utilizaron los métodos manuales para obtener información detallada del sistema. Esto era poco frecuente por lo costoso y demorado de los

procesos manuales y que al final siempre se cuestiona la confiabilidad de la información obtenida.

El posicionamiento global (GPS) en los vehículos ha permitido la localización en "tiempo real" para la respuesta en la operación y sistemas de información para los usuarios del sistema. Así mismo, se registra la información sobre la velocidad y tiempos de demora de los buses. La automatización de los sistemas de conteo de pasajeros y del pago de tarifas con tarjetas inteligentes suministran información para analizar el desempeño y nivel de servicio del sistema. Los datos de ITS y que son útiles para la operación y planificación de los sistemas de transportación provienen de: Localización automática de vehículos (AVL), despachos asistidos por computadora (CAD), conteo automático de pasajeros (APC), información recibida de los pasajeros en tiempo real (RTPI) y de los sistemas de prioridad en los semáforos para la transportación colectiva (TSP). La información proveniente de la tecnología en los sistemas de transportación está facilitando la respuesta en "tiempo real" para la operación e información para los usuarios y para la planificación.

Para los planificadores contar con demasiada información también puede ser un problema, casi como cuando se cuenta con muy poca información, especialmente si faltan datos fundamentales o no es posible analizarla. Para lograr el aprovechamiento máximo, tanto la información proveniente de ITS como de métodos manuales necesita de análisis y ajustes de consistencia y confiabilidad. Los métodos manuales para obtener información continúan vigentes y combinados con la información ITS han mejorado los análisis de los planificadores de la transportación. Se presenta en este documento un método manual apoyado con tecnología para los estudios de ascenso y descenso con boletos en las rutas. El método muy útil en sistemas de transportación sin sistemas ITS también sirve para complementar y/o validar información proveniente de sistemas con ITS.

## **OBJETIVOS**

El objetivo de este trabajo es mostrar a los planificadores y agencias de transportación un método alternativo que combina el método manual y la tecnología para el estudio de ascenso y descenso y que permite obtener matrices de origen y destino e información complementaria del desempeño de las rutas y que resulta altamente costo-efectivo.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

Tal como expresa Ceder [2016], prácticamente se tienen dos métodos para recolectar información del sistema de transportación colectiva: manuales y automatizados. Los

métodos automatizados suministran enormes cantidades de datos y más precisos, aunque no siempre responden todas las preguntas que se tienen para mejorar el desempeño de los sistemas de transportación. Por ejemplo, no se cuenta con datos de las características de los usuarios (nivel económico, edad, género, actividad económica, etc.) o faltan algunos datos como los tiempos de caminata y los tiempos de espera, variables que son importantes para la planificación y mejora operacional de los sistemas de transportación. Por su parte, los métodos manuales pueden resultar limitados por los recursos que consumen para obtener muestras representativas de la población. Los métodos automatizados de conteo de pasajeros pueden generar información similar al estudio de ascenso y descenso dado que registran en cada parada los ascensos y descensos. Así mismo, los sistemas de pago con tarjetas inteligentes permiten inferir un resultado similar al estudio de ascenso y descenso. El método manual del estudio de ascenso fue mejorado al realizarlo con boletos. La intención de la mejora fue el de obtener la parada de origen y la parada de destino de cada uno de los usuarios de la ruta permitiendo así inferir una matriz de origen y destino entre paradas. Molinero et al., [1997] expresa que los estudios de ascenso y descenso proveen información completa sobre el movimiento de pasajeros en las paradas, el perfil de carga con las secciones de máxima demanda, tiempos de recorrido de la ruta y hasta la cantidad de pasajeros por tipo de tarifa. Los resultados del procesamiento básico del estudio de ascenso y descenso se pueden ver en Vuchic [2005].

Con los resultados del estudio de ascenso y descenso se puede dimensionar la oferta, definir servicios expresos y paradores según el movimiento en las paradas, definir retornos operacionales y analizar los índices de desempeño (índice de utilización, pas-km, pas-hr, carga máxima, carga promedio, índice de rotación, índice de renovación, ocupación promedio, distancia y tiempo promedio de viaje e índice de pasajeros por km entre otros). La información de transportación colectiva y que se obtiene por métodos manuales proviene de muestras representativas que requieren de factores de expansión para obtener los resultados para la población. Por su parte, la información que proviene de datos de ITS requiere de procesos de depuración y de validación para los análisis e interpretación de resultados. Para mejorar u optimizar los recursos escasos que se utilizan en los métodos manuales se utiliza el método de estudio de ascenso y descenso con boletos. Un método similar de entrega y reclamo de boletos se utiliza en sistemas de transporte masivo, donde a "todos" los usuarios al ingreso en las estaciones se les entrega un boleto que se les reclama en la salida de las estaciones (método utilizado en el sistema troncal de Transmilenio y en el metro de Medellín). En este último caso para facilitar el registro de la estación y hora de entrega se utilizan lectores de código de barras. La identificación de las transferencias es una de las dificultades del método de los boletos.



Por otro lado, en el método del estudio de ascenso y descenso con boletos el encuestador tiene que realizar varias funciones a la vez (entregar el boleto, identificar la parada y anotar, recibir el boleto, identificar la parada y anotar) y en horas pico para muchos usuarios simultáneos. La probabilidad de cometer errores con mayor número de actividades se incrementa, siendo la más común que no alcanzan a identificar adecuadamente la parada de los eventos. Para disminuir las actividades del encuestador y por tanto la probabilidad de errores se ha desarrollado una aplicación para celulares o tabletas que registra la hora y coordenadas de cada evento, correspondiendo al encuestador únicamente digitar el número del boleto y si corresponde al evento de ascenso o al evento del descenso del usuario.

Algunos de las dificultades que surgen del registro de datos para el estudio de ascenso y descenso con boletos combinado con tecnología también ocurren en la información proveniente de ITS y los investigadores han desarrollado algunos métodos para el ajuste y análisis respectivo. Para obtener matrices de origen y destino de los usuarios se utiliza la información proveniente de los sistemas de recaudo de tarifa con tarjetas inteligentes.

La gran mayoría de los sistemas son denominados abiertos, porque los usuarios solo validan a la entrada y se requiere inferir el lugar de descenso dando seguimiento a la secuencia de las validaciones de cada una de las tarjetas. Para ilustrar algunos de los ajustes que se realizan para obtener matrices de origen y destino con información ITS proveniente del recaudo con tarjetas inteligentes (AFC), en Muñoz et al., [2016] se explica como se da seguimiento a cada una de las tarjetas con su número único de identificación (ID). Para inferir la parada de origen del viaje se asume que hay alta probabilidad que corresponda al lugar y tiempo de la primera validación. La localización de la parada se infiere de los datos de la hora de la validación y del AVL del bus por proximidad. La parada de destino se infiere del seguimiento del ID de la tarjeta y asumiendo que la siguiente validación corresponde a la parada de descenso de la validación anterior. Para descartar que la siguiente validación corresponde a una etapa del viaje y no a la parada de destino se analiza el tiempo y localización entre los eventos, asumiendo que los usuarios en general no caminan largas distancias ni esperan mucho tiempo entre etapas de un viaje. Adicionalmente, se presume que el último descenso ocurre muy cercano al primer origen del día para cerrar la jornada.

En algunos sistemas de Latinoamérica la información proveniente del AFC puede verse afectada por comportamientos del usuario que comparte el pago para otros miembros del grupo familiar o compañeros o por el préstamo de la tarjeta entre usuarios. De este modo, hay una cantidad de viajes que pueden resultar distorsionados en la secuencia registrada. Así mismo, existe un porcentaje que puede ser significativo de usuarios que evaden el pago de la tarifa. El ajuste final en general se realiza con los datos de conteos

de entradas y/o salidas del sistema (datos de APC). Nigel Wilson en Muñoz et al., [2016] plantea la revisión de la confiabilidad de los datos inferidos a partir de la revisión de la duración del viaje entre un par origen-destino y definiendo la variabilidad de éstos para aceptar el tiempo extra que se acepta para un determinado nivel de confiabilidad (por ejemplo, el 95%). Una clara ventaja del estudio de ascenso y descenso con boletos apoyado con tecnología es que no hay necesidad de inferir el lugar de descenso del usuario, disminuyendo la probabilidad de errores en la información. Así mismo, los tiempos de subida y bajada del usuario son registrados automáticamente y no necesitan de inferencias. No obstante, continúa la dificultad de identificar las transferencias y si se trata de una etapa del viaje completo, es decir, se requiere de fuentes de datos alternas para validar y complementar la información.

## **METODOLOGÍA**

Las matrices de viajes entre paradas de los usuarios de transportación colectiva, inferidas de la información ITS y por el método manual de boletos puede ser que no corresponden al origen y destino reales del viaje de los usuarios. Se debe tomar en cuenta que los usuarios en general caminan un trayecto desde su origen a la parada donde suben a la ruta que utilizan y después caminan desde la parada de descenso hasta su destino final, además de las transferencias con los tiempos de espera y caminata. Para ajustar las matrices provenientes de ITS o boletos, se plantea utilizar una matriz de referencia que sí identifica los orígenes y destinos reales de los usuarios. Se asume que las matrices que se obtienen con encuestas de hogares o encuestas a usuarios en el sistema de transportación si identifican apropiadamente los orígenes y destinos reales de los usuarios. Entonces se plantea un ajuste de las matrices inferidas de boletos o de datos de ITS definiendo un factor de ajuste para cada par  $(i, j)$  inferido de la relación entre los viajes de la matriz de referencia y los viajes obtenidos con los boletos. Otra forma de ajustar la matriz de boletos es a partir del balanceo de la matriz de referencia con los vectores de las producciones y las atracciones de la matriz generada con los boletos.

De este modo, la construcción de matrices y ajuste considera los siguientes pasos: Paso 1. Asignación de los boletos a las paradas de la ruta, esto porque las coordenadas provenientes de la aplicación son aproximadas. Los boletos que no tienen coordenadas se asignan según la secuencia con el boleto anterior. Paso 2. Expansión de la matriz por frecuencias, esto porque no se registran todos los viajes de la ruta. Paso 3. Asignación de la zona de transporte (ZAT) a cada uno de los paraderos de las rutas y generación de las matrices. Paso 4. Ajuste por orígenes y destinos finales de los viajes, por comparación con matrices de viajes provenientes de encuestas domiciliarias o de encuestas a bordo directas a los usuarios. Para cada celda de la matriz se define un

factor de ajuste con la relación entre los viajes provenientes de los boletos y los viajes provenientes de la encuesta domiciliaria en cada una de las celdas, como se ilustra en las tablas siguientes.

**Tabla 34. Matriz proveniente del estudio de ascenso y descenso con boletos**

OD'	1	2	3	4	$\sum_j v'_{i,j}$
1	$v'_{1,1}$	$v'_{1,2}$	$v'_{1,3}$	$v'_{1,4}$	$O'_1$
2	$v'_{2,1}$	$v'_{2,2}$	$v'_{2,3}$	$v'_{2,4}$	$O'_2$
3	$v'_{3,1}$	$v'_{3,2}$	$v'_{3,3}$	$v'_{3,4}$	$O'_3$
4	$v'_{4,1}$	$v'_{4,2}$	$v'_{4,3}$	$v'_{4,4}$	$O'_4$
$\sum_i v'_{i,j}$	$D'_1$	$D'_2$	$D'_3$	$D'_4$	$\sum_{i,j} v'_{i,j}$

**Tabla 35. Matriz proveniente de encuestas domiciliarias**

OD	1	2	3	4	$\sum_j v_{i,j}$
1	$V_{1,1}$	$V_{1,2}$	$V_{1,3}$	$V_{1,4}$	$O_1$
2	$V_{2,1}$	$V_{2,2}$	$V_{2,3}$	$V_{2,4}$	$O_2$
3	$V_{3,1}$	$V_{3,2}$	$V_{3,3}$	$V_{3,4}$	$O_3$
4	$V_{4,1}$	$V_{4,2}$	$V_{4,3}$	$V_{4,4}$	$O_4$
$\sum_i v_{i,j}$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$\sum_{i,j} v_{i,j}$

**Tabla 36. Factor de ajuste de la matriz de boletos**

OD	1	2	3	4	
1	$\frac{V_{1,1}}{v'_{1,1}}$	$\frac{V_{1,2}}{v'_{1,2}}$	$\frac{V_{1,2}}{v'_{1,2}}$	$\frac{V_{1,2}}{v'_{1,2}}$	$\frac{O_1}{O'_1}$
2	$\frac{V_{2,1}}{v'_{2,1}}$	...	...	...	...
3	$\frac{V_{3,1}}{v'_{3,1}}$	....	...	...	...
4	$\frac{V_{3,1}}{v'_{3,1}}$	...	...	...	...
	$\frac{D_1}{D'_1}$	...	...	...	$\frac{V}{V'}$

Paso 5. Ajuste de las matrices con conteos. Finalmente, se realiza el ajuste de las matrices por el método del gradiente para cada uno de los períodos de análisis.

## DATOS

En general, el estudio de ascenso y descenso de pasajeros con boletos se realiza a una muestra de los viajes diarios en las rutas del sistema. De este modo, para la expansión se deberá contar con el registro de los viajes totales en cada uno de los períodos de análisis.

Para el caso de estudio, se tomaron datos de ascenso y descenso con boletos y tecnología en las rutas urbanas del Municipio de Chía, Colombia (ver *Figura 75*). Simultáneamente se realizó una encuesta a bordo a una muestra de los usuarios para la caracterización y ajustes de la matriz inferida a partir de los boletos.

**Figura 75. Sistema de rutas urbanas de Chía**



### Datos del estudio de ascenso y descenso con boletos

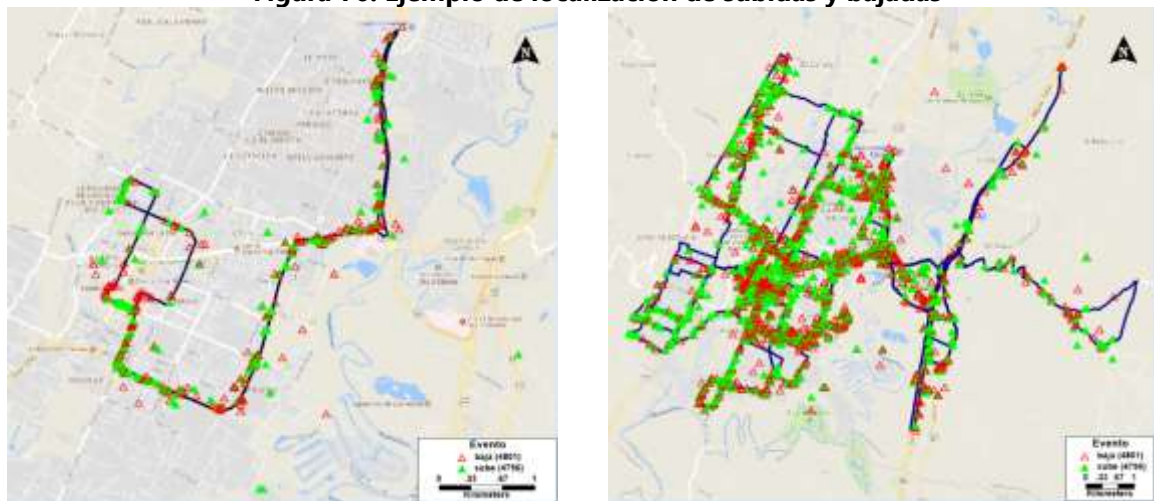
En el sistema de transporte público urbano de Chía en un día hábil se realizaron 1,082 vueltas en todas las rutas. Se programó la realización del estudio de ascenso y descenso en un total de 310 vueltas que representan una muestra de aproximadamente el 28.7% de las vueltas totales. Con el método de los boletos en cada vuelta se registran los datos de la ruta, el número de orden o ID del bus, el número de la vuelta y para cada boleto los datos provenientes de la aplicación, que corresponden principalmente a las coordenadas geográficas, la hora y si se trata de un evento de ascenso o de un evento de descenso. Un ejemplo de las salidas de la aplicación se muestra en la *Tabla 37* a continuación.

**Tabla 37. Ejemplo del registro de datos con la aplicación**

ID	Longitud	Latitud	Fecha	Hora	Ruta	NoBus	VueltaNo	Boleto	Evento
179	-74.0625998	4.8529533	3/15/2017	5:33:40	Centro chia	269	4	24401	sube
180	-74.0626302	4.8526693	3/15/2017	5:33:59	Centro chia	269	4	24402	sube
181	-74.0623703	4.8522047	3/15/2017	5:34:56	Centro chia	269	4	24400	sube
182	-74.0597085	4.8508891	3/15/2017	5:36:01	Centro chia	269	4	24403	sube

Los datos pueden ser visualizados en un mapa como se muestra en la *Figura 76*. Se encontró que algunos datos están por fuera y relativamente lejos del recorrido de la ruta. La caída de señal de internet genera este tipo de "errores" en el registro de las coordenadas. Por otro lado, es bueno mencionar que, aunque se tienen paradas señalizadas los conductores suben y bajan usuarios en cualquier punto del recorrido.

**Figura 76. Ejemplo de localización de subidas y bajadas**



En total se registraron 11,278 eventos de abordaje y descenso, de los cuales en un 15% no se registraron los datos de coordenadas por pérdida de señal de internet.

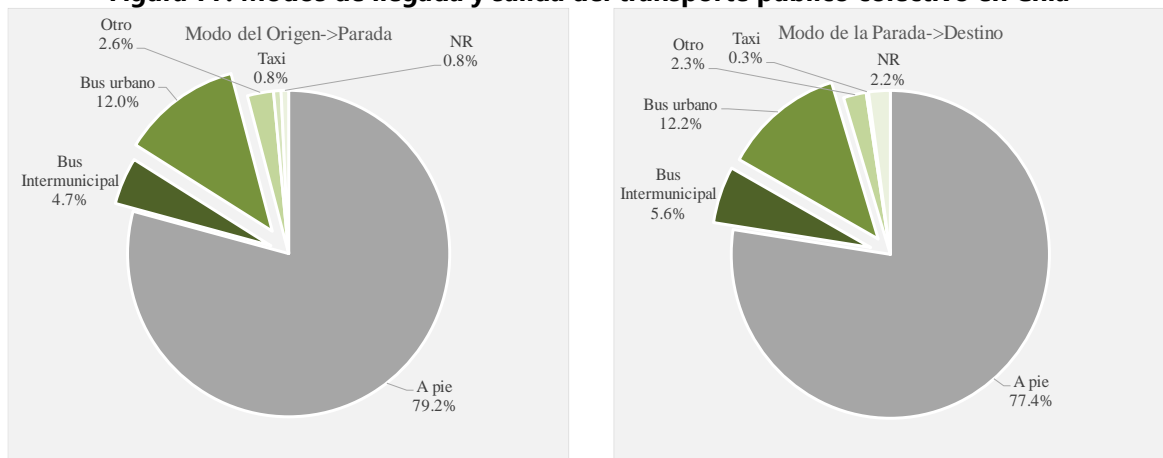
### **Datos de la encuesta a bordo**

La encuesta a bordo se realizó en un total de 376 vueltas (muestra del 34.8% de los despachos del día hábil) y se encuestaron 1,599 usuarios del sistema. Las encuestas a bordo también corresponden a una muestra de los usuarios que suben en cada vuelta. La dificultad para el encuestador de circular en el interior del vehículo en movimiento y la saturación son parte de los problemas que se presentan. En este caso se logró una muestra promedio del 27.6% de encuesta a los usuarios de cada vuelta. La caracterización de los usuarios es importante para las decisiones sobre las políticas del transporte público.

La mayoría de los usuarios están en el rango de 15 a 30 años y los estratos económicos que más viajeros aportan a la transportación colectiva son el estrato 2 y el estrato 3. De este modo, para el estrato más bajo la tarifa (\$ 1200) equivale aproximadamente a 48 min y para el estrato más alto la tarifa equivale a 5 min, con un promedio de 27 min de equivalencia en tiempo para todos los usuarios del sistema.

Los usuarios llegan a la parada del bus en diferentes modos y de igual manera después de descender del bus para llegar al destino utilizan diferentes modos. En el caso de Chía los usuarios encuestados reportaron los modos de acceso hasta la parada y de la parada al destino que se muestran en la **Figura 77** a continuación. En este caso, se observa que aproximadamente el 21%-23% de los usuarios realizan transferencias a otros modos alternativos para completar el viaje que están realizando en el transporte público colectivo. De modo que inferir que el origen o destino final del usuario se localiza en la parada o sector aledaño a la misma puede generar sesgos en las matrices inferidas de los boletos o de ITS.

**Figura 77. Modos de llegada y salida del transporte público colectivo en Chía**

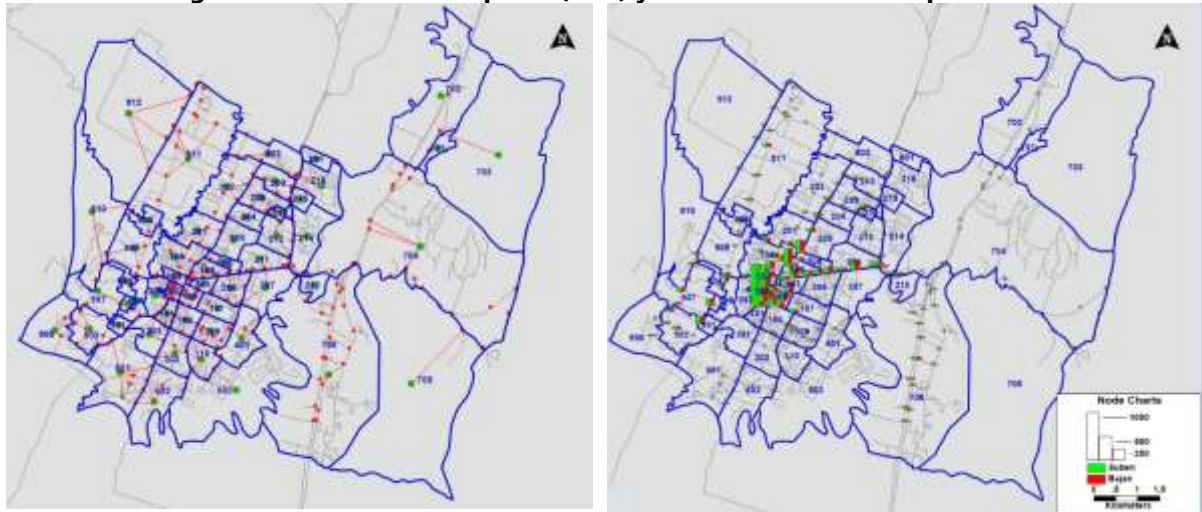


La encuesta a usuarios a bordo de las unidades permite obtener la matriz de viajes con los orígenes y destinos reales que reportan los usuarios, similar a la obtenida en una encuesta de viajes realizada en hogares. Esta matriz se utiliza de referencia para ajustar la matriz origen y destino inferida a partir del estudio de ascenso y descenso con boletos.

### Datos de la zonificación de transporte

Para asociar los boletos a las paradas de la ruta y posteriormente a las zonas de transporte (ZAT) previamente hay que preparar la información. Esta información debe estar geo-referenciada para facilitar el procesamiento de los datos. La zonificación fue elaborada a partir de la información del DANE y corresponde a 48 zonas de transporte. Los registros de ascensos y descensos son asociados a las paradas del sistema identificadas con nodos de la red. Se adopta la distancia mínima para la parada correspondiente. Los datos se muestran en la **Figura 78** a continuación.

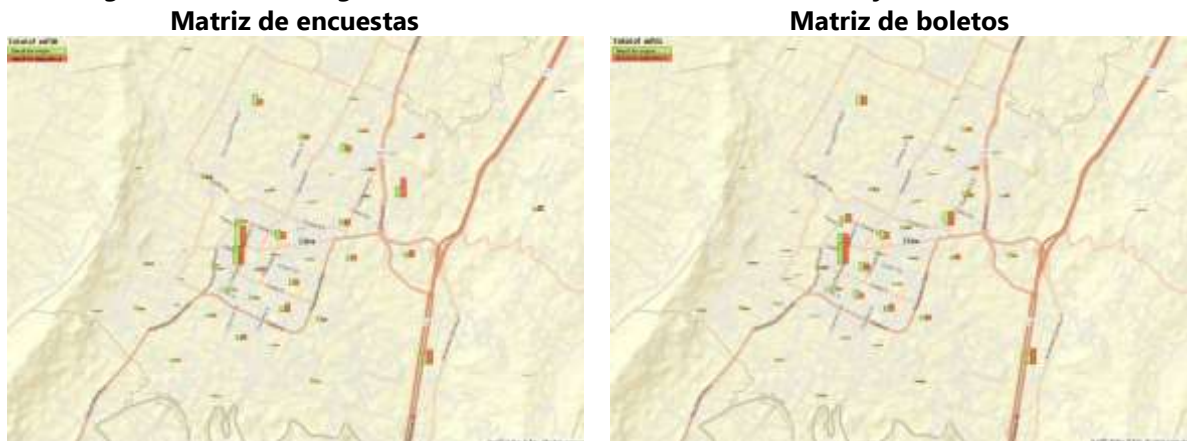
**Figura 78. Zonas de transporte (ZAT) y datos asociados a las paradas**



### Matrices de viajes

Los tamaños de muestra en las matrices inferidas a partir de encuestas domiciliarias o de encuestas a bordo pueden tener impactos en la cantidad de celdas con datos. Mediante procesos de un modelo de cuatro etapas se puede complementar la información en el caso de matrices que provienen de encuestas domiciliarias. En el ejemplo presentado la matriz inferida de encuestas a bordo consigue datos para el 19% de las celdas de la matriz. En el caso de la matriz inferida desde los boletos del estudio de ascenso y descenso se obtuvieron datos para el 25% de las celdas de la matriz. Las figuras siguientes muestran gráficamente los datos obtenidos.

**Figura 79. Matriz origen-destino inferida de encuestas a bordo y matriz de boletos**



Se calcularon los factores de ajuste para las celdas de la matriz inferida de los boletos y cuando la celda de la matriz de referencia está vacía se utilizó un factor igual a 1.0. La matriz resultante se ilustra en la figura siguiente.

**Figura 80. Matriz inferida de boletos ajustada con la matriz de referencia**



### **Asignación para ajuste con conteos**

Finalmente se realiza el proceso de ajuste de las matrices en cada período de análisis con datos del estudio de frecuencia de paso y ocupación. Este proceso ya está suficientemente documentado en la literatura.

## **CONCLUSIONES**

El estudio de ascenso y descenso con boletos y con apoyo de tecnología disminuye los errores de localización y permite el registro de tiempos simultáneamente, generando mayor confiabilidad en la información obtenida. Los matrices de viajes entre paradas que se obtienen por el método de boletos en el estudio de ascenso y descenso, pueden ser ajustadas con los datos de encuestas a bordo o con datos de matrices origen y destino provenientes de encuestas de hogares. Los métodos de ajuste de matrices provenientes del estudio de ascenso y descenso con boletos también pueden ser aplicados para matrices de origen y destino entre paradas inferidas a partir de información proveniente de ITS. Las matrices de origen y destino obtenidas con boletos y tecnología amplían el tamaño de muestra de personas encuestadas, pero requieren de revisión detallada y ajustes de expansión con datos de encuestas directas a los usuarios para obtener el origen y destino real. Las transferencias que no se identifican con las matrices inferidas de los boletos pueden ser significativas y por tanto justifican los ajustes con datos complementarios de encuestas directas a los usuarios.



## REFERENCIAS

Bruun E. C. (2014). *Better Public Transit Systems: Analyzing Investments and Performance*. Routledge. N.Y. ISBN 978-0-415-70600-1. Second Edition. 2014.

Ceder A. (2016) *Public Transit Planning and Operation: Modeling, Practice and Behavior*. CRC Press. *Taylor & Francis Group*. ISBN 13:978-1-4665-6391-9. Second Edition. 2016.

Molinero A. R. and Sánchez L. I. *Transportación Pública: Planeación, Diseño, Operación y Administración*. *Universidad Autónoma del Estado de México*. Chimal Editores S. A. de C.V. ISBN 968-835-353-1. 1997.

Muñoz J. C. and Paget-Seekins L. *Restructuring Public Transport through Bus Rapid Transit: An International and Interdisciplinary Perspective*. *Policy Press*. UK. ISBN 978 1 44732 616 8. 2016.

Vuchic V. R. *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*. *John Wiley & Sons, Ltd*. ISBN 0-471-63265-1. New Jersey. U.S. 2005.

*NOTA: Agradecimientos a la Secretaría de Movilidad del Municipio de Chía, a la firma consultora Movilidad Sostenible Ltda., y al Ing. Pedro Alvaro Szasz.*

# **RACIONALIDAD Y FACTORES PSICOLÓGICOS EN LA TOMA DE DECISIONES DE LOS VIAJEROS**

**Luis Yoanny Montaña Pino**

\*Universidad Simón Bolívar / Metro de Caracas, Caracas, Venezuela, luismontanocontrol@gmail.com

**Rosa Virginia Ocaña**

Universidad Simón Bolívar / Asociación de Expertos e investigadores en movilidad Urbana Sostenible (EMTUS). Caracas, Venezuela, rosavocana@gmail.com

## **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación es mostrar como los modelos de estimación de viajes basados en un enfoque económico tradicional, en los cuales el individuo maximiza la función utilidad, actuando en forma racional, son insuficientes para explicar el comportamiento del usuario del transporte público (Metro y Minibús) en la ciudad de Caracas, al decidir el modo de transporte para efectuar el viaje. Además, del ingreso, el costo del viaje, el tiempo, etc., se deben considerar los factores psicológicos que intervienen en ese proceso de decisión o los sesgos psicológicos para explicar su conducta. Los resultados obtenidos indican que, la actitud (factor psicológico) hacia el modo de transporte incide en forma significativa en la elección modal, por encima de las variables instrumentales incorporadas en el estudio. En la ejecución del estudio utilizaron herramientas de la psicología para descubrir las motivaciones y componentes afectivos presentes en las decisiones de los usuarios, como por ejemplo diferencial semántico de osgood; así también el marco teórico basado en la Teoría del Comportamiento Interpersonal de Triandis (1977), el cual reconoce que factores personales, como la actitud, el afecto y el factor social originan una intención, la que es mediada por el hábito y el contexto individual, para generar la conducta observada. Esta investigación planteó abrir una línea de trabajo distinta a la explicación tradicional en este particular, basada en el proceso de decisión el viajero.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La planificación del transporte urbano es un proceso en el que se consideran aspectos, económicos, tecnológicos, sociales y demográficos. En ella, se utiliza la modelización como una forma de considerar escenarios futuros y proyectar las estimaciones de flujos de pasajeros y/o vehículos en una red de transporte. Los modelos utilizados, responden al enfoque económico convencional sobre la elección modal. Parten del supuesto de la racionalidad en la toma de decisiones de los viajeros, y la búsqueda constante de la maximización de la utilidad y, por ende, minimizar el tiempo de viaje, posición sostenida por Mirchandani y Soroush, (1987).

Estudios realizados en años recientes, efectuados por Domarchi (2007) y Escobar (2008), concuerdan que elegir un modo u otro no dependen sólo de factores tradicionales, sino también de variables psicológicas, tales como las actitudes hacia un

modo u otro, las cuales determinan que un hábito se mantenga o que se cambie el uso del modo de transporte en función de las creencias sobre los atributos del modo de transporte que tengan los individuos. Esta posición es compartida por Heinen, Maat y Van Wee (2011), también por Gardner y Abraham (2008).

Según Jiménez (2008), los modelos tradicionales no resultan propicios para evaluar el efecto de políticas que requieren modificar la intención del individuo, sin variar las condiciones de oferta de manera sustancial. Esta afirmación justifica lo necesario de un enfoque centrado en las actitudes de los individuos para el desarrollo de una dimensión más amplia en la planificación del transporte.

La Teoría del Comportamiento Interpersonal de Triandis propuesta por Triandis en 1977, reconoce que factores personales, como la actitud, el afecto y el factor social (norma, rol y el autoconcepto), originan una intención, la que es mediada por el hábito y el contexto individual, para generar la conducta observada. Esta herramienta propia de la psicología social, se ha utilizado en combinación con métodos tradicionales de análisis de la demanda de transporte, para explicar la conducta de los viajeros en cuanto a elección modal se refiere, como es demostrado en las investigaciones de Dormachi, Escobar y Tudela (2010).

El propósito fue estudiar un segmento de personas que tienen en el transporte público el medio para realizar sus viajes de trabajos, recreacionales o de estudio y que encuentran en el metro y en los minibuses las alternativas de modo de transporte, eligiendo uno en detrimento del otro. Se buscó conocer ¿por qué un individuo escoge entre dos modos de transporte público cuando ambos cubren el mismo recorrido, existiendo diferencias bien marcadas entre un servicio y otro? ¿Por qué en Caracas una persona para realizar un viaje desde el centro hasta el oeste, cuyo recorrido son 4.9 kilómetros, escoge el minibús, sabiendo que el tiempo de recorrido es mayor en comparación con el metro, cuya tarifa es 375 veces más respecto al metro y las diferencias de confort y seguridad marcadamente distintas entre un modo y otro?

La lógica racional no serviría para explicar el comportamiento de los que se deciden por el minibús, sabiendo que ninguno de los atributos maximiza su función de utilidad. Es para explicar este comportamiento y otros similares que esta investigación se encuadra dentro de la corriente de aquellas que introducen elementos, factores o variables psicológicas para explicar estas elecciones. De allí las interrogantes: ¿en qué medida es la elección del modo de transporte sensible a factores psicológicos? Y dentro de esa sensibilidad ¿Qué papel cumplen los sesgos cognitivos de los viajeros en las decisiones relativas a la escogencia del modo de transporte?

Los objetivos Específicos planteados en la investigación, giraron alrededor a: a) Explicar el rol de las variables de psicológicas sobre la elección de modo, a través del enfoque de actitud-creencias, según las relaciones extraídas de la teoría de Triandis; b) Identificar las variables psicológicas que inciden en el proceso de toma de decisiones sobre modo de transporte aplicables a la ciudad de Caracas; c) determinar el impacto que tienen los factores psicológicos, en la decisión del modo a utilizar para realizar el viaje de las personas, mediante la comparación de los coeficientes beta ( $\beta$ ) de la regresión lineal múltiple y los coeficientes de correlación a través de la matriz de Pearson; d) Identificar las relaciones causales, derivadas del efecto mediador o moderador que juegan los sesgos cognitivos en el proceso de toma de decisiones de los viajeros en cuanto al modo de transporte elegido, mediante la aplicación del modelo de mediación y moderación de Baron y Kenny (1986).

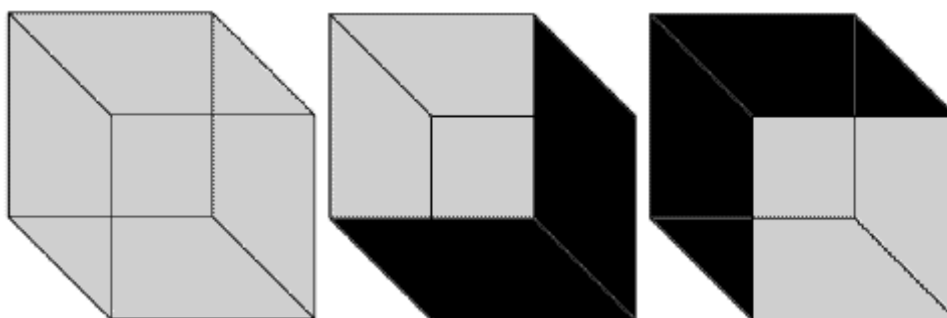
## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1 Modelos de selección modal y la Racionalidad**

El modelo de elección discreta propuesto por Ben-Akiva y Lerman, (1985), parte del supuesto de que los individuos deben elegir entre un conjunto finito de alternativas y se sustentan en la teoría económica neoclásica, la cual supone que las personas poseen un poder discriminante perfecto que le permite determinar la opción que prefiere de forma certera y coherente; expresando las relaciones de preferencia e indiferencia en una función de utilidad. Dentro del referido modelo de elección discreta, se encuentra el modelo visto desde una perspectiva desagregada, el cual, según Ortúzar (2003) considera la decisión de cada individuo y se orientan el análisis del comportamiento de cada viajero.

La aplicación de heurísticos como reglas de procesamiento de información o atajos mentales, trae efectos como los sesgos cognitivos. Los psicólogos cognitivos Kahneman y Tversky (1972), definieron los sesgos cognitivos como un efecto que desvía, perturba el procesamiento de lo percibido por el individuo y distorsiona el juicio o interpretación de una situación particular, llevando a la persona a conclusiones ilógicas, inexactas o irracionales. Las distorsiones que los sesgos psicológicos pueden causar en el pensamiento se pueden ilustrar mediante ilusión perceptiva, por ejemplo el cubo de Necker (Figura 1). En ella se observa una ilusión de profundidad ambigua debido a la falta de un punto de referencia sobre cual establecer la profundidad real. Si se mira de distintos planos, la figura presenta aparentemente varias posiciones sin perder la coherencia geométrica de su figura.

**Figura 1: Cubo de Necker L (1982)**



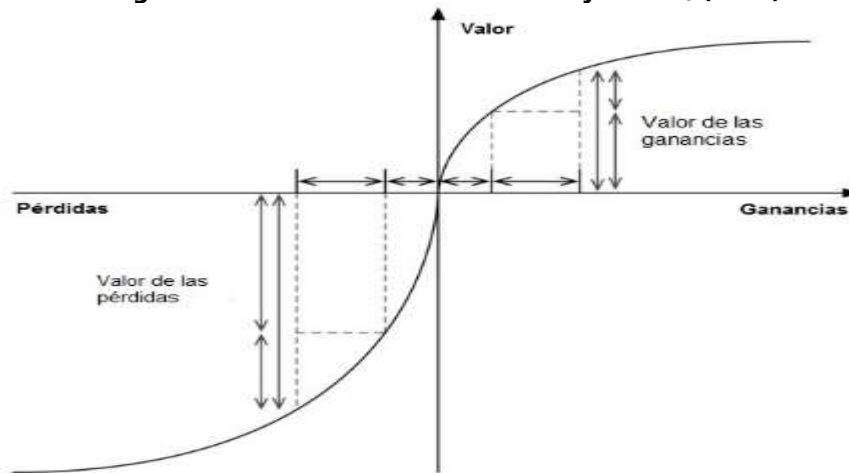
Recuperado de <http://anarkasis.net>

## **2.2 Racionalidad Limitada**

La racionalidad limitada, propuesta por Herbert A. Simón, nace como alternativa al modelo racional de toma de decisiones, y expresa que en la toma de decisiones la racionalidad de los individuos está limitada por tres aspectos: 1) la información disponible, 2) la limitación cognitiva de la mente individual y 3) el tiempo disponible para tomar la decisión. En contraste con el modelo racional, el modelo descriptivo de Simón plantea que la toma de decisiones se caracteriza por: a) decisiones intuitivas, b) información incompleta y c) soluciones satisfactorias.

En contraposición a la función utilidad esperada, Kahneman y Tversky (1979), propusieron la Función Valor (Figura 2), definida por la percepción que tenga el individuo sobre las ganancias y las pérdidas con base tres aspectos: a) las desviaciones respecto al punto de referencia; b) Es más acelerada para las pérdidas que para las ganancias. Esto se refiere a que para el individuo es más doloroso realizar una pérdida de 100\$ que materializar una ganancia de 100; c) es cóncava para las ganancias, es decir, propicia la aversión de los individuos al riesgo y convexas para las pérdidas atrayendo a los individuos al riesgo. Estos autores concluyen que las personas, al momento de decidir, en lugar de maximizar una función de utilidad, maximizan una función de valor con relación al punto de referencia.

**Figura 2: Función valor de Kahneman y Tversky, (1979).**



Recuperado de <http://tueconomia.es>

### 2.3 Teoría de Comportamiento Interpersonal de Triandis

La Teoría de Comportamiento Interpersonal de Triandis, (TIB) por sus siglas en inglés, propuesta por Triandis (1977), presenta argumentos que giran en torno a que la actitud estaría definida por tres aspectos: la actitud hacia la conducta, los factores sociales y los factores afectivos, adicionalmente considera que la conducta pasada, identificada en forma de hábito, junto a la intención determinan el comportamiento presente del individuo y dicha relación es moderada por condiciones facilitadoras (Factores contextuales). Ver Figura 3

**Figura 3: Teoría de comportamiento interpersonal de triandis (TIB)**



## 2.4 Teoría de los Mediadores

Baron y Kenny (1986) introdujeron el análisis de la mediación, para explicar la relación causa-efecto en la relación de distintas variables. Los investigadores trataron de encontrar la explicación de la causa y el efecto y qué es lo que une la relación causal y cuál es la magnitud o la dirección de la relación causal. La mediación hace referencia a la influencia indirecta que una variable independiente ejerce sobre una dependiente, por ello a los efectos de mediación se les denomina también efectos indirectos. Un mediador es una tercera variable que une una causa y un efecto, busca responder a las interrogantes "por qué y cómo" una causa-efecto sucede. Sin embargo, la moderación quien también es una tercera variable que interviene en la relación causal, pero a diferencia de la mediación, ésta busca responde las interrogantes de "cuando y para quien" una casusa-efecto sucede. A los efectos moderadores se les conoce también efectos de interacción.

## 3. METODOLOGÍA

La investigación es un estudio de tipo exploratorio, combina elementos de una investigación correlacional, para explicar las relaciones entre las variables psicológicas y las decisiones de viajes, en donde a razón de no existir un instrumento estándar de medición, se procedió a desarrollarlo. Para ello, se definieron las variables, de control, independientes (Actitud hacia el modo de transporte y Valoración afectiva hacia el modo seleccionado.) y la dependiente (Modo de trasporte escogido).

Para medir la actitud hacia el modo de transporte, se tomó en cuenta: en primer lugar las creencias sobre atributos instrumentales asociados a cada modo de transporte (11 ítems en formato de escala Likert de 1, 'totalmente en desacuerdo' a 7 'totalmente de acuerdo'); y la Importancia que la persona concede a cada uno de esos atributos en relación con la movilidad (11 ítems que valoran la importancia de los atributos que se reflejan en las creencias, en formato Likert de 1 'poca importancia' a 7 'mucha importancia'). En este caso la Actitud hacia el modo de transporte que, viene a ser la suma del producto de la evaluación de las 11 creencias instrumentales por la importancia que tiene para la persona cada una de esas creencias.

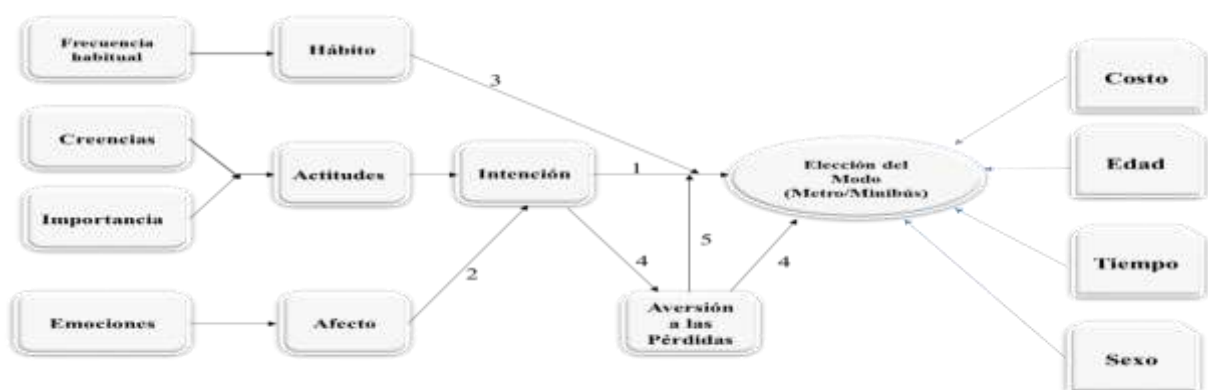
Para la medición de la valoración afectiva se utilizó el diferencial semántico de Osgood, para ello se estableció un conjunto de escalas semánticas con dos extremos, donde cada una de ellas está construida con antónimos perfectos en cada uno de estos extremos. A los encuestados se les solicita indicar la posición relativa del modo escogido para cada una de las escalas, de acuerdo a una primera impresión. La calificación del concepto en cada una de estas escalas, que constan de siete puntos

(por ejemplo, "bueno" = 1 y "malo" = 7), permite construir un "espacio semántico", a partir del cual es posible determinar la valoración afectiva del concepto.

Para la medición del hábito en los viajeros, se desarrollaron 8 preguntas presentadas en una escala del 1 al 7 donde se plantean una serie de afirmaciones relacionadas a la frecuencia, a las cuales los encuestados deben ubicar en la referida escala, siendo 1 nunca y 7 siempre.

La determinación del tamaño de la muestra, se realizó mediante el software de cálculo de potencia estadística G\*Power. El tamaño de la muestra mínimo según el programa a los valores dados para la presente investigación fue de cincuenta y cinco (55) encuestas. Una vez obtenido el instrumento final, se aplicó a la muestra, definida por setenta y un (71) viajeros, este número difiere de lo sugerido por el software G\*Power; para este tamaño de la muestra el poder estadístico es de 0.95 (95%). La muestra obtenida es mayor y para este tamaño de la muestra el poder estadístico es 0,98 (98%). Para evaluar las hipótesis se utilizó en la corrida de las regresiones, empleándose el método "Backwards". El modelo de relaciones propuesto en las hipótesis de trabajo, plantea 5 tipos de variables, demográficas (edad, sexo), de control (hábito, aversión a las pérdidas), exploratorias (actitud hacia el modo, valor afectivo hacia el modo); otras Variables Explicativas: (costo de viaje, tiempo de desplazamiento, edad, nivel socioeconómico) y la variable dependiente (elección del modo (metro/minibús)). La Figura 4, muestra las relaciones causales establecidas según la orientación de esta investigación sobre los elementos desarrollados en el marco conceptual. Las relaciones destacadas numéricamente hacen referencia a las hipótesis de estudio postuladas y las cuales serán aceptadas o rechazadas según arrojen los resultados y el análisis de los mismos.

**Figura 4: Mapa de variables. Fuente: Elaboración propia**



Para investigar las relaciones planteadas en el modelo, se plantean las siguientes hipótesis:



- Hipótesis I, identificada con el número (1) en la Figura 4, mientras más intensas sean las creencias y la importancia sobre los atributos del Metro o Minibús mayor será la relación entre éstos y la decisión de viajar en Metro.
- Hipótesis II, identificada con el número (2) en la Figura 4: La elección del Metro o Minibús por parte del individuo, tiene una alta relación con el afecto que éste ha desarrollado hacia ese modo de transporte.
- Hipótesis III, identificada con el número (3) en la Figura 4: El hábito actúa como moderador de la elección del modo, sea el Metro o el Minibús.
- Hipótesis IV, identificada con el número (4) en la Figura 4: El sesgo de Aversión a la Pérdidas (tiempos y costos), cumple la función de mediación entre la actitud-intención hacia la elección modal.
- Hipótesis V, identificada con el número (5) en la Figura 4: El hábito modera la relación entre la aversión a las pérdidas y la Actitud-Intención de los usuarios del Metro y Minibús.
- Hipótesis VI, identificada con la combinación de los números (3), (4), (5) en la Figura 4: la relación entre las actitudes-intención influye en la decisión modal y se potencia o atenúa con la intervención de manera conjunta del hábito y la aversión a las pérdidas en condición de moderadores.
- Hipótesis VII, identificada con la combinación de los números (3), (4), (5) en la figura 4: la relación entre la actitud-intención afecta la elección del modo (metro o minibús), potenciada o disminuida por el hábito, y con la mediación del sesgo de aversión a las pérdidas.

#### 4. LOS RESULTADOS

Participaron un total de setenta y un (71) viajeros, de los cuales (46%) pertenecen al género masculino y (54%) femenino, con una edad promedio de 34 años. Por otra parte, en una escala de 6 niveles socioeconómicos, el promedio de la muestra de ubicó entre las escalas 3 y 4, específicamente en 3,44. De ellos, 30 encuestados realizaron el viaje en Minibús y 41 realizaron los viajes en Metro, con un tiempo de viaje promedio de 41,76 minutos.

El resultado de correlación de Pearson, la variable modo (referido al modo escogido para realizar el viaje) resultó fuertemente correlacionada con la variable actitud hacia el modo " $r(N = 71) = .472, p < .001$ " es decir, positivamente con niveles de confianza igual o superior al 95%, también correlacionada con la variable Nivel Socioeconómico " $r(N = 71) = .347, p < .003$ ", Edad " $r(N = 71) = .290, p < .014$ ". Por otra parte, la

variable modo reflejó estar correlacionada negativamente a niveles de confianza del 95% con la valoración afectiva " $r(N = 71) = -.289, p < .015$ "

Las regresiones lineales, muestra los resultados del ajuste del modelo de regresión. Por ejemplo el modelo 1 y el modelo 4, el valor " $r(N = 71) = .641, y r(N = 71) = .634$ ", representan el valor absoluto del Coeficiente de Correlación. En cuanto al valor de R cuadrado,  $r^2 = .410$  indica que el 41% de la variabilidad de Y es explicada por la relación lineal con X; mientras tanto el valor  $r^2_{ajustado} = .334$ , para el modelo 1 y el modelo 4  $r^2_{ajustado} = .346$  refleja la fortaleza o debilidad del modelo estadístico, mostrando el modelo 4 un poco de más fortaleza, al ser más alto el valor. El Error típico de la estimación (raíz cuadrada de la varianza residual) con un valor igual a .409 para el modelo 1 y de .402 para el modelo 4; expresando que a menor valor del error mayor precisión de tomar el modelo como regresor, el valor del DW es de (1.984), por lo que se cumple el supuesto de la independencia de errores a niveles usuales, es decir no existe auto-correlación de los errores.

Para comprobar el modelo a utilizar se efectuó un análisis de la varianza ANOVA, por ejemplo, en el caso del modelo 1, la descomposición de variabilidad total (17.577), en la variabilidad explicada en modelo de regresión (7.213) y la variabilidad no explicada (10.364). El valor estadístico de  $F = 5.394 p = .001$ , mientras mayor sea su valor, mejor será la predicción mediante el modelo lineal, es allí donde el modelo 5,  $F = 10.251 p = .001$  Lo anterior significa en pocas palabras que el modelo N° 5 es el mejor predictor para efectos de la investigación. Para verificar la relación que existe entre las variables y comprobar varias de las hipótesis planteadas en la investigación, se seleccionó el método del efecto de la mediación y la moderación, desarrollado por Baron y Kenny (1986).

## 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados se presentan en la Tabla 11 de forma resumida. En correlaciones de Pearson con las variables independientes fuertemente correlacionadas con la variable Modo, por ejemplo Actitud  $r = .472, p < .001$  y Nivel socioeconómico  $r = .347, p < .003$  al 99% de nivel de confianza. Referente a las regresiones iniciales, la variable Actitud hacia el modo de transporte se presenta entre la muestra estudiada, a valores de nivel de confianza superiores al 95% para el caso 99,70%, con una pendiente  $\beta = .361, t = 3.113, p < .003$  Significando lo anterior que, los usuarios del transporte público, muestran fuerte intensidad de la actitud hacia el modo de transporte, afectando en forma positiva la elección del modo de transporte, al existir una relación lineal directa y positiva entre la actitud y la elección del modo de transporte medido a

través del modo elegido por los participantes de la muestra para realizar los viajes en transporte público.

**Tabla 9: Resumen Resultados Regresiones Iniciales**

<b>VARIABLES</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>P</b>	<b>RESULTADO ESTADÍSTICO</b>
Actitud hacia el Modo	I(1)	<b>.003</b>	<b>Si</b> significativo/Rechazar
Valoración Afectiva	II(2)	<b>.170</b>	<b>No</b> significativo
Hábito-moderador	III(3)	<b>.9810</b>	<b>No</b> significativo
Aversión pérdidas- mediador	IV (4)		<b>No</b> significativo; Incluye 0 en el intervalo de confianza
Aversión pérdidas-moderador	V(5)	<b>.4124</b>	<b>No</b> significativo
Aversión pérdidas +Hábito-moderador conjuntamente	VI(6)	<b>.3598/ .9214</b>	<b>No</b> significativo
Aversión pérdidas- mediador	VII(7)		<b>No</b> significativo; Incluye 0 en el intervalo de confianza
Hábito-moderador		<b>.9938</b>	

A niveles considerados superiores para un estudio exploratorio al 95% de significancia, ubicamos a la variable Tiempo con un nivel de significancia de 98%, con una pendiente  $\beta = -.243, t = 2.383, p < .020$ . Expresando lo anterior que el tiempo afecta las decisiones de viajes, perturbando en forma negativa la elección del modo. También se destaca la variable Nivel socioeconómico con una pendiente nivel de significancia de 96.3%, con una pendiente  $\beta = -.263, t = 2.137, p < .037$ , es decir, el nivel socioeconómico incide de manera directa y positiva en la elección del modo de transporte a utilizar. Por ultimo resaltar el resultado arrojado en la regresión por el género de los viajeros, el cual presentó una significancia de 97.2% con una  $\beta = -.245, t = -2.248, p < .028$ , es decir, el género de los viajeros incide directa y negativamente en la elección del modo de transporte.

Los resultados del estudio del efecto mediación y moderación de las variables aversión a las pérdidas y el hábito en la relación que existe en la actitud hacia el modo de transporte y la decisión del viajero respecto al modo para realizar el viaje, se obtuvo que, para la relación actitud-modo el coeficiente es 0.7960, y el producto de las regresiones actitud/aversión a las perdidas/modo servicio 0.0290, es evidentemente mejor el primer valor, además de contar con una significancia no relevante de 0.6499 (64.99% de confianza) e incluir el valor 0 en el intervalo de confianza construido por el programa utilizando la técnica estadística bootstrapping, en la que el contraste de hipótesis no debe incluir al valor 0, ya que al estar presente este valor no se puede rechazar la hipótesis nula. Aquí no se comprueba un efecto de mediación de variable aversión a las pérdidas en la relación.

Estos resultados permiten afirmar que los usuarios que integran la muestra colocan la actitud hacia el modo de transporte por encima de variables tradicionales como el

tiempo, el nivel socioeconómico, edad y sexo al momento de tomar la decisión referente al cual modo elegir para realizar el viaje.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Baron, R., & Kenny, D. (1986). " *The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic and Statistical Considerations*". *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 51, N° 6, pp. 1173-1182.

Ben-Akiva, M. E. and Lerman, S. R. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge, Ma.

Domarchi, C. (2007) *Efecto del hábito, la valoración afectiva y la actitud en la elección modal: Una aplicación personal de la Universidad de Concepción*. Memoria de Título Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Concepción, Chile.

Dormachi, C., Escobar, M., Tudela, C., (2010) *Influencia de Factores Psicológicos y Contextuales en la Elección Modal*. *Ingeniería de Transporte* Vol. 14, N° 02: 24-30

Escobar, M. (2008) *Análisis de la inclusión de variables psicosociales en los modelos de elección modal*. Memoria de título para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Concepción, Chile.

Kahneman, D y Tversky, A. (1979). *Prospect theory. An analysis of Decision Under Risk*. *Econométrica*. XLVII, pp. 263-291.

Mirchandani, P., y Soroush, H. (1987). *Generalized traffic equilibrium with probabilistic travel times and perceptions*. *Transportation Science*, 3, pp. 133-151.

Triandis, H. (1977) *Interpersonal Behavior*. *Brooks and Cole*, Monterrey.

# **TOMADA DE DECISÃO EM INVESTIMENTOS DE INFRAESTRUTURA PARA O TRANSPORTE PÚBLICO**

**Marina Almeida Gomes Soriano**

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
marinagsoriano@hotmail.com

**Leonardo Herszon Meira**

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil  
leonardohmeira@gmail.com

## **RESUMO**

Definir a alternativa de transporte mais adequada a ser implantada em uma área requer um estudo das características de cada tipo de transporte público, das condições urbanas e do sistema viário onde ela será inserida. O grau de dificuldade de escolha está associado a avaliação simultânea de variáveis para um conjunto de investimentos em transportes. Devido à dificuldade existente em definir qual o tipo de transporte público é o ideal para ser estabelecido em certa área e em destinar recursos para a sua implantação, este estudo busca um procedimento de melhoria no processo de tomada de decisão em investimentos no transporte público. Para atender ao objetivo, será utilizado o Processo de Hierarquização Analítica (do inglês, *Analytic Hierarchy Process* – AHP) a fim de hierarquizar critérios que são levados em consideração no processo de tomada de decisão. Além disso, o corredor da Avenida Norte Miguel Arraes de Alencar, localizado na cidade do Recife, foi selecionado como objeto de estudo. 25 questionários foram aplicados a técnicos e planejadores da área de transportes para chegar ao resultado final, a saber: capacidade (25,70%), espaço para implantação (24,20%), rapidez (16,53%), custo de operação e manutenção (15,78%), conforto (10,92%) e intrusão visual e poluição (6,87%). Com base nos critérios selecionados, as possíveis alternativas de priorização ao transporte público que possam ser implantadas na Avenida Norte também foram ranqueadas. Dentre elas, o metrô subterrâneo apresentou maior importância.

## **1. INTRODUÇÃO**

O século XX sofreu um processo de urbanização acelerada, principalmente nas cidades dos chamados países em desenvolvimento, caso do Brasil. Esse processo foi resultado do deslocamento de um elevado número de pessoas do campo para as cidades, que até então não possuíam condições adequadas de infraestrutura e de gestão dos serviços públicos, como o transporte público.

Essa intensa urbanização não teria sido possível sem o desenvolvimento progressivo dos sistemas de transportes urbanos, principalmente no que diz respeito aos transportes públicos coletivos (Arias, 2001). Contudo, o crescimento da população nas cidades aliado à dispersão das atividades contribuiu para que ocorresse uma maior

necessidade e complexidade dos deslocamentos da população. À medida que as cidades se espalharam, o transporte público local, a bicicleta e a caminhada tornaram-se menos atraentes, o que resultou no acréscimo de demanda por viagens motorizadas em modos privados (Banister, 2008).

Para modificar esse cenário, os governos locais tentam superar o desafio de conceber um ambiente urbano que assegure uma melhor qualidade de vida para a população através de medidas políticas. No entanto, os principais desafios estão relacionados com as condições necessárias para mudar o atual modelo de mobilidade. Segundo Banister (2008), tais condições dependem da implantação de projetos de alta qualidade e da necessidade de obter aceitação e confiança pública para apoiar essas estratégias através de um envolvimento ativo e de ações.

A implantação de projetos de alta qualidade em uma área requer um estudo das características de cada tipo de transporte público, das condições urbanas e do sistema viário onde ela será inserida deve ser realizado. O grau de dificuldade de escolha está associado a questões como: 1) custo; 2) consumo energético; 3) capacidade ofertada; 4) flexibilidade; 5) produtividade; 6) velocidade; 7) regularidade; 8) segurança; 9) potencial de penetração em áreas centrais e bairros; 10) facilidade de integração com outras modalidades complementares etc. (Arias, 2001). Para auxiliar nessa definição pode-se fazer uso de métodos de decisão multicritério, que permite a avaliação simultânea de critérios para um conjunto de investimentos em transportes.

Dada a dificuldade em definir qual o tipo de transporte público é o ideal para ser estabelecido em certa área e em destinar recursos para a sua implantação, este estudo busca um procedimento de melhoria no processo de tomada de decisão em investimentos de infraestrutura para o transporte público. Para isso, o corredor da Avenida Norte Miguel Arraes de Alencar, localizada na cidade de Recife (Pernambuco, Brasil), foi selecionado como objeto de estudo.

## **2. FATORES CARACTERIZADORES DA QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO**

Os transportes públicos têm um papel importante no desenvolvimento das cidades e nas diretrizes de crescimento urbano, e apresentam, portanto, relevância social e econômica. Ferraz e Torres (2004) entendem que o transporte público: 1) democratiza a mobilidade, uma vez que representa o único modo motorizado seguro e cômodo acessível às pessoas de baixa renda, para quem não pode dirigir ou prefere não dirigir; 2) melhora a qualidade de vida da população devido à redução da poluição ambiental, dos congestionamentos, dos acidentes de trânsito e do consumo desordenado de energia; e 3) reduz a necessidade de investimentos em obras viárias caras, o que

promove a alocação de recursos em setores de maior relevância social, bem como uma utilização mais racional e humana do solo urbano.

A qualidade dos serviços do transporte público está relacionada com a percepção dos usuários em relação ao serviço ofertado. Cada usuário prioriza um parâmetro de qualidade, que pode variar para um mesmo usuário de acordo com o seu estado emocional ou o objetivo da viagem. Mesmo conhecendo os parâmetros de qualidade, analisar a qualidade de um serviço de transporte é, algo complexo devido as seguintes características: i) intangibilidade: é necessário compreender a percepção do consumidor, uma vez que os serviços de transportes não são “concretos”, ou seja, não podem ser provados, sentidos, ouvidos ou cheirados antes de serem comprados; ii) perecibilidade: os serviços não podem ser estocados, isto é, aquilo que foi ofertado e não utilizado será perdido; iii) inseparabilidade: os serviços são produzidos e consumidos ao mesmo tempo; e iv) variabilidade: a padronização é algo difícil, pois os serviços dependem de quem executa e de onde são prestados (Kotler, 2000 *apud* Pereira, 2009).

Por isso, antes de decidir qual o modo de transporte que mais se adequa as particularidades do município, o ideal é que determinados critérios sejam levados em consideração nos projetos. De acordo com Hotta (2007), a avaliação de projetos em transportes envolve vários atores, que discutem aspectos financeiros, ambientais, institucionais, econômicos e tecnológicos. Dentre os parâmetros utilizados em estudos nos últimos anos, destacam-se: acessibilidade, frequência de atendimento, tempo de viagem, lotação, confiabilidade, segurança, características dos veículos e dos locais de parada, sistema de informações, conectividade, comportamento dos operadores, estado das vias, preço, facilidade de transferência/conexão, conforto, conveniência, potencial de demanda, consolidação de um sistema de rede, evitar sobreposição excessiva de oferta, tarifa, subsídio, custo de implantação, custo de operação e manutenção, intrusão visual, consumo de energia, poluição atmosférica e sonora, redução das desigualdades regionais, prazo de execução, melhor adequação a estrutura urbana. Com base nessas variáveis, os critérios estudados nesse trabalho foram selecionados e agrupados, a saber: espaço para implantação, custo e prazo de implantação, custo de operação e manutenção, intrusão visual e poluição, capacidade, rapidez e conforto.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA**

A Avenida Norte Miguel Arraes de Alencar está localizada na Região Metropolitana do Recife – RMR, (Pernambuco, Brasil) e é um dos principais eixos de circulação de pessoas e mercadorias do município. Com uma extensão de aproximadamente oito

quilômetros, corta e margeia diversos bairros (Nóbrega, 2013). A via tem quatro faixas de rolamento na grande maioria da sua extensão, todas com tráfego misto. Cada sentido tem duas faixas, que totalizam 7,75 metros de largura. Além de ser um elo entre a cidade do Recife (bem como o Porto do Recife) e a principal rodovia do país, BR-101 (Figura 1), a Av. Norte é classificada como corredor de transporte urbano principal devido a sua função de ligar áreas e bairros do município.

**Figura 81: Mapa do Brasil, destacado em vermelho o estado de Pernambuco; mapa da RMR e Avenida Norte (ligação entre o Porto do Recife e a BR-101)**



Fonte: Editora Abril (2011).

Os serviços são responsáveis por aproximadamente 25% de toda a ocupação imobiliária existente, sendo a maior parte composta por serviços pessoais e de reparos (Nóbrega, 2013). O principal elemento do comércio são os equipamentos profissionais, com destaque para as lojas de autopeças e equipamentos voltados para o setor automobilístico. Além disso, o autor informa que “não raro identificam-se casas que compartilham seus usos entre local de residência e comércio ou locais onde se realizam serviços. Assim, morador, consumidor e produtor se entrelaçam e se confundem”.

É importante destacar que a presença de morros no percurso da avenida estudada é intensa. O elevado número de moradores, originados dos bairros que margeiam a avenida e o uso desordenado do solo resulta no alto tráfego de pessoas, mercadorias e veículos. Para exemplificar, 58 linhas de ônibus circulam na avenida por dia útil, o que gera cerca de 5.605 viagens (Grande Recife, 2017) e aproximadamente 53.000 veículos circulam no corredor diariamente (CTTU, 2013 *apud* Passos, 2013). Além da falta de priorização dos transportes público e não motorizados, a Avenida Norte é uma via bem heterogênea, a saber: 1) corredor não uniforme nas extremidades com a BR-101 e o Porto do Recife; 2) uso do solo diversificado; 3) denso com um elevado número de morros; 4) dificuldade de desapropriação; e 5) elevada diferença de renda entre os moradores (Figura 2).

Aponta-se ainda, a resistência do usuário do automóvel ao transporte público, que não é uma característica exclusiva da avenida, mas é um forte elemento que agrava os



problemas de mobilidade. Essa diversidade foi o principal motivo de seleção do corredor como objeto de estudo.

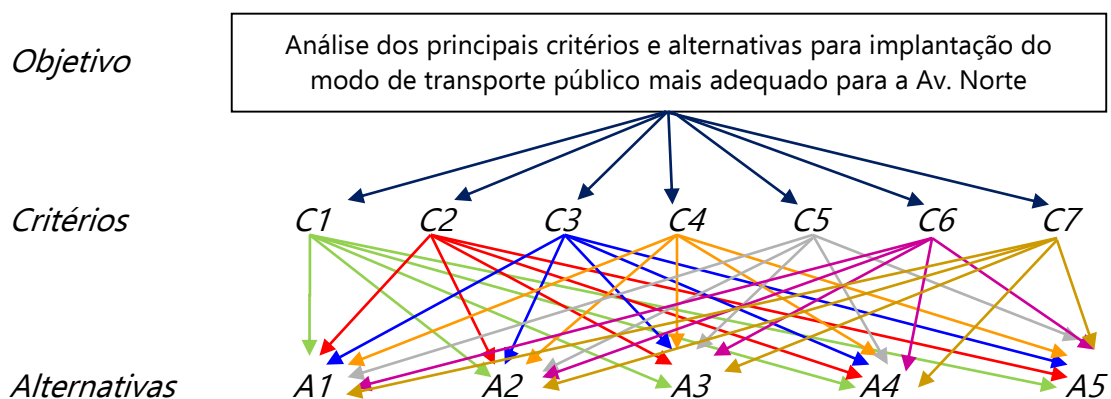
**Figura 2: Configurações da Avenida Norte**



Fonte: a autora (2017).

#### 4. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para atender ao objetivo deste trabalho ficou estabelecido que a metodologia seria fundamentada no Processo de Hierarquização Analítica, bem como a aplicação de um questionário a 25 técnicos e planejadores da área de transportes, que são conhecedores do problema estudado, como as particularidades do corredor selecionado e as características das alternativas propostas. Para facilitar a compreensão, o esquema a seguir representa o objetivo, critérios e alternativas. C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7 são: espaço para implantação, custo e prazo de implantação, custo de operação e manutenção, intrusão visual e poluição, capacidade, rapidez e conforto. Já A1, A2, A3, A4 e A5 correspondem ao BRT, VLT, monotrilho, metrô subterrâneo e ônibus comum em faixa exclusiva. Posteriormente, a Tabela 1 apresenta as formas de análise dos critérios.



**Tabela 1: Critérios selecionados e definições**

Critérios	Definição
C1: Espaço para implantação Boareto (2003), (Oliveira e Rosa, 2013), Hadlich <i>et al.</i> (2012)	<ul style="list-style-type: none"><li>– Espaço necessário para implantação de toda a infraestrutura do transporte público</li><li>– Deve-se levar em consideração as futuras intervenções no espaço já construído, de forma a evitar grandes desapropriações.</li></ul>
C2: Custo e prazo de implantação Souza (2015), Hotta (2007), Silva e Cavalcanti Netto (2010), Arias (2001)	<ul style="list-style-type: none"><li>– Custo necessário à implantação e funcionamento inicial de toda a infraestrutura do transporte público (via, estações, terminais de integração, veículos, sistema de bilhetagem, sinalização etc.).</li><li>– Tempo decorrido entre a necessidade e o pleno uso da infraestrutura.</li></ul>
C3: Custo de operação e manutenção Souza (2015), Hotta (2007), Arias (2001)	<ul style="list-style-type: none"><li>– Custo necessário para manter o sistema funcionando dentro dos padrões estabelecidos, bem como para possíveis ajustes às novas demandas e manutenção adequada.</li><li>– Os gastos devem ser ponderados de acordo com a vida útil esperada para infraestrutura.</li></ul>
C4: Intrusão visual e poluição Souza (2015), Hotta (2007), Quadros e Nassi (2014), Silva e Cavalcanti Netto (2010), Duarte e Souza (2005), Arias (2001)	<ul style="list-style-type: none"><li>– Impacto visual gerado pela presença do sistema na paisagem urbana.</li><li>– Poluição atmosférica produzida ao longo do corredor e do seu entorno.</li><li>– Níveis de ruído gerados ao longo do corredor e do seu entorno.</li></ul>
C5: Capacidade Souza (2015), Borges Jr e Fonseca (2002)	<ul style="list-style-type: none"><li>– Capacidade de passageiros do veículo.</li><li>– Tempo de viagem entre pontos específicos.</li></ul>
C6: Rapidez Ferraz e Torres (2004), Hensher <i>et al.</i> (2003), Redman <i>et al.</i> (2013), Hotta (2007), Oliveira e Rosa (2013), Borges Jr. e Fonseca (2002), Rodrigues (2008)	<ul style="list-style-type: none"><li>– Depende do grau de separação da via de transporte público do tráfego geral, da distância entre os locais de parada, das condições da superfície de rolamento, das condições do trânsito e do tipo de tecnologia dos veículos.</li></ul>
C7: Conforto Ferraz e Torres (2004), Redman <i>et al.</i> (2013), Hotta (2007), Oliveira e Rosa (2013), Abreu <i>et al.</i> (2015),	<ul style="list-style-type: none"><li>– Nível de conforto da viagem, incluindo a quantidade de passageiros no interior dos veículos, os assentos, nível de ruído interno, temperatura dentro do veículo e nas estações.</li></ul>

---

Duarte e Souza (2005), Borges Jr. e Fonseca (2002),  
Rodrigues (2008)

---

Para a realização das comparações da importância de uma variável sobre a outra, os entrevistados julgaram os critérios e alternativas com base na escala proposta por Saaty (Tabela 2).

**Tabela 2: Escala de Saaty**

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Igual importância para ambos os elementos.	Dois elementos contribuem igualmente.
3	Importância moderada de um elemento sobre o outro.	Experiência e julgamento favorecem um elemento sobre o outro.
5	Importância forte de um elemento sobre o outro.	Um elemento é fortemente favorecido sobre o outro.
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro.	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro.
9	Importância extrema de um elemento sobre o outro.	Um elemento é favorecido por pelo menos uma ordem de magnitude.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários.	Usados para opiniões intermediárias entre dois julgamentos.

Fonte: Saaty (1977).

Os entrevistados responderam duas perguntas a partir de comparações pareadas dos critérios e das alternativas e, expressaram na Escala Verbal (1 – 9) seu julgamento sobre a importância da variável escolhida com relação a variável desprezada. Para responder a primeira pergunta "*Quais dos critérios apresentados têm maior importância para implantação de um corredor de transporte público na Av. Norte?*"

Posteriormente, os especialistas relacionaram os critérios com as alternativas para responderem a segunda pergunta: "*Levando em consideração as características da Av. Norte, qual das alternativas apresentadas é mais adequada para atender o Critério Cn?*", sendo Cn o critério avaliado naquele momento. Após a aplicação dos questionários, os dados foram tabulados e os valores discrepantes da amostra foram eliminados através do método de Chauvenet, que calcula o desvio  $d_i$  de cada evento em relação à média  $d_i = x_i - \bar{x}$ . O critério de eliminação depende do parâmetro  $d_{m\acute{a}x}/\sigma$ , e é dado por  $d_i/\sigma > d_{m\acute{a}x}/\sigma$ . Onde,  $d_{m\acute{a}x}$  é o maior desvio padrão e  $\sigma$  é o desvio padrão amostral (Schneider, 2000). Os valores de  $d_{m\acute{a}x}/\sigma$  estão apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 3: Critérios de rejeição de Chauvenet**

nº de observações	$d_{m\acute{a}x}/\sigma$	nº de observações	$d_{m\acute{a}x}/\sigma$	nº de observações	$d_{m\acute{a}x}/\sigma$
3	1,38	10	1,96	100	2,81
4	1,54	15	2,13	300	3,14
5	1,65	25	2,33	500	3,29
6	1,73	50	2,57	1000	3,48
7	1,80				

Fonte: Holman (2012).

Finalmente, as respostas individuais foram agregadas em um julgamento único para o grupo a partir do método de Agregação de Julgamentos Individuais.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O AHP aponta a necessidade de verificar a consistência dos dados através da Taxa de Consistência (TC). Assim, foi observado que o Critério 2 (Custo e Prazo de Implantação) não atendeu a verificação da TC. Diante disso, duas opções poderiam ser utilizadas: aplicar o questionário novamente para uma reavaliação dos julgamentos ou eliminar o critério. Dado a dificuldade de reencontrar os entrevistados, optou-se por adotar a segunda alternativa. Isso influenciou no resultado final, porque o custo e o prazo de implantação do metrô subterrâneo são superiores frente as demais alternativas de priorização ao transporte público. Assim, o resultado da média geométrica das respostas do grupo para os critérios foi obtido com os seis critérios restantes (Tabela 4).

**Tabela 4: Média geométrica das respostas do grupo para os critérios (25 entrevistados)**

Classificação	Critérios	Resultado
1	Capacidade	25,70%
2	Espaço para implantação	24,20%
3	Rapidez	16,53%
4	Custo de operação e manutenção	15,78%
5	Conforto	10,92%
6	Intrusão visual e poluição	6,87%
	SOMA	100,00%

O critério Capacidade apresentou maior importância para implantação de um corredor de transporte público na Av. Norte. De fato, se a infraestrutura de transporte público for entregue ao usuário sem atender a demanda atual e futura, em pouco tempo o sistema ficará saturado. Portanto, deve-se entender o limite da alternativa modal selecionada e ver se é compatível com a demanda futura, bem como se tem condições de articular com o sistema de transporte da cidade. O critério Espaço para implantação apareceu em segundo lugar; o fato da via estudada não ofertar área suficiente para implantar toda a infraestrutura necessária influenciou nas respostas dos entrevistados. Outra grande dificuldade diz respeito ao elevado número de residência e comércio na avenida e no seu entorno, o que implica diretamente na necessidade de desapropriação.

O nível de importância do item Rapidez, 16,53%, está relacionado com o elevado tempo total de viagem demandado pelos usuários de transporte público da RMR. Assim, a decisão da tecnologia inclui a preocupação com o aumento da confiabilidade

e a redução desse tempo; isso é possível com o nível de segregação dado ao transporte público. A baixa importância dada ao Custo de operação e manutenção tem relação com o fato de que no Brasil, geralmente, o custeio da operação do transporte público por ônibus é realizado através das receitas arrecadadas com base nas tarifas pagas pelos usuários. Muitos entrevistados acreditam que é melhor a alternativa ser mais rápida a confortável e isso pode ser comprovado ao analisar que o critério Conforto ficou em quinto lugar com 10,92%. Quanto ao último colocado, mesmo com o constante debate em relação ao tema poluição, os resultados indicam que durante o processo de tomada de decisão, o critério Intrusão visual e poluição é o menos importante (6,87%). Boa parte dos entrevistados deu maior ênfase a intrusão visual frente as poluições atmosférica e sonora. Ou seja, por ser poluída visualmente, a alternativa que for escolhida não irá gerar grande impacto na Av. Norte.

Posteriormente, os entrevistados compararam cinco alternativas de transporte público em função dos critérios e com base no nível de importância dado aos critérios foi possível obter o resultado final (Tabela 5). Portanto, o Metrô subterrâneo foi considerado como a alternativa mais adequada para a Av. Norte com 45,53%.

**Tabela 5: Média geométrica do resultado final das alternativas modais com base nos critérios**

Classificação	Alternativas	Resultado final
1	Metrô subterrâneo	45,43%
2	Ônibus comum em faixa exclusiva	19,91%
3	VLT	15,27%
4	BRT	11,11%
5	Monotrilho	8,27%
	SOMA	100,00%

O Metrô apresentou nível mais alto de importância em cinco critérios, inclusive nos com maiores pesos (Capacidade e Espaço para implantação). De fato, o metrô subterrâneo apresenta destaque, uma vez que as áreas em superfície se limitam apenas as entradas das estações. Em relação à capacidade, o metrô opera em vias totalmente segregadas, possui plataforma em nível e pré-pagamento da tarifa. Essas características contribuem para a alta eficiência do metrô e velocidade de deslocamento. Apenas no critério Custo de operação e manutenção, o metrô subterrâneo não ocupou a primeira posição. Mesmo fazendo uma ponderação com a vida útil esperada para infraestrutura, os entrevistados apontaram que o transporte público rodoviário possui um menor custo de operação e manutenção em relação ao ferroviário.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou auxiliar na tomada de decisão em investimentos de infraestrutura para o transporte público através da seleção de critérios que possam ser utilizados nesse processo. Para atender ao objetivo, a Avenida Norte, localizada no Recife, foi selecionada como objeto de estudo e questionários foram aplicados. É importante destacar que a Av. Norte é apenas o local onde houve este estudo, mas nada leva a crer que a tomada de decisão seria muito diferente em outros locais. Conforme os técnicos e planejadores da área de transportes, durante esse processo, Capacidade e Espaço para implantação são os critérios mais importantes, seguidos por Rapidez, Custo de operação e manutenção, Conforto e Intrusão visual e poluição. Com base em cada critério, foi realizado um ranqueamento das alternativas e a mais indicada para a Avenida Norte é o Metrô subterrâneo. A alternativa escolhida tem o potencial de melhorar a mobilidade urbana do corredor e da região e de atrair os usuários do transporte individual das regiões periféricas.

Vale destacar também que um sistema bem planejado é considerado um condicionante do desenvolvimento urbano, uma vez que pode promover a densificação ao redor das estações de corredores de transporte público e vias exclusivas se tornam eixos estruturados do município. Quando associadas às políticas de uso e ocupação do solo, contribuem para o aumento da qualidade de vida e ao ordenamento do espaço urbano.

Para trabalhos futuros sugere-se a inserção do critério custo e prazo de implantação; envolver outros atores no processo além dos especialistas; estudar outros corredores com características e demandas distintas; utilizar outros critérios e alternativas com o método AHP; adotar projetos existentes de transportes como alternativas; e utilizar outros métodos de análise multicritério e comparar os resultados com os desta dissertação.

## REFERÊNCIAS

- Abreu, J. A.; Santos, S. C.; Freitas, A. L. P. (2015) Avaliação da qualidade do transporte público urbano pelos usuários: um estudo exploratório em Campos dos Goytacazes. In: *XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. Rio de Janeiro.
- Arias, Z. P. (2001) *Transporte coletivo público urbano: seleção de alternativas tecnológicas*. Dissertação (mestrado). Curso de Transporte do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro.
- Banister, D. (2008) The sustainable mobility paradigm. *Transport policy*, v. 15, n. 2, p. 73-80.
- Boareto, R. (2003) A mobilidade urbana sustentável. *Revista dos Transportes Públicos*, ano 25, p. 28-26.

Borges Jr., A. A.; Fonseca, M. J. (2002) O Uso da Pesquisa de Satisfação do Consumidor como Instrumento de Política Pública: o potencial de uso no caso do transporte coletivo de Porto Alegre. *RIMAR – Revista Interdisciplinar de Marketing*, v. 1, n. 3, p. 38 – 50.

Duarte, P.; Souza, D. (2005) A comparative study of the quality of services of public transportation in the city of Campos dos Goytacazes, Brazil. In: *9th International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport (Thredbo)*. Lisboa. Disponível em <[http://www.thredbo-conference-series.org/downloads/thredbo9\\_papers/thredbo9-workshopC-Duarte-de%20Souza.pdf](http://www.thredbo-conference-series.org/downloads/thredbo9_papers/thredbo9-workshopC-Duarte-de%20Souza.pdf)>. Acessado em abril de 2017.

Editora Abril. (2011) *Brasil Mapas. Mapa da Região Metropolitana do Recife*. Editora Abril website. São Paulo – SP, Brasil. Disponível em <<https://almanaque.abril.com.br/mapas/Brasil>>. Acessado em fevereiro de 2015.

Ferraz, A. C. P. e Torres, I. G. E. (2004) *Transporte Público Urbano*. 2ª ed. São Paulo: Rima.

Grande Recife. (2017) *Itinerário Logradouro x Linha*. Grande Recife Consórcio de Transporte. Recife, Brasil. Disponível em <[http://200.238.84.28/site/consulta/itinerarios\\_linhas\\_logradouro.asp?log=243%20&hdIndexCombo=817%20&hdNomeCombo=Norte,%20Avenida](http://200.238.84.28/site/consulta/itinerarios_linhas_logradouro.asp?log=243%20&hdIndexCombo=817%20&hdNomeCombo=Norte,%20Avenida)>. Acessado em maio de 2017.

Hensher, D.A.; Stopher, P.; Bullock, P. (2003) Service quality-developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts. *Transportation Research, Part A*, v. 37, n. 6, p. 499–517.

Holman, J. P. (2012) *Experimental methods for engineers*. McGraw-Hill, New York, 8th ed. Disponível em <<http://mech.at.ua/HolmanICS.pdf>>. Acessado em junho de 2017.

Hotta, L. H. (2007) *Avaliação comparativa de Tecnologia de Transporte Público Urbano: Ônibus x Transporte Público Individualizado*. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, Brasil.

Nóbrega, P. R. C. (2013) Acessibilidade urbana em um dos principais eixos viários da cidade do Recife – PE, Avenida Governador Miguel Arraes de Alencar (Avenida Norte). *Revista Geonordeste*, ano XXIV, n. 1. Disponível em <<https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/1521/1346>>. Acessado em maio de 2017.

Oliveira, G. T.; Rosa, O. B. (2013) Comparativo de desempenho de sistemas de transporte público de média capacidade via AHP – Estudo BRT x VLT no Rio de Janeiro. In: *XXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte – ANPET*.

Passos, T. (2013) *Conheça os 10 semáforos do Recife mais demorados para o pedestre*. Mobilidade por Tânia Passos. Diário de Pernambuco. Disponível em <<http://blogs.diariodepernambuco.com.br/mobilidadeurbana/tag/dia-mundial-do-pedestre/>>. Acessado em maio de 2017.

Pereira, M.V. (2009) *Administração de Marketing*. Notas sobre o livro “Administração de Marketing” do autor Philip Kotler. 10ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000. Disponível em <<http://www.sintracoopsc.com.br/wp-content/uploads/2009/03/PDF-Marketing-Kotler-2000.pdf>>. Acessado em agosto de 2017.

Quadros, S. G. R.; Nassi, C. D. (2014) Uma aplicação multicritério na avaliação das prioridades de investimento em infraestrutura de transportes no Brasil. In: *XVIII Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito e Transporte e Logística – PANAM*. Santander.

Redman, L.; Friman, M.; Garling, T.; Hartig, T. (2013) Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. *Transport Policy*, v. 25, p. 119 – 127.



Rodrigues, M. A. (2008) *Análise do transporte coletivo urbano com base em indicadores de qualidade*. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, Brasil.

Saaty, T. L. (1977) A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, v. 15, n.3, p. 234-281.

Schneider, P. (2000) *Incertezas de medições e ajuste de dados*. Grupo de Estudos Térmicos e Energéticos – GESTE. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/medterm/areas/area-i/Incertezaedicao.pdf>>. Acessado em junho de 2017.

Silva, R. B.; Cavalcanti Netto, M. A. (2010) Uma estrutura de apoio à decisão para orientar a escolha de projetos prioritários para a infraestrutura de transporte no Brasil. In: *XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO*. Bento Gonçalves.

Souza, P. P. S. (2015) *Avaliação de projetos de sistemas de transporte coletivo urbano com o emprego do AHP*. Dissertação (mestrado). Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade do Rio de Janeiro, Brasil.

# EFFECTOS DE LA GEOMETRÍA SOBRE LA MOVILIDAD

**Jorge H. López**

Universidad Mariana, Pasto, Nariño, Colombia  
jorgehlopez@umariana.edu.co

## RESUMEN

En el presente trabajo nos dedicamos a estudiar el impacto que tiene la geometría de la estructura de las calles en la estadística de los desplazamientos vehiculares por medio de simulaciones computacionales. Lo que hacemos es establecer una ciudad ideal compuesta de cuadras homogéneas que pueden ser triángulos, cuadrados o hexágonos. De hecho, estas son las únicas tres particiones que se pueden establecer en un plano euclídeo. Posteriormente se colocan en orden aleatorio un número de "vehículos" que se moverán con una velocidad y un tiempo determinados por ciertas distribuciones estadísticas. Luego analizamos el efecto que tiene el "borrar" un porcentaje de calles en forma aleatoria. Hemos visto que el parámetro más importante en la determinación de la estadística de los desplazamientos corresponde al porcentaje de calles que permanecen en la malla vial. Además, para la distribución de desplazamientos obtenemos diversos tipos de funciones, la mayoría de las cuales se han reportado en la literatura. Creemos que nuestro trabajo es relevante en el sentido que indica que el tipo de enmallado de una estructura vial determina la estadística de los desplazamientos sin tener en cuenta el propósito individual que tiene un individuo al desplazarse. Hoy en día muchos trabajos se enfocan en la distribución de los viajes en relación al propósito con el que estos se realizan. Sin embargo, este trabajo muestra que la interconexión de la malla vial no puede dejarse de lado en este análisis.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha habido un incremento en el interés por comprender los principios subyacentes en la forma en que las ciudades se forman (Jiang, 2015. Arcaute et al 2016). En particular la estructura de una ciudad influye las actividades humanas como por ejemplo la movilidad en su interior (Sun et al 2016. Cai et al 2016). A principios de siglo en varios trabajos (Jiang, Yin, Zhao, 2009. González, Hidalgo, Barabási (2008)) se dedujo que la movilidad humana en las ciudades presentaba un comportamiento aleatorio. Por ejemplo, en (Jiang, Yin, Zhao, 2009) se establece que si tomamos un conjunto de "móviles" colocados en forma aleatoria sobre la malla vial y se les permite moverse aleatoriamente durante cierto tiempo, la distribución de probabilidad para las distancias recorridas será esencialmente la misma que la distribución real de los desplazamientos de un conjunto de taxis que son representativos de la movilidad vehicular.

Sorprendentemente, la movilidad humana parecía tener un componente aleatorio y que dependía mucho más de la estructura de la malla vial en lugar del propósito en

particular que se tuviese para cada viaje en particular. Esta perspectiva, que la movilidad humana tiene en esencia un componente aleatorio, ha sido cuestionada (Lee, Holme, 2015) y han aparecido cada vez más trabajos que ponen su enfoque en el propósito que se tiene para ejecutar cada viaje en específico. Sin embargo, parece en todo caso que la estructura de la malla vial es relevante en la determinación de algunas características de los patrones de movilidad. Por ejemplo, en (Olmos, Muñoz, 2017) se muestra que una zona que tenga sus cuadras en forma de hexágonos será más proclive a tener menos “trancones” de tránsito que una en la que sus cuadras son rectangulares, como en la mayoría de nuestras ciudades. También, en (Kang et al 2012), se analiza de qué manera la morfología de una ciudad puede impactar la movilidad en el interior de la misma.

En este trabajo estudiamos la relación entre la distribución de los desplazamientos y la estructura del espacio subyacente. Simulamos la estructura de la malla vial y hacemos uso de diferentes distribuciones de probabilidad para el tiempo y la rapidez con los que un conjunto de “autos” se desplazará sobre ella. De esta situación extraemos la función de distribución complementaria (FDC) para los desplazamientos. Cabe mencionar que la FDC de una función de densidad de probabilidad  $f(x)$  que depende de la variable  $x$ , y que toma valores en el intervalo  $[0, \infty)$ , está dada por

$$F(x) = 1 - \int_0^x f(t) dt$$

y representa la probabilidad que la variable aleatoria tenga un valor mayor o igual que  $x$ .

En nuestras simulaciones analizamos la estructura de las calles cuando un porcentaje de estas son eliminadas en forma aleatoria, de manera que entramos en el terreno de lo que la física se conoce como *percolación*. Luego analizamos cómo la FDC para los desplazamientos es afectada por la estructura de la malla vial subyacente y comentamos cómo diferentes distribuciones de la densidad de probabilidad para la rapidez de los móviles en la simulación pueden afectar este resultado.

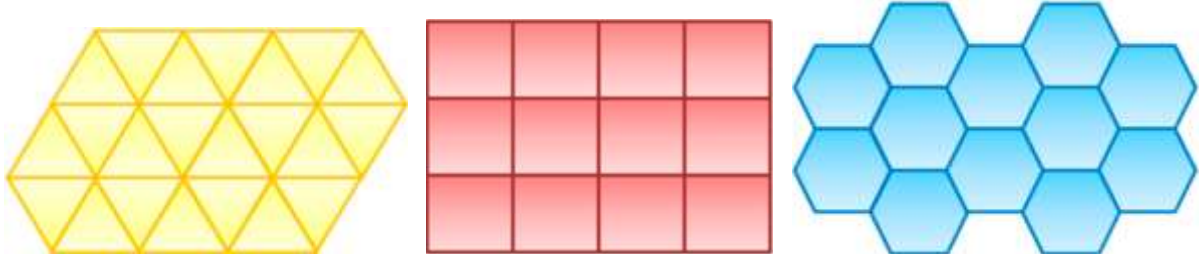
## 2. Modelo y Métodos

Comenzamos nuestras simulaciones construyendo la estructura de la malla vial en base, a lo que se conoce como, un teselado regular del plano euclídeo. Un teselado (o partición) regular del espacio euclídeo denotado por  $\{P, Q\}$  consiste en una partición del plano en polígonos de  $P$  lados de tal manera que en cada vértice se encuentran un número  $Q$  de tales polígonos. Los lados y los vértices de tales polígonos conformarán las cuadras y las esquinas de nuestro enmallado vial. Se conoce que para el plano euclídeo todo teselado regular debe satisfacer la relación (Coxeter, 1973)

$$(P - 2)(Q - 2) = 4$$

Por lo tanto, sólo se pueden formar tres teselados regulares distintos sobre el plano, aquellos que se componen de: triángulos ( $\{3,6\}$ ), cuadrados ( $\{4,4\}$ ) y hexágonos ( $\{6,3\}$ ), que se ilustran en la figura 1.

**Figura 1: Particiones regulares permitidas en el plano**



En este trabajo simulamos cada una de estas particiones. Además, una vez que se forma un teselado regular del plano son borradas en forma aleatoria un porcentaje de calles para analizar su implicación en la distribución de los desplazamientos realizados por un conjunto de móviles. En otras palabras, trabajamos con una estructura percolada. La *percolación* es un fenómeno ampliamente estudiado en física (Stauffer, Aharony, 1992) y su problema central se puede poner en los siguientes términos:

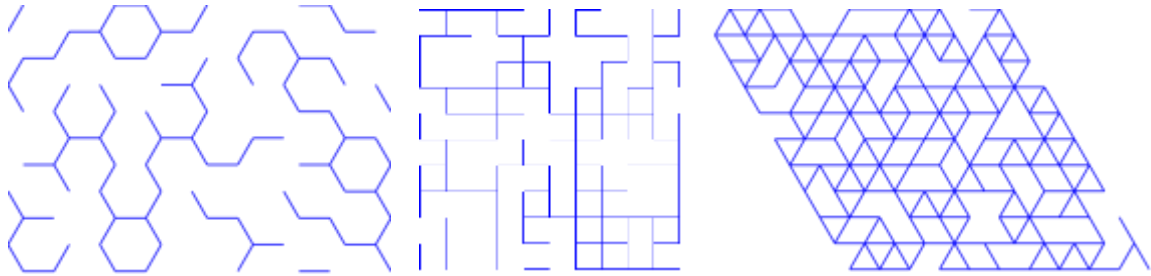
Dado un conjunto de sitios (percolación de sitios) ó enlaces (percolación de enlaces) con algunas conexiones entre ellos, y una probabilidad  $p$  con  $0 \leq p \leq 1$ , que un elemento esté ocupado (de otra manera vacío), se forman clusters de sitios (o enlaces) ocupados, de manera que en cada cluster todos los sitios (o enlaces) están ocupados y conectados a otros que también están ocupados. En esta situación se hace un estudio de la variación de la estructura de los clusters en relación a la probabilidad de ocupación  $p$ .

Un resultado notable de este análisis es que para un espacio infinito existe una probabilidad  $p_c$  con  $0 < p_c \leq 1$  para la cual si  $p < p_c$  no existe un cluster percolante, es decir un cluster que vaya de un extremo al otro de toda la estructura y para toda  $p > p_c$  existe con toda seguridad un cluster que percola la estructura de extremo a extremo. Además la estadística de la situación alrededor de la probabilidad crítica  $p_c$  captura aspectos de lo que pasa en una transición de fase, de allí deriva la importancia que tiene tal concepto para los físicos.

En nuestro, hacemos uso de lo que se denomina percolación de enlaces y el parámetro  $p$  representa la proporción de calles que permanecen sin borrar. Por ejemplo, si  $p = 0.7$  permanecerán el 70% de todas las calles posibles de una partición del plano, situación que si ilustra en la figura 2. Para nuestro propósito una vez se forma la malla

vial, que puede lucir como el sistema de la figura 2 (cuando  $p = 0.7$ ), se coloca sobre ella un conjunto de  $N$  "autos" a cada uno de los cuales se le asigna un tiempo y rapidez que son determinados por cierta función de probabilidad.

**Figura 2: Configuraciones posibles cuando permanece el 70% de las calles**



Entonces cada auto se moverá con la velocidad dada hasta que el tiempo dado se agote o hasta que encuentre un punto en el que no disponga de mayor espacio para moverse. Nótese por tanto que a cada auto no se le permite revertir su dirección, y de esta manera buscamos medir la manera en que el espacio restringe los desplazamientos posibles de nuestros móviles.

### **3. SOBRE LA ESTRUCTURA DEL ESPACIO**

Replicando un estudio típico que se hace en percolación estudiamos brevemente la probabilidad  $n(s)$  de tener un cluster de cierto tamaño  $s$ , es decir compuesto de  $s$  calles. En nuestro caso el cluster representa los posibles lugares que puede visitar un móvil que esté en él. Una configuración de clusters en el caso de un teselado cuadrado puede lucir como se muestra en la figura 3a. Para este tipo de teselado cuadrado y teniendo un tamaño de alrededor de 20 cuadradas por 20 cuadradas el resultado para la probabilidad  $n(s)$  se ilustra en la figura 3b.

Figura 3a: Ilustración de clusters de calles

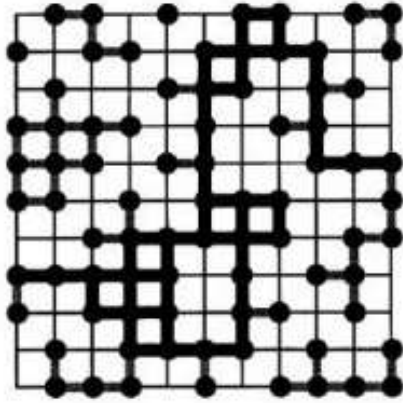
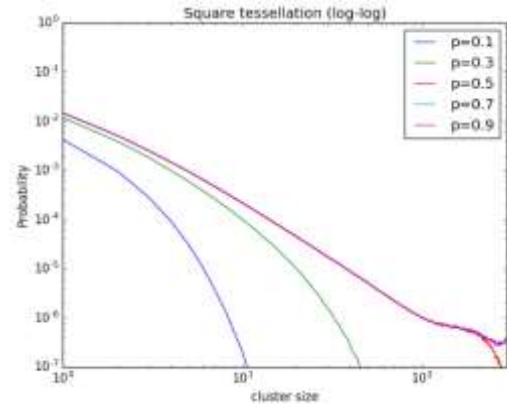


Figura 3b: Estadística de los clusters de calles



De la figura 3b, podemos ver que la probabilidad para el tamaño de clusters  $n(s)$  se comporta como una ley de potencias ( $y = Ax^B$ ) para los valores de  $p$  iguales o superiores a  $p_c$ . Para probabilidades  $p < p_c$  la probabilidad  $n(s)$  adquiere cierto comportamiento de tipo exponencial. Para el caso de los otros espacios teselados con hexágonos y triángulos, el resultado es similar.

Estos resultados son bien conocidos y están en acorde con lo que se conoce del fenómeno de la percolación (Stauffer, Aharony, 1992). En particular se sabe que la distribución para valores  $p > p_c$  se tiene que la probabilidad del tamaño de los clusters se comporta como  $n(s) \sim s^{-\alpha} e^{-\beta s^{1/2}}$ . Además, de acuerdo a Galloti et al (2016) para datos experimentales del movimiento de autos en el transporte público se tiene que la distribución de los desplazamientos es de la forma  $P(\Delta r) \sim \Delta r^{-\gamma} e^{-C\Delta r^{1/2}}$  donde  $P(\Delta r)$  denota la probabilidad de tener un desplazamiento  $\Delta r$ .

Es bien interesante que esta forma de distribución, que en Galloti et al (2016) denominan exponencial extendida (stretched exponential), es del mismo tipo que sigue la distribución de clusters para  $p > p_c$ . Nótese además, que este rango de probabilidades mayores a  $p_c$  es precisamente el que nos interesa para que la "ciudad" no tenga muchos puntos aislados.

#### 4. SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS

En nuestras simulaciones utilizamos un número de  $N = 1000$  móviles sobre una "ciudad" de alrededor 400 cuadras. Para el tiempo que se le asignará a cada móvil utilizamos una densidad de probabilidad exponencial dada por

$$f_T(t) = \frac{1}{\langle t \rangle} e^{-t/\langle t \rangle}$$

donde  $\langle t \rangle$  es el tiempo promedio y se toma como  $30\text{min} = 1800\text{s}$  acorde con Galloti et al (2016). Mientras que para la rapidez hacemos uso de la siguiente distribución gaussiana de acuerdo con Pratim, Chandra, Gangopadhaya (2006) y Galloti et al (2016)

$$f_V(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(v-\langle v \rangle)^2}{2\sigma^2}}$$

donde  $\langle v \rangle = 8\text{m/s}$  y  $\sigma = 0.3 \langle v \rangle$ .

Es necesario mencionar que sólo se toman en cuenta un valor no negativo para la velocidad, por ende si  $v < 0$  se toma su valor absoluto. Una vez que se asigna un tiempo y una velocidad a cada móvil de acuerdo a estas distribuciones de probabilidad cada uno se pondrá en marcha con la velocidad dada hasta que el tiempo se agote o llegué a un punto en el que no pueda avanzar. En el caso que no se haya borrado ninguna calle de la malla vial, es decir para  $p = 1.0$ , la distribución de probabilidad para las distancias será simplemente el producto estadístico entre las funciones  $f_T(t)$  y  $f_V(v)$  dado que no existe ninguna ligadura por parte del espacio. Nótese que en este caso no hay calles que terminen en un punto muerto. Por tanto la FDC para los desplazamientos está dada por

$$F(l) = 1 - \int_0^l \int_0^\infty f_V(v) f_T(l/v) \frac{1}{v} dv dl$$

En nuestras simulaciones se ha estudiado los casos para los que  $p \geq p_c$  para los distintos teselados. Pues para el caso  $p < p_c$  nuestra ciudad tendría un buen número de puntos que no se podrían conectar lo que no sería muy realista. Hemos obtenido distintos tipos de funciones según  $p$  esté más cerca a 1.0 ó a  $p_c$ . Además de la distribución gaussiana con velocidad promedio constante también hemos simulado los casos en los que la velocidad promedio se comporta como  $\langle v \rangle \sim t$  y  $\langle v \rangle \sim t^{1/2}$  acorde con Galloti et al (2016). Para estos últimos casos lo que hemos encontrado es que las funciones para las FCD de desplazamientos son menos definidas y tienden a asemejarse más hacia dos exponenciales distintas.

## 5. DISCUSIÓN

En lo que hemos visto de las simulaciones podemos notar que las FCD de los desplazamientos poseen cierto patrón cualitativo que se mantiene para los tres teselados del plano euclídeo, triangular, cuadrado y hexagonal. Por ende, el parámetro más relevante en la distribución de probabilidad de las distancias recorridas no es el grado de conectividad de la red, i.e. el tipo de teselado, sino sobre todo el porcentaje de calles que contenga la estructura, es decir el valor de  $p$ . Es de resaltar que en nuestro

estudio, distintos valores de  $p$  pueden producir distintos tipos de funciones para las FCD de los desplazamientos recorridos. Por tanto, mientras que en muchos trabajos (por ejemplo, Jiang, Yin, Zhao, 2009. Kang et al 2012. Liang et al 2012), se suele citar un sólo tipo de función, alrededor de la cual se hace un ajuste de unos parámetros, en nuestro trabajo no sólo analizamos los parámetros de un tipo de función de probabilidad sino cómo esta cambia radicalmente al cambiar el valor de  $p$ .

De manera que las funciones que hemos obtenido son mencionadas en diversos trabajos en la literatura de manera inconexa mientras que en nuestras simulaciones la modificación de un solo parámetro en la geometría puede llevar de una función a la otra.

Nuestro trabajo resalta el papel de la interconectividad y disponibilidad de las calles en una malla vial mostrando una variedad de resultados muy distintos que se pueden obtener.

Esto motiva un estudio posterior para relacionar nuestros resultados con datos reales en el tráfico vehicular al interior de una ciudad con miras a analizar de qué manera se afecta la movilidad al inhabilitar ciertos sectores de la malla vial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Elsa Arcaute, Carlos Molinero, Erez Hatna, Roberto Murcia, Camilo Vargas-Ruiz, A. Paolo Masucci, Michael Batty. Cities and regions in Britain through. *Royal Society Open Science* DOI:10.1098/rsos.150691 (April 2016)
- Hua Cai, Xiaowei Zhan, Ji Zhu, Xiaoping Jia, Anthony S.F. Chiu, Ming Xu. Understanding taxi travel patterns. *Physica A* 457 (2016) 590-597
- H. S. M. Coxeter. *Regular Polytopes*. 3<sup>rd</sup> ed. Dover Publications, 1973
- Riccardo Gallotti, Armando Bazzani, Sandro Rambaldi and Marc Barthelemy. A stochastic model of randomly accelerated walkers for human mobility. *Nature communications* **7**, DOI:10.1038/ncomms12600 (2016)
- Marta C. González, César A. Hidalgo and Albert-László Barabási. Understanding individual human mobility patterns. *Nature* 453, 779-782 (June 2008)
- Bin Jiang. Head/tail breaks for visualization of city structure and dynamics. *Cities* Volume 43, Pages 69-77 (March 2015)
- Bin Jiang, Junjun Yin, and Sijian Zhao. Characterizing the human mobility pattern in a large street network. *Phys. Rev. E* 80, 021136 (August 2009)
- Chaogui Kang, Xiujun Ma, Daoqin Tong, Yu Liu. Intraurban human mobility patterns: An urban morphology perspective. *Physica A* 391, 1702-1717 (2012)
- Minjin Lee, Peter Holme. Relating Land Use and Human Intra-City Mobility. *PLoS ONE* 10(10): e0140152. Doi:10.1371/journal.pone.0140152 (2015)



Xiao Liang, Xudong Zheng, Weifeng Lv, Tongyu Zhu, Ke Xu. The scaling of human mobility by taxis is exponential. *Physica A* 391 (2012) 2135-2144

L. E. Olmos and J. D. Muñoz. Traffic gridlock on a honeycomb city. *Phys. Rev. E* 95, 032320 (2017)

Partha Pratim Dey, Satish Chandra, and S. Gangopadhaya. Speed distribution curves under mixed traffic conditions. *Journal of transportation engineering* Volume 132 Issue 6. (June 2006)

D. Stauffer and A. Aharony. *Introduction to percolation theory*. 2<sup>nd</sup> ed. Taylor and Francis, New York, 1992

Li Sun, Ximan Ling, Kun He, Qian Tan. Community structure in traffic zones based on travel demand. *Physica A* 457 (2016) 356-363

# **CAMBIO MODAL UTILIZANDO EL MÉTODO DE LOGIT JERÁRQUICO INCREMENTAL – CASO DE IMPLEMENTACION DE UN BHLS**

**Alfonso Castro Orihuela.**

Link-C consultores. Bogotá, Colombia.

acastro@link-c.co

**Oscar Sánchez-Flores.**

Departamento de Posgrado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

oscar.sanchezflores@correo.buap.mx

## **RESUMEN**

Se analiza un corredor de transporte que articula la movilidad de la zona metropolitana de Lima de Norte a Sur a través de una vía rápida con peaje y carriles laterales. En este corredor se reemplazan las rutas de transporte público convencionales, por un sistema de transporte tipo Bus with High Level Services (BHLS). Esta modernización, plantea las siguientes preguntas: ¿traerá un cambio en la distribución modal de los viajes? y en su caso, ¿de qué orden será? Para responder estas preguntas se utiliza un modelo de planeación estratégica y en la participación modal se emplea un modelo de elección discreta jerárquico incremental con diversos estratos socioeconómicos. La dificultad de la previsión a nivel espacial, del modelo logit jerárquico, se solventa con el método incremental. Este método, permite, a partir de una partición modal existente o cuotas de mercado actuales, incorporar un modo similar al existente y obtener la probabilidad de elección de viaje una vez que se ha incluido la variación de utilidad y con ello determinar el efecto de esta variación en los modos de transporte que se han caracterizado. En el diseño de las preferencias declaradas se empleó un diseño óptimo de experimentos (e.g. Choicemetrics, 2014) con niveles de elección de ranking. El impacto modal obtenido con este análisis es que el modo BHLSE aumentará su demanda al captar usuarios principalmente del taxi y en menor proporción los conductores de automóviles.

## **INTRODUCCIÓN**

La estimación de modelos desagregados para la estimación de la demanda de proyectos de transporte se ha vuelto una práctica común en América Latina. Estos generalmente se utilizan para estimar la partición modal o elección del modo de transporte como parte de un modelo de planeación estratégica. Para ello, se calibran los parámetros de una función de utilidad aleatoria de un modelo de elección discreta y posteriormente, se utiliza la técnica de enumeración muestral para estimar los cambios en la probabilidad de elección para cada modo y cada individuo de la muestra.

Al considerar la muestra completa, se obtienen estimaciones insesgadas de la partición modal o parte de mercado de cada modo y también se pueden obtener estas

estimaciones para diversos segmentos de demanda dado que los datos son totalmente individuales o desagregados. Sin embargo, uno de los inconvenientes de estas estimaciones se presenta a nivel espacial ya que, al aplicar los modelos de partición modal para varios estratos o segmentos de mercado, las proporciones observadas y estimadas pueden ser muy distintas para cada par origen-destino lo que limita la capacidad de predicción de este método "directo". En efecto, en ocasiones es necesario estimar la partición modal en determinados corredores como resultado de un cambio en la calidad del servicio o una mejora de un modo determinado. Tal es el caso del problema que se analiza en el cual se calibra un modelo de elección modal, en un corredor de transporte, para estimar la captación del modo de transporte público que es modernizado como un sistema integrado bajo la modalidad de autobús con altas especificaciones o calidad de servicio o BHLS.

El modelo de elección modal forma parte de un modelo de planeación estratégica a partir del cual se conoce la matriz de viajes para un año base por modo y se desea determinar la captación de los modos de transporte una vez que entren en operación tanto un servicio BHLS como una línea de metro. El enfoque empleado para solventar este problema de estimación y pronóstico de demanda es el denominado "punto pivote", del cual se reportan varias aplicaciones prácticas en la literatura (e.g. Daly, Fox y Tuinenga, 2005), pero han sido poco documentado (Daly, Fox, & Patruni, 2011). En términos generales, el método consiste en elaborar pronósticos de captación de demanda utilizando la información de un año base y estimar los efectos de las variaciones de utilidad por la mejora del servicio en los modelos de probabilidad de elección. En términos más específicos, la repartición modal para cada par origen-destino se estima a partir de un modelo logit jerárquico tradicional calibrado en sus parámetros con elecciones que se obtienen de preferencias declaradas y posteriormente se calibran las variaciones de utilidad, generado por la variación de los niveles de utilidad de los modos de transporte modernizados en el corredor de estudio, a través de la especificación de un modelo logit jerárquico incremental.

El resto del documento está organizado de la siguiente forma. En la sección dos se retoma el marco teórico de los modelos jerárquico tanto en su especificación general como en su forma incremental y se introduce las especificaciones que se emplearán en la aplicación del estudio de caso. Este último se describe en la tercera sección tanto en su contexto general como en los modos de transporte en situación actual y con proyecto. Un resumen de los resultados y las conclusiones de este estudio de caso se indican para al finalizar el artículo.

## MARCO TEÓRICO

El modelo logit jerárquico incremental fue inicialmente introducido por Bates, Ashley y Hyman, 1987 tanto para el caso de modificación del nivel de servicio como para la introducción de un nuevo modo de transporte. Las implicaciones en el uso de modelo jerárquico en la planeación del transporte son revisadas y planteadas por Carrasco y Ortúzar, 2002. Daly, Fox y Patruni, 2011 hacen una revisión de las aplicaciones del método de punto pivote, entre las que se encuentra el modelo referido, con la finalidad de señalar sus aplicaciones para matrices de viajes. En esta sección se retoma la especificación del modelo jerárquico y del jerárquico incremental para dar cuenta de la forma en que se complementa y para establecer la nomenclatura utilizada en la aplicación. El método y la especificación de este último se emplea posteriormente para la aplicación al caso de estudio.

### 1.1. Especificación general del modelo jerárquico

El modelo Logit Jerárquico (HL) tiene la particularidad que el problema de correlación entre alternativas puede ser abordado a diferencia del Logit Multinomial (MNL) el cual considera que son completamente independientes (supuesto IIA por sus siglas en inglés). Provee una posibilidad no solo de vincular decisiones interdependientes sino también de separarla en una decisión única para minimizar la restricción de la sustitución de alternativas cruzadas (Louviere, Hensher y Swait, 2000). La forma de solventarlo es asumiendo que es posible considerar cierto patrón de correlación entre alternativas agrupándolas en jerarquías o nidos. Así, cada nido o jerarquía es representado por una alternativa compuesta frente al resto de alternativas disponibles.

El modelo HL incluye parámetros adicionales para cada conjunto de elección o jerarquía el cual se asocia a la inversa del parámetro  $\lambda$  y al índice logsum o utilidad máxima esperada que se compone de un conjunto de expresiones asociadas con cada jerarquía o nivel de elección. Este modelo aporta una forma para identificar las relaciones de elección entre las alternativas a cada nivel jerárquico y cada nido permitiendo probar la consistencia de una estructura particionada con la maximización de la función de utilidad aleatoria.

Considerando una estructura de elección de dos niveles o jerarquías que incluye la elección de un modo genérico (G) compuesto de un modo de transporte privado y otro público y un segundo nivel compuesto de modos específicos (M) conformado por automóvil como conductor, automóvil como pasajero, metro y autobús.

La función de utilidad indirecta asociado con la elección de un modo específico  $m$  que se encuentra dentro del nivel o jerarquía del modo genérico  $g$  está dada por la utilidad

que aporta elegir el modo genérico más la utilidad del modo específico al cual corresponde. Es decir:  $U_{gm} = U_g + U_{m/g}$ . Descomponiendo esta ecuación en la componente de utilidad sistemática u observada (V) y la componente aleatoria o no observada ( $\mu, \varepsilon$ ) que determinan la elección se tiene:

$$U_{gm} = V_g + V_{m/g} + \mu_g + \varepsilon_{m/g}; m = 1, \dots, M_b; g = 1, \dots, G.$$

Considerando el supuesto de independencia y de maximización de la utilidad aleatoria para dos alternativas, se obtiene la probabilidad conjunta de elegir la alternativa  $gm$  o el modelo Logit Jerárquico:

$$P_{gm} = \frac{\exp(\lambda_g(V_g + V_{g^*}))}{\sum_{g' \in G} \exp(\lambda_g(V_{g'} + V_{g'^*}))} \frac{\exp(\lambda_m V_{m/g})}{\sum_{m' \in M_g} \exp(\lambda_m V_{m'/g})}$$

En esta ecuación se tiene que:

$$V_{g^*} = (1/\lambda_m) \log \sum_{m' \in M_g} \exp(\lambda_m V_{m'/g}) + \text{Constante de Euler}$$

En esta especificación se debe estimar el parámetro de escala  $\lambda_m$  de la elección condicionada de cada modo específico en cada jerarquía. El papel principal del HL es permitir la variación de la componente aleatoria a través de los conjuntos de alternativas. Esto implica que se tendrán distintos parámetros de escala  $\lambda_m$  para los nidos genéricos de transporte público y privado. En efecto, el componente de utilidad aleatoria al nivel más bajo (metro y bus) se descompone en un error común para el modo genérico de transporte público y un componente independiente con las varianzas del autobús y del metro. Es decir, el componente aleatorio del modo genérico de transporte público genera una covarianza en las utilidades del metro y del autobús.

La utilidad máxima esperada (logsum) generalmente se considera como un parámetro de no similitud puesto que captura la correlación entre los componentes no observables de las alternativas en la partición modal. Esta correlación da cuenta que el modelo jerárquico relaja tanto la condición de independencia de las alternativas como de la distribución idéntica entre las alternativas en las diferentes particiones. La estimación de los parámetros de escala se puede realizar de forma secuencial o simultánea cuando se tienen menos de cuatro niveles de elección. Lo más recomendable es utilizar paquetes computacionales que resuelven la estimación a través de la técnica de máxima verosimilitud con información completa.

## 1.2.El modelo logit Jerárquico incremental

El empleo de la técnica de punto pivote en el caso del logit multinomial fue planteado de forma paralela por Bates et al (1987) y Martínez (1987) y posteriormente fue extendido al HL por Bates, Ashley y Hyman en 1987. Como se ha documentado anteriormente en el modelo jerárquico se emplean factores de escala para representar las diferentes varianzas de la componente aleatoria de la utilidad. El objetivo del logit jerárquico incremental es calcular la variación de la cantidad de usuarios que eligen cada alternativa como consecuencia en un cambio en la calidad del servicio el cual que se refleja en la función de utilidad. Kumar, 1990 propuso una forma de estimación del total de usuarios que eligen una alternativa  $k$  como resultado en un cambio en la función de utilidad:

$$N_k + \Delta N_k = [(N_k + N_{k+1}^* + \Delta N_k^*)N_k \exp(-\lambda_k \Delta V_k)] / [N_k \exp(-\lambda_k \Delta V_k) + N_{k+1}^* \exp(-\lambda_k \Delta V_{k+1}^*)]$$

En esta ecuación se asume que se ha estimado la utilidad incremental del nivel compuesto y esta ha afectado el nivel inferior. De esta forma para aplicaciones prácticas, el procedimiento se inicia con la parte inferior de la estructura jerárquica con la demanda observada  $N_k$  sumada a la demanda compuesta dada por la fórmula:  $N_k^* = N_k + N_{k+1}^*$  y de ahí se pasa al siguiente nivel jerárquico con la ecuación:

$$\Delta V_k^* = \left(-\frac{1}{\lambda_k}\right) \ln [N_k \exp(-\lambda_k \Delta V_k) + N_{k+1}^* \exp(-\lambda_k \Delta V_{k+1}^*) / (N_k + N_{k+1}^*)]$$

En la parte superior de cada nivel de elección se conocen los valores de la variación de utilidad  $V_k^*$  por lo que la variación  $N_k + \Delta N_k$  se puede calcular y calcular hacia abajo con la ecuación recurrente  $\Delta N_{k+1}^* = \Delta N_k^* + \Delta N_k$ . La forma general del modelo Logit Jerárquico Incremental, tiene la siguiente especificación (Bates, Ashley, & Geoff, 1987), (Martinez, 1987):

$$P'_{ni} = \frac{P_{ni} \exp(\Delta V_{ni})}{\sum_{j=1}^{j=S} P_{nj} \exp(\Delta V_{nj})} \cdot \frac{P_k \exp(\Delta EMU)}{\sum_{k=1}^{k=n} P_k \exp(\Delta EMU)}$$

Donde:

$P_{ni}$  : Proporción del modo  $i$ , nido  $n$ , antes del cambio.

$P'_{ni}$  : Proporción del modo  $i$ , nido  $n$ , después del cambio en la calidad del servicio,

$\Delta V_{ni}$  : Diferencia de utilidad  $V_2 - V_1$ ,

$P_k$  : Proporción del nido  $k$

$$\Delta EMU = LN \left( \sum_{i=1}^{i=t} P_i \exp(\Delta V) \right)$$
,  $i$  = el nido,  $t$  el total de nidos,  $P_i$ =proporción dentro del nido. EMU es la utilidad máxima esperada o logsum y  $\Delta V$  = diferencia de utilidades de los modos del nido

## ESTUDIO DE CASO

### 1.3. Descripción del corredor de estudio

El corredor Panamericana (COR\_PANAM) es una franja de más de 60 kilómetros que cruza la ciudad de Lima de norte a sur y se desvía en la zona del centro histórico hacia al oriente. Este corredor tiene una gran relevancia en la movilidad de la zona metropolitana, En efecto, de acuerdo al modelo de planeación que se calibró tomando como base la fuente de datos del año 2015 (Proinversión\_A, 2015) (Pronversion\_B, 2015).

El corredor, es utilizado por el 20% de los viajes en automóvil del Área Metropolitana, el 14% de los viajes en taxi, el 9% de los viajes en Transporte Público y por el 28% de viajes en camiones de carga. La movilidad principal del corredor es atendida por una carretera de 5 carriles por sentido, en la mayor parte de su extensión. Dos de ellos atienden la movilidad local con carriles laterales en tanto que tres carriles centrales atienden la movilidad de largo recorrido; opera en flujo continuo como una autopista a peaje abierto.

El corredor puede segmentarse en tres tramos (centro, sur y norte) los cuales que también están relacionados con la intensidad de la movilidad y la aplicación del peaje. El tramo centro, de alrededor de 15 kms, es libre de peaje para los desplazamientos que se realizan a su interior mientras no se crucen las barreras de cobro de peaje. Los tramos norte y sur, de 24 y 20 kilómetros de longitud y TPDA de 70 y 90 mil vehículos respectivamente, requieren del pago de peaje, al cruzar las barreras de cobro, para circular sobre ellas.

Los carriles centrales se encuentran concesionados, por parte de Municipalidad Metropolitana de Lima (MML), a dos operadores privados bajo el esquema de concesión a 30 años. Una de las empresas concesionarias (Rutas de Lima) opera el tramo Norte y Sur mientras que la otra (LAMSAC) opera el tramo central. El contrato de concesión correspondiente establece que, además de cubrir los costos de inversión en infraestructuras para el eje vial, el concesionario debe construir la infraestructura dedicada para el transporte público (paraderos, pasos peatonales, terminales) el cual

se prestará sobre dicho eje. Una vez habilitada esta infraestructura, los concesionarios, deberán cederla a la MML. Esta entidad pondrá en operación el servicio de transporte público del tipo buses de alto nivel de servicio (BHLS), la cual tiene un diseño tronco alimentador con circulación en tránsito mixto en mayor parte de los tramos.

El servicio troncal se prestará con autobuses de tipo padrón con puerta a la derecha y autobuses articulados duales (puerta a la izquierda y a la derecha). Estas unidades prestarán el servicio regular (detención en todas las paradas autorizadas), semi expresos (combinación de paradas principales y secundarias) y expresos (detención sólo en las paradas de mayor afluencia de pasajeros). Las rutas alimentadoras, por su parte, operarán con autobuses del tipo padrón que llevarán a los usuarios de la periferia hacia las estaciones de transferencia, ubicadas en los extremos del eje vial, para abordar las rutas troncales.

En este esquema la MML se encargará de cubrir los costos de mantenimiento de la infraestructura dedicada al transporte público en tanto que la prestación del servicio será concesionada a empresas privadas que tendrán que invertir en la adquisición de la flota vehicular y cubrir el peaje por el uso de la infraestructura vial en el entendido que tendrán una tarifa preferencial.

Por otra parte, para el año 2025, también se tiene previsto la puesta en operación de una línea de metro, la línea 3, que es un tren pesado cuyo trazo coincide en el tramo norte y sur del corredor en tanto que en el centro el trazo se orienta hacia el centro histórico de la ciudad. Este nuevo modo de transporte vendrá a complementar la atención de las necesidades de movilidad en el corredor. En este contexto, los diversos actores involucrados están interesados en conocer cuál será la nueva distribución de usuarios por modo de transporte y en particular, la captación que tendrán los modos de transporte público como son el autobús convencional que será transformado en un sistema integrado y el sistema ferroviario, que para fines de este artículo se denominará tren, que corresponde a un nuevo modo de transporte.

#### **1.4. Caracterización de la elección modal**

Actualmente en el corredor de estudio operan los siguientes modos de transporte: Automóvil, Taxi, Taxi colectivo, Transporte público convencional. Con la puesta en operación del proyecto de transporte público en 2025, operarían los siguientes modos de transporte adicionales a los existentes:

*Sistema tronco alimentador*, es el sistema de transporte público previsto a implementar el cual para fines de identificación se denominará BHLS (por sus siglas en inglés Bus with High Level of Service) ver por ejemplo Brendan et al, 2011



*Línea 3/Tren*, es una línea del metro que operará con el diseño de un tren pesado, es por ello, que en este documento se refiere este modo como TREN. Si bien su trazo no coincide con todo el trazo del corredor, en algunos tramos el recorrido es paralelo al corredor por lo que se considera que tendrá efectos en el cambio modal de viajes locales y de largo recorrido siempre que el destino final no sea el Centro de la ciudad.

A partir de la oferta de servicios en situación actual y futura, el usuario dispone de diversas alternativas para realizar sus desplazamientos cuyo origen o destino o ambos tengan relación con el corredor de estudio. El análisis y consideraciones sobre este proceso de elección permitirán determinar la parte del mercado del total de viajes que captará cada modo de transporte y con ello la demanda o volumen de viajes que atenderá el proyecto propuesto. Con esta información se procede al dimensionamiento del proyecto en sus diferentes componentes físicos y operativos. De conformidad al estado de la práctica y considerando las particulares del estudio de caso, la elección del modo de transporte se considera interdependiente. Es decir, cuando un usuario realiza un viaje y elige el transporte público tiene un conjunto de modos a partir del cual hace una segunda elección para concretar su viaje.

### **1.5. Aplicación del modelo jerárquico incremental**

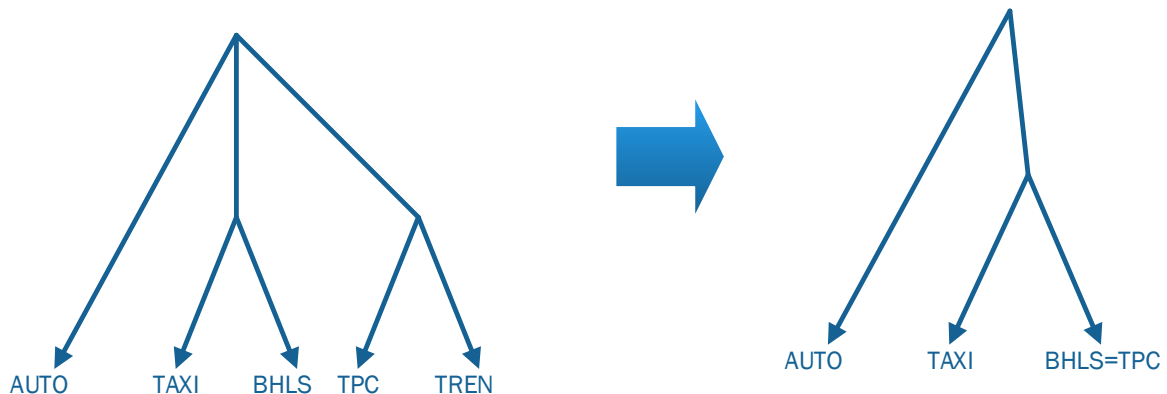
En esta sección se describe la aplicación del modelo jerárquico incremental. Para mantener la confidencialidad de los resultados los resultados fueron modificados pero se mantienen los procedimientos de análisis.

Cuando se aplica el método Lógit Jerárquico Incremental (HLI), se eliminan las constantes modales de Auto y Taxi. Sin embargo, al hacer la diferencia entre el modo TPC y el BHLS se tiene que el BHLS es un sistema mejorado del TPC, por lo que será necesario incluir la diferencia entre sus constantes modales. Entonces, para ello fue necesario calibrar las constantes de los modos actuales, a través de unos puntos de la ciudad en donde se observaron viajes por cada modo y utilizando la base de datos de la EPD, el modelo Logit Jerárquico, el módulo de "simulation" (Bierlaire, 2016) del Biogeme y construyendo una tabla de clasificación (Hosmer & S., 2000), se recalculó las ASC para cada modo. Pero actualmente no se tiene ningún modo tipo BHLS en operación, por lo que se calculó un ASC para el BRT, para el cálculo del ASC del BHLS, se realizó el siguiente cálculo que se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde 1 es muy bajo o poco favorable y 5 es muy bueno o muy favorable.

ATRIBUTO	Peso	BRT	BHLS
Tipo de paradero y/o estación			
Cerrado (cobro fuera vehiculo)	20.0%	5.00	2.5
tipo de embarque			
A nivel de anden o nivel del suelo	20.0%	5.00	3.0
Seguridad física en las estaciones	20.0%	5.00	3.5
Carril exclusivo o tráfico mixto	40.0%	5.00	4.3
<b>Valor ponderado</b>	<b>100.0%</b>	<b>5.00</b>	<b>3.50</b>

**Cálculo de ASC de BRT y BHLS**

La constante modal del BHLS es el 70% del BRT. Para la aplicación del incremental del modo TP y BHLS, se utilizó la diferencia de utilidades entre: Utilidad(BHLS) – Utilidad(TPC), considerando los componentes de cada función de utilidad (Harvey & Dehghani, 1995). Para incorporar un modo nuevo como el BHLS, los viajeros actuales que usan el modo TPC tendrán disponible únicamente el BHLS. Entonces, se sustituye el modo TPC por el modo BHLS. Los modos que no existen o no están considerados se asume una utilidad de  $(-\infty)$ , que son los casos del TREN que no se considera y TPC que pasa a ser considerada con un BHLS previo y por lo tanto se elimina el último nido conformado por TPC y TREN, en forma esquemática se muestra en la Figura 1



**Árbol de Logit jerárquico completo y del corredor**

## 1.6. Implementación logit incremental

A partir de los resultados de las funciones de utilidad obtenidos y en base a los criterios de HL explicados, se realizó la aplicación en corredor descrito. Para ello, se utilizó un modelo de transporte calibrado al año 2016 (MML, 2015; Yachiyo, 2005) que considera los modos de autos, taxi y transporte público. Se realizó una estrategia para trabajar con una sub matriz de los viajes que usan el corredor y en esta se ha realizado todos los cálculos de cambio modal. La implementación del método incremental descrito fue implementado en TransCAD 7.0, a través de programación en GISDK. La secuencia del proceso fue la siguiente: a) *calibración del modelo* para replicar las condiciones

actuales en base a información primaria colectada en campo (JICA, 2004, 2012). b) *caracterización de escenarios*. Consiste en representar en el modelo las variantes de la situación con proyecto, es decir, se representan las condiciones de concesión de las vías del Corredor Panamericana, que incluye los tramos que corresponden a la concesión de RUTAS DE LIMA y LAMSAC con el impacto de cambio modal como resultado de implementación de un sistema BHLS. c) *asignación y análisis*. Después de la asignación multiclase, se generan las submatrices de viajes en el corredor Panamericana y se obtienen las variables de elección modal que alimentan al dicho modelo: tiempos y costos de viaje para cada modo de transporte. d) estimación de probabilidades de elección. Obtenidos los insumos de las funciones de utilidad de cada modo de transporte, se procede a utilizar el modelo de elección modal descrito y se obtienen las captaciones para cada segmento de mercado.

### **1.7. Resultados obtenidos**

En el corredor, y utilizando el modelo de transporte y los procesos descrito, se obtiene un impacto en viajeros en autos del -1.0%, en viajeros en Taxi del -6.0 % y los viajes de transporte público aumentan en un 0.6% al día. Las tasas de cambio modal al auto son relativamente bajas, esto se debe a su alta disponibilidad de pago resultante de las encuestas de preferencias declaradas y una mayor inercia a cambiar de modo. Con respecto a los viajeros en taxis o taxi-colectivo, una proporción importante migra a utilizar el nuevo sistema BHLS, esto se debe a que el corredor es utilizado mayoritariamente por los taxi-colectivos, por el pago de peaje.

En el servicio de taxi regular, el peaje es cubierto por el viajero, mientras que el taxi-colectivo se comparte entre todos los viajeros (mínimo 4 pasajeros). Esta repartición genera un costo generalizado competitivo respecto al transporte público. No obstante, el costo en el taxi-colectivo es 2 a 4 veces la tarifa del nuevo BHLS, por esta razón parte de los usuarios actuales del taxi cambian al nuevo modo BHLS.

## **CONCLUSIONES**

En esta comunicación se describe el proceso para estimar el cambio modal producido por la modernización del servicio de transporte público en un corredor en la municipalidad de Lima y Callao en donde operan diversos modos de transporte. Para solventar, la limitación del pronóstico del cambio modal del proceso estándar se aplica el método logit jerárquico incremental. Se destaca que este método elimina la necesidad de calibrar las constantes modales a nivel de zonas de tránsito y mantiene su consistencia para los pronósticos, pues al aplicarse directamente el proceso no

replica la partición modal observada y su solución resulta bastante compleja. El hecho de calibrar las constantes modales a nivel de toda la ciudad o de manera agregada reduce la capacidad predictiva del modelo de elección a nivel de zonas de tránsito, lo que afecta la calidad de los resultados y el pronóstico de los proyectos de transporte a nivel de corredor o sub-zona.

Por otro lado, en el proceso de modelación, al considerar el BHLS como una mejora del TPC, simplifica la forma de abordar el impacto de cambio modal en el corredor, a pesar de que haya la necesidad de calibrar las constantes modales de este nuevo modo.

La aplicación del método logit jerárquico incremental en caso de una mejora del nivel de servicio de algunos de los modos existentes es directa y permite cuantificar el impacto de cambio modal.

## REFERENCIAS

- Bates, J., Ashley, D., & G., Hyman. (1987). *The Nested Incremental Logit Model: Theory and Application to Modal Choice*. The Nested Incremental Logit Model: Theory and Application to Modal Choice. Londres: MVA Consultancy.
- Bierlaire, M. (1 de Octubre de 2016). BIOGEME. Obtenido de BIOGEME: <http://biogeme.epfl.ch/>
- Brendan et al (2011). *Buses with High Level of Service, Fundamentals characteristics and recomendations*. Bruselas: European Cooperation in Science and Techonology - COST.
- ChoiceMetrics. (2014). *NGENE 1.1.2 User Manual & Reference Guide* . Sidney, Australia: 2014.
- Daly, A., J. Fox and J. G. Tuinenga (2005) "Pivot-Point Procedures in Practical Travel Demand Forecasting", European Congress of the Regional Science Association, Amsterdam.
- Manheim, M. L. (1979) *Fundamentals of Transportation System Analysis*, Cambridge, Mass: MIT Press.
- Daly, A., Fox, J., y Patruni, B. (2011). *Pivoting in Travel Demand Models*. Londres, Inglaterra: Association for European Transport and Contributors.
- Harvey, R., & Dehghani, Y. (1995). *Incremental Methods for Transit Ridership Forecasting and Traffic Impacts Analysis*. Brussel, Belgium: The 4th European EMME/2 Users Meeting.
- Hosmer, D., & S., L. (2000). *Applied Logistic Regression*. United States of America: John Wiley & Sons INC.
- JICA. (2004). *Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana Lima y Callao*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- JICA MTC. (2012). *Encuesta de Recolección de Información Básica del Transporte Urbano en el Área Metropolitana de Lima y Callao*. Lima, Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Martinez, F. (1987). *La Forma Incremental del Modelo Logit; Aplicaciones*. Acta III Congreso Chileno de Ingenieria de Transporte (pág. 17). Santiago de Chile: Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- MML. (2015). *Estudio de demanda del corredor Panamericana*. Lima: Municipalidad de Lima Metropolitana.

Kumar,A. (1980). Use of incremental form of logit models in demand analysis. Transportation research record 775, 21-27.

Louviere, J., Hensher, D.A. and Swait, J.D. (2000) Stated Choice Methods—Analysis and Application. University Press, Cambridge, UK.

Ortúzar, J. d., & Willumsen, L. (2011). Modelling Transport 4th Edition. En J. d. Ortúzar, & W. Luis, Modelling Transport (págs. 278-279). John Wiley & Sons Ltd.

Proinversión\_A. (2015). Proyectos Integrales para la Concesión de la Línea 3, de la red Básica del Metro de Lima y Callao - Estudio de Preinversión a nivel de Factibilidad. Lima: PROINVERSION.

Pronversion\_B. (2015). Consultoría Integral del Concurso de Proyectos Integrales para la Concesión de la Línea 4 de la Red Básica del Metro de Lima y Callao - Estudio de Pre-inversión a nivel de Perfil del Proyecto. Lima: PROINVERSION.

Yachiyo Engineering Co, LTD y Pacific Consultants International. (2005). Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao. Lima, Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

# **LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE PARADA NO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS – O CASO DE CHAPECÓ/SC**

**Anderson Schmitt**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial - Universidade Federal de Santa Catarina (PPGTG/UFSC) – Santa Catarina – Brasil – anderson\_schmitt@yahoo.com.br

**Victor Marques Caldeira**

PPGTG/UFSC – Santa Catarina – Brasil – victormarquescaldeira@gmail.com

**João Eugênio Cavallazi**

PPGTG/UFSC – Santa Catarina – Brasil – jecavallazi@gmail.com

**Amir Matar Valente**

PPGTG/UFSC – Santa Catarina – Brasil – amir.ecv@gmail.com

## **RESUMO**

A acessibilidade de um usuário em potencial à um ponto de parada é uma das variáveis impactantes na qualidade dos serviços de transporte coletivo urbano. Essa acessibilidade ao sistema, geralmente, é desempenhada pelos pontos de parada que, são locais de embarque e desembarque dos passageiros ao longo dos itinerários, muitas vezes sendo o primeiro contato do usuário com o sistema. Se por um lado, quanto maior a densidade de pontos de parada em uma área, melhor será a acessibilidade local ao sistema, por outro lado, menor a velocidade média dos veículos, o que resulta em aumento do tempo de viagem dos usuários, diminuindo o nível de serviço quando analisada sua acessibilidade espacial. Tendo isso em vista, este trabalho apresenta um estudo para determinar a quantidade e a localização de pontos de parada do sistema de transporte coletivo urbano do Município de Chapecó/SC, utilizando-se de um modelo de localização em software SIG, que busca minimizar o número de pontos para que atenda toda a demanda (usuários do sistema de ônibus). Os resultados indicaram uma diminuição no número de pontos de parada no sistema do município sem comprometer a acessibilidade ao mesmo. O estudo permitiu obter dados importantes quanto à acessibilidade aos pontos de parada, podendo ser usados para orientar melhorias no serviço, fazendo com que o transporte coletivo torne-se mais atrativo à população.

## **1. INTRODUÇÃO**

Melhorar e expandir sistemas de transporte coletivo é considerado uma das principais ações contra os congestionamentos causados por veículos privados. A acessibilidade de um usuário em potencial à um ponto de parada é uma das variáveis impactantes na qualidade dos serviços de transporte coletivo urbano. Essa acessibilidade ao sistema, na maioria das vezes, é desempenhada pelos pontos de parada que, são locais de embarque e desembarque dos passageiros ao longo dos itinerários, muitas vezes

sendo o primeiro contato do usuário com o sistema. Assim, é importante que, o planejamento dos pontos de parada demande estudo específico que busque identificar a densidade de pontos de parada de uma linha ou região, bem como a localização dos mesmos em uma área de estudos.

Este trabalho tem por objetivo a determinação da quantidade e localização ideal dos pontos de parada em um sistema de transporte coletivo urbano. No capítulo dois será apresentado uma breve revisão bibliográfica sobre o conceito de acessibilidade ao transporte coletivo urbano, bem como dos problemas de localização por cobertura. O capítulo três desenvolve um estudo de caso no município de Chapecó no Estado de Santa Catarina com apoio de um modelo de localização por cobertura em software SIG. O capítulo quatro apresenta os resultados obtidos no estudo de caso.

## **2. CONTEXTUALIZAÇÃO**

### **2.1 A acessibilidade ao transporte coletivo urbano**

A acessibilidade é estudada de diferentes maneiras, principalmente devido as diferentes definições e objetivos de pesquisa. Em geral, as medidas de acessibilidade podem ser categorizadas como abordagens baseadas em infraestrutura, em localização, em pessoas ou em serviços (Pinelli et al., 2009). No caso de acessibilidade ao sistema de transporte coletivo, a acessibilidade geralmente se refere a duas questões distintas, porém complementares (Kwan, 1998). A primeira, de acordo com Murray et al. (1998), diz respeito ao percurso entre a origem do deslocamento e o ponto de parada onde se dá o ingresso ao sistema. A segunda refere-se a sua abrangência global, ou seja, onde se pode chegar por meio do sistema de transporte.

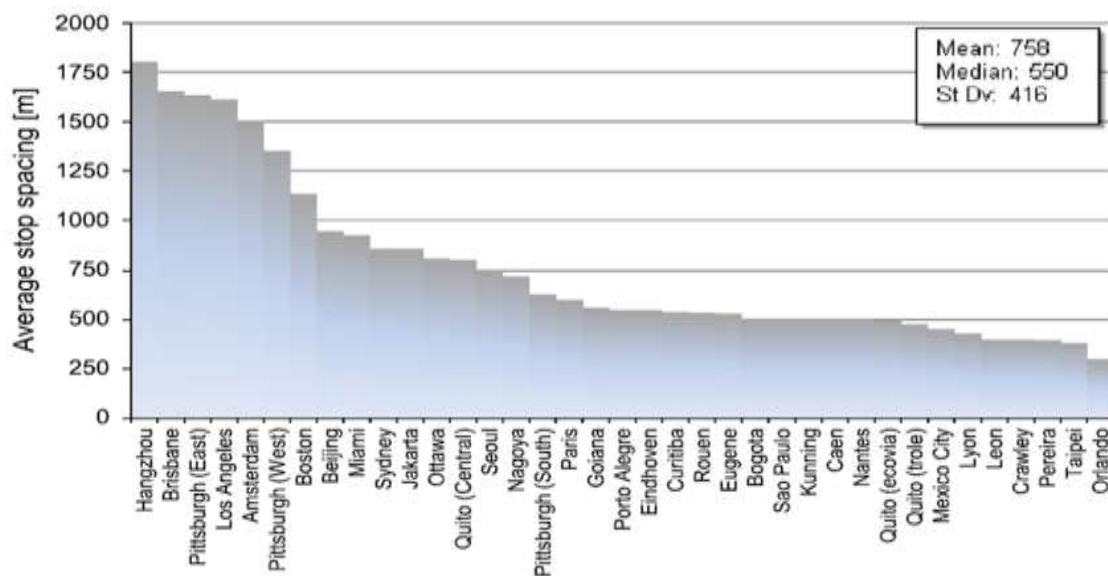
Quando do processo de planejamento de um sistema de transporte coletivo, as duas abordagens são de fundamental importância para sua eficiência. Enquanto a acessibilidade ao sistema traduz imediatamente a facilidade de ingresso no mesmo, a sua acessibilidade espacial implica numa maior abrangência do território possível de ser atingida pelos usuários.

Nestes termos, a quantidade e a localização dos pontos de parada mostram-se invariavelmente impactantes no desempenho do transporte coletivo (Murray et al., 1998). Se por um lado, quanto maior a densidade de pontos de parada em uma área, melhor será a acessibilidade local ao sistema, pois os usuários tendem a percorrer uma menor distância entre sua origem e o ponto de acesso, por outro lado, menor a velocidade média dos veículos, o que resulta em aumento do tempo de viagem dos

usuários, diminuindo o nível de serviço quando analisada sua acessibilidade espacial (Federal Transit Administration, 1996; Wirasinghe e Ghoneim, 1981; Saka, 2001).

Tirachini (2013) analisou diversos manuais de transporte que tratam sobre projeto e localização de pontos de parada. Segundo o autor, os manuais abordam principalmente o projeto físico dos abrigos, enquanto que as recomendações de espaçamento entre os pontos de parada variam conforme a característica da área onde o serviço é oferecido. Essas recomendações eram bem diretas e variavam bastante de manual para manual. Para áreas no centro da cidade as paradas de ônibus não devem ser colocadas a mais de 300m de distância, enquanto que para áreas residenciais essa distância pode variar entre 300m e 500m. Para sistemas de Bus Rapid Transit (BRT), que produzem altas velocidades operacionais, as distâncias entre os pontos de parada é maior. O resumo das distâncias do estudo de Tirachini (2013) pode ser conferido no gráfico da Figura 1, que apresenta distâncias médias dos pontos de paradas em sistemas BRT em cidades da América Latina, USA, Canadá, Europa, Ásia e Austrália.

**Figura 1: Distâncias médias dos pontos de paradas em sistemas BRT no mundo**



Em termos de acessibilidade ao sistema, uma série de estudos já foram desenvolvidos com o objetivo de identificar o tempo de percurso máximo aceitável entre a origem e ponto de acesso ao sistema. Vários autores consideram que uma caminhada de até cinco minutos é considerada aceitável. Assim, salvo em condições topográficas desfavoráveis, 400m é a distância de caminhada aceitável para manutenção de bom nível de serviço na acessibilidade do transporte coletivo urbano (Demetsky e Lin, 1982; Levinson, 1992; Federal Transit Administration, 1996; Ammons, 2001).

## 2.2 Problemas de localização



Os problemas de localização se caracterizam por definir o local de uma ou mais instalações (provedoras de recursos ou serviços), em um determinado espaço, buscando minimizar o custo ou ampliar o atendimento a algum conjunto de demandas (clientes ou usuários) respeitando um conjunto de restrições (Farahani e Heckmatfar, 2009).

Em um problema de cobertura (LSCP - Location set covering problem) o cliente acessa o serviço se a distância entre o seu ponto de origem e a instalação é igual ou menor a um valor predefinido. Esse valor é chamado de distância de cobertura ou raio de cobertura. Um cliente diz-se coberto por uma dada instalação se este se encontrar a uma distância (ou custo) menor do que o raio de cobertura. Assim, o objetivo da localização das instalações é cobrir o máximo de clientes (Fallah et al., 2009).

O modelo de problemas LSCP, aplicado ao problema de localização de pontos de parada, busca minimizar o número de pontos para que atenda toda a demanda (usuários do sistema de ônibus). Muitos modelos de problemas de localização foram desenvolvidos para o caso. Gleason (1975) desenvolveu três modelos matemáticos para localização de pontos de ônibus: (1) pontos de parada em linhas expressas, (2) pontos de parada em linhas regulares e (3) um método combinado para pontos de paradas em linhas expressas e regulares. Murray (2003) avançou em um modelo LSCP para determinar um conjunto de paradas que maximizam a cobertura da demanda em uma área de estudo.

O modelo destina-se a ser usado em um ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) com a demanda e locais de paradas potenciais espacialmente distribuídas. O modelo é aplicado na cidade de Brisbane, na Austrália, e é resolvido usando SIG e pacotes de otimização. Delmelle et al. (2012) apresentou um modelo de LSCP, considerando tanto o impacto da distância da caminhada até a parada quanto a atratividade das instalações (por exemplo, número de destinos atendidos). Já Ceder (2015), desenvolveu um modelo que inclui a influência do relevo na área de estudo de três maneiras; (1) seu efeito na velocidade de caminhada até o ponto de parada; (2) seu impacto na atratividade de um caminho de acesso a um serviço de trânsito; e (3) seu efeito nas taxas de aceleração dos ônibus.

Em geral, pode-se dizer que as variações entre os modelos de LSCP estudados acontecem principalmente na elaboração das restrições, que podem considerar a topografia, oferta de linhas, infraestrutura de acesso entre outros. Assim, o modelo para localização geral de pontos de parada, considerando apenas a distância de acesso ao sistema de ônibus, pode ser formulado como:

$$x_j = \begin{cases} 0, & \text{se o ponto de parada não foi selecionado para a solução} \\ 1, & \text{se o ponto de parada foi selecionado para a solução} \end{cases}$$

$$\text{Min } Z = \sum_{j \in J} x_j \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_{j \in N_i} x_j \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$X_j = \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (3)$$

em que, J: conjunto de candidatos a pontos de parada (indexados por j).

I: conjunto de pontos de demanda (indexados por i).

$N_i = \{j \in J \mid d_{ij} \leq S\}$  com  $d_{ij}$  = menor distância da localização potencial da instalação j ao ponto de demanda i, e S= máxima distância de caminhada (no atual trabalho, 400m).  $N_i$  é o conjunto de todas as potenciais posições candidatas à pontos de parada que estão dentro da distância do raio de cobertura S do ponto de demanda i.

A função objetivo (1) minimiza a quantidade de instalações necessárias. A restrição (2) define que os pontos de demanda devem estar cobertos por pelo menos uma instalação localizada dentro do raio de cobertura S. A natureza binária das variáveis é dada pela restrição (3).

### 2.3 Métodos de resolução de problemas de LSCP

Problemas de LSCP podem ser resolvidos por meio de técnicas determinísticas, heurísticas e metaheurísticas. O método da solução determinística requer uma busca em todas as combinações possíveis de instalações no espaço de busca. Problemas assim são conhecidos como de otimização combinatória, assim, se o conjunto de possíveis soluções for grande, o método exato por busca precisa de um tempo computacional alto para encontrar o melhor resultado, muitas vezes não podendo resolver problemas complexos de localização em tempo hábil (Arifin, 2011).

Muitos trabalhos apresentam soluções para os problemas de LSCP utilizando técnicas heurísticas e metaheurísticas. Supangat e Soelistio (2016), realizaram a resolução do problema utilizando um método de mean shift clustering e colônia de formigas em um problema de localização de paradas de ônibus em West Jakarta. Já Bargegol et al (2017) utilizou um algoritmo genético considerando também o tempo de viagem como restrição para o problema de localização. Delmelle et al (2012) apresentou uma solução

para um problema de LSCP integrando dentro de um ambiente SIG uma metaheurística de recozimento simulado (simulated annealing).

Delmelle et al (2012) destaca ainda os benefícios do uso conjunto de softwares SIG com problemas de otimização na área de transportes. O SIG tem uma longa história de contribuição para a ciência da localização. Por meio de análise de redes, o SIG facilita a modelagem de distâncias e delimitação de áreas cobertas pelo sistema. Além disso, o SIG pode ajudar a identificar quais segmentos da população permanecem desassistidos depois que a infraestrutura de transporte foi modificada. Muitos softwares SIG já trazem heurísticas e metaheurísticas implementadas para a solução de problemas de localização. O TransCAD e o ArcGIS, por meio do módulo Network Analyst, permitem resolver diversos tipos de problemas de locação-alocação.

### 3. ESTUDO DE CASO EM SOFTWARE SIG

O modelo foi resolvido usando a ferramenta Network Analyst disponível no software ArcGIS. O trabalho segue a seguinte metodologia: (1) Definição da área de estudos. (2) Obtenção e tratamento dos dados. (3) Montagem do modelo em SIG e definição das restrições. (4) Avaliação dos resultados.

#### 3.1 Definição do problema

O estudo de caso foi desenvolvido nos pontos de parada do sistema de transporte coletivo do município de Chapecó, no Oeste do estado de Santa Catarina, na inserção da bacia hidrográfica do Rio Uruguai. O município possui população estimada em 225.795 habitantes (IBGE, 2016), sendo 91,6% dos quais em área urbana.

O sistema de transporte coletivo urbano é servido exclusivamente por ônibus, sendo estimados 99 veículos em circulação atendendo 23 linhas circulares baseadas em um terminal localizado na porção central da cidade. O sistema transportou mensalmente, no ano de 2014, uma média de 1.170.967 passageiros, sendo seu Índice de Passageiros Equivalentes por Quilômetro (IPKeq) de 1,82 pass/km (Chapecó, 2015). A Tabela 1 apresenta um comparativo entre o IPK de algumas cidades brasileiras.

**Tabela 1: - Índice de Passageiros Equivalentes por Quilômetro (IPKeq)**

Município	Data	IPKeq
Cuiabá/MT	Out/12	1,49
Florianópolis/SC	Mar/13	1,61
São Paulo/SP	Maio/13	1,47
Porto Alegre/RS	Dez/13	1,84
Chapecó/SC	Abr/14	1,82

### 3.2. Obtenção e tratamento dos dados

Os dados utilizado no modelos e suas fontes se encontram na Tabela 2.

**Tabela 2: Camada de dados e suas fontes**

Dados	Formato	Fonte
Malha viária	.shp	OpenStreetMap
Equipamentos públicos	.shp	OpenStreetMap
Setores censitários	.shp	Censo 2010, IBGE
Densidade demográfica	.xls	Censo 2010, IBGE
Pontos de paradas	.cad	Prefeitura de Chapecó
Itinerários transporte coletivo	.cad	Prefeitura de Chapecó

A camada da malha viária foi tratada topologicamente para corrigir problemas de conectividade entre as vias. É necessário que todas as vias estejam conectadas para permitir que o modelo considere todos os caminhos possíveis para se acessar o ponto de ônibus.

Como pontos de demanda, foram utilizados dados do Censo 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Adicionou-se à camada dos setores censitários informações de densidade demográfica obtidos do banco de dados do censo. As informações de densidade foram combinadas com a camada da malha viária, permitindo a discretização da demanda em pontos de demanda por quadras.

As camadas contendo o itinerário das linhas de transporte coletivo foram obtidas em formato .shp vetorizada em linha. Converteu-se as linhas em pontos para possibilitar a entrada dos dados no modelo.

A camada equipamento públicos traz a localização de escolas, hospitais e outros equipamentos que devem ter o acesso facilitado por meio de transporte público. A camada foi convertida em pontos.

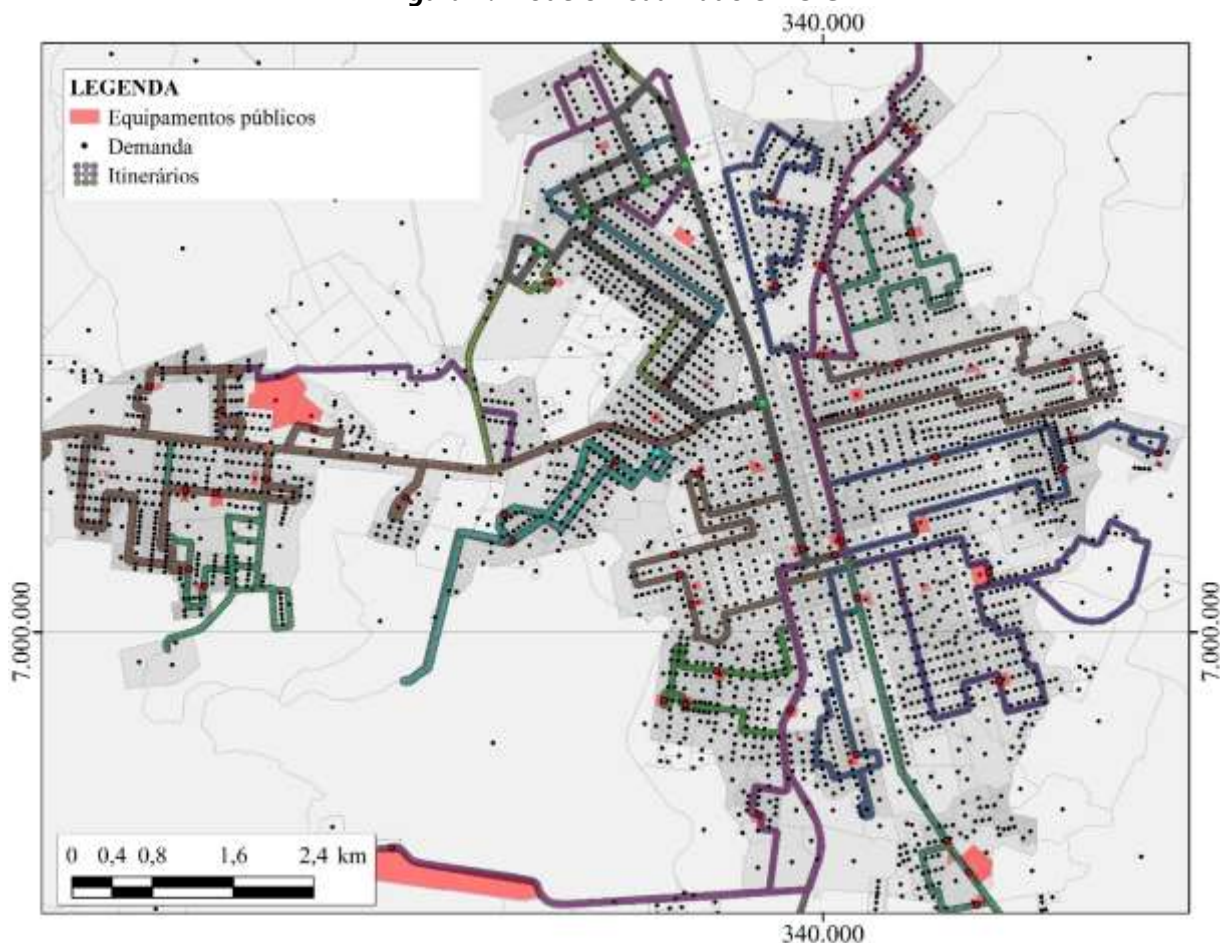
### 3.3 Modelo aplicado à localização de pontos de parada

O problema foi resolvido utilizando a ferramenta locação-alocação do Network Analyst disponível no software ArcGIS. A Tabela 3 mostra os dados de entrada necessários no modelo. A Figura 4 mostra o modelo visualizado em SIG.

**Tabela 3: Dados de entrada no modelo**

Camada	Tipo	Função
Malha viária	Linhas e pontos	Rede de transporte e suas conexões
Itinerários	Pontos	Candidatos a pontos de parada
Equipamentos públicos	Pontos	Restrição de ponto de parada
Demanda	Pontos	Demanda a ser atendida
Distância de cobertura	Número	Distância máxima para acessar um ponto de parada

**Figura 4: Modelo visualizado em SIG**



Premissas adotadas na modelagem: (1) a distância de cobertura foi definida como 400 metros, que conforme as pesquisas citadas na Seção 2.1, é o valor aceitável para manutenção de bom nível de serviço na acessibilidade do transporte coletivo urbano; (2) os itinerários do atual sistema de transporte coletivo da cidade foram mantidos, assim o modelo limita a localização de pontos de parada apenas onde as linhas transitam; (3) os pontos de parada não possuem capacidade, portanto podem atender qualquer quantidade de demanda; (4) conforme Wirasinghe e Ghoneim (1981), nenhuma otimização é necessária para estabelecer que paradas de ônibus devem ser localizadas em hospitais, escolas, universidades, shopping centers e outros pontos de alta demanda, assim, os equipamentos públicos são obrigatoriamente atendidos por

um ponto de parada, o ponto mais próximo possível; (5) em vias de mão dupla pode ocorrer a existência de dois pontos, um em cada lado da via. O modelo considera esse caso, no entanto ele simboliza apenas um ponto no resultado. Considera-se que esse ponto atende os dois lados da via; (6) a demanda utilizada levou em consideração apenas os moradores de cada quadra, não levando em consideração, por exemplo, onde esses moradores trabalham; (7) o modelo se baseia em pessoas caminhando pela rede, como se estivessem caminhando nos passeios das vias. Assim a rede não limita nenhum movimento. A rede também considera que toda a estrutura de passeios possui a mesma qualidade de trafegabilidade.

#### 4. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado do procedimento de locação-alocação está representado na Figura 5. A mesma figura também mostra os atuais pontos de parada. A Tabela 4, apresenta um resumo dos resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho.

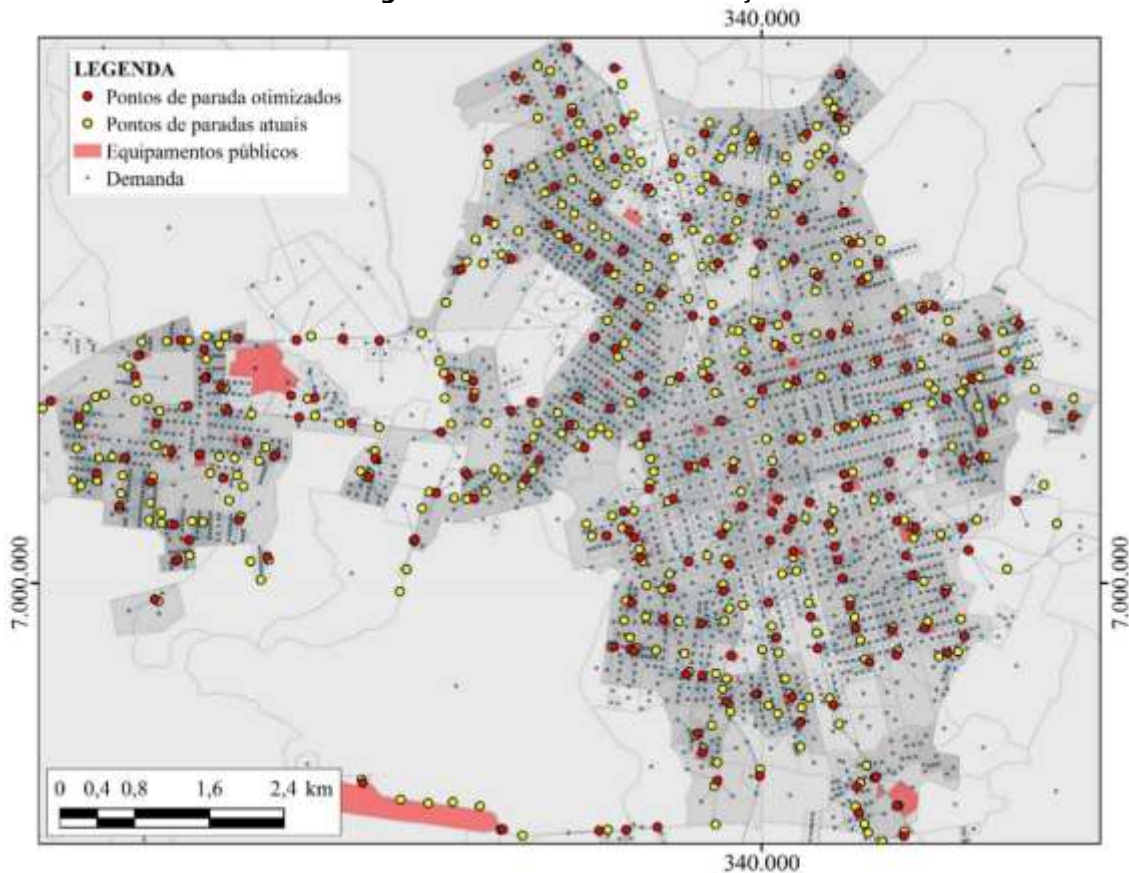
**Tabela 4: Comparação entre pontos otimizados e pontos atuais**

	Quantidade de pontos de parada	Distância média entre os pontos de parada (m)
Pontos atuais	420	404
Otimizados	252	617
Otimizados a menos de 50 metros dos pontos atuais	85	

Com base na Tabela 4, algumas considerações importantes podem ser extraídas:

- (1) é possível reduzir 168 pontos de parada (40% dos existentes) sem comprometer a qualidade da acessibilidade ao sistema, apenas modificando a localização dos demais ao longo da rede de transporte;
- (2) o impacto da redução dos pontos de parada em 40% tende a acarretar um aumento na velocidade operacional média dos veículos;
- (3) entre os pontos otimizados, 85 mantiveram-se a menos de 50 metros de um ponto pré-otimizado. Os mesmos podem ser mantidos na localização atual, o que implica na realocação de 167 pontos.

**Figura 5: Resultado da otimização**



Modelos de otimização por cobertura aplicados ao transporte público, como mostrado neste trabalho, fornecem dados importantes quanto à acessibilidade aos pontos de parada, bem como, possíveis melhorias na eficiência do sistema.

Um número menor de pontos de parada influi numa maior velocidade operacional dos veículos, o que tende a implicar na redução do tempo de ciclo de cada linha do transporte coletivo.

Shrestha e Zolnik (2013), em uma aplicação de otimização da localização de pontos de parada no sistema de ônibus da cidade de Fairfax em Virgínia, indicaram que a eliminação de cerca de 40% dos pontos de ônibus poderia melhorar os tempos de viagem e reduzir os custos operacionais em 23%. Além disso, as emissões relacionadas a ônibus, como CO (34%), Compostos Orgânicos (18%) e NOx (10%) poderiam ser substancialmente menores.

Assim, os resultados do modelo podem ser usados para orientar melhorias no serviço, fazendo com que o transporte coletivo torne-se mais atrativo à população, diminuindo, dessa forma, as emissões e os custos envolvidos.

## REFERÊNCIAS

- Ammons, D N (2001) *Municipal Benchmarks: Assessing Local Performance and Establishing Community Standards*. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage.
- Arifin, S. (2010) *Location allocation problem using genetic algorithm and simulated annealing: A case study based on school in Enschede*. Tese (Doutorado) - Curso de Geo-information Science And Earth Observation, Faculty Of Geo-information Science And Earth Observation, University Of Twente, Enschede. 95p
- Bargegol I, M Ghorbanzadeh, M Ghasedi, M Rastbod (2017). Evaluation of Effective Factors on Travel Time in Optimization of Bus Stops Placement Using Genetic Algorithm. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 245, p. 1-13.
- Ceder A, M Butcher, L Wang (2015). Optimization of bus stop placement for routes on uneven Topography. *Transportation Research Part B* 74 p. 40–61.
- Chapecó, PM. (2015) Estudo de Mobilidade Urbana de Chapecó: Relatório Final. Laboratório de Transportes e Logística – LabTrans/UFSC, Florianópolis.
- Delmelle E M, S Li, A T Murray (2012). Identifying bus stop redundancy: A gis-based spatial optimization approach. *Computers, Environment and Urban Systems* 36, p. 445–455.
- Demetsky, M J e B Lin (1982). Bus Stop Location and Design. *Transportation Engineering Journal of ASCE* 108, p. 313-327.
- Fallah H, Naimisadigh A, Aslanzadeh, M. (2009) Covering Problem. In: Farahani, R Z. e Hekmatfar, M. *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies*. Heidelberg: Springer. p. 145-176.
- Farahani R Z, Hekmatfar, M. *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies*. Heidelberg: Springer, 2009. 549 p.
- Federal Transit Administration. (1996) *Guidelines for the location and design of bus stops*. TCRP Report 19. National Academy Press, Washington, SC.
- Gleason J M (1975). A Set Covering Approach To Bus Stop Location. *OMEGA, The rat. a-1 of Mgrat Sci.* Vol. 3, No. 5 p. 605-608.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010). *Censo 2010: Resultados*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2016). *Estimativa populacional 2016*. IBGE - Rio de Janeiro.
- Kwan, M. (1998) Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis using a Point-Based Framework. *Geographical Analysis* v30, n3
- Levinson, H S (1992). *Urban Mass Transit Systems. Transportation Planning Handbook*. Prentice Hall, New Jersey. p 123-174.
- Murray A T (2003). A coverage model for improving public transit system accessibility and expanding access. *Annals of Operations Research* 123, 143–156.
- Murray, A T, R Davis, R J Stimson e L Ferreira (1998). Public Transport Access. *Transportation Research D: Transport and Environment* 3
- Pinelli F, A Hou, F Calabrese, M Nanni, C Zegras, C Ratti (2009). Space and time-dependant bus accessibility: a case study in Rome. *Proceedings of the 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*.



Saka. A. (2001) A. Model for Determining Optimum Bus-Stop Pacing in Urban Areas. *Journal of Transportation Engineering* 127, p 195-199.

Shrestha R M, E J Zolnik (2013). Eliminating Bus Stops: Evaluating Changes in Operations, Emissions and Coverage. *Journal of Public Transportation*, Vol. 16, No. 2, p. 153-175

Supangat K, Y E Soelistio (2016). Bus Stops Location and Bus Route Planning Using Mean Shift Clustering and Ant Colony in West Jakarta. *ICITDA 2016 Conference*. Yogyakarta, Indonesia.

Tirachini A (2013). The economics and engineering of bus stops: Spacing, design and congestion. *Transportation Research Part A*, 59, p.37-57.

Wirasinghe, S C, N S Ghoneim (1981) Spacing os Bus-Stops for Many to Many Travel Demand. *Transportation Science* 15, p 210-221.

# **REVISIÓN DEL PLAN MAESTRO Y DEL PLAN RECTOR DE EXPANSIÓN DEL METRO DE MEDELLÍN**

**Luz Dary Botero Ramírez**

Metro de Medellín. Antioquia, Colombia

lbotero@metrodemedellin.gov.co

## **RESUMEN**

En 2006 el Metro de Medellín formuló su Plan Maestro 2006 – 2030 Confianza en el Futuro, una hoja de ruta que guía el crecimiento y desarrollo de la Empresa hasta el 2030, a partir de cinco dimensiones contempladas en sus planes rectores: Infraestructura Administrativa y Operativa, Negocios Asociados, Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Tecnología Operativa y Expansión del Sistema. Está estipulado que cada cinco años se realice una revisión de dicho plan para ajustarlo a las nuevas realidades de la Empresa, el entorno institucional y el desarrollo del territorio. La revisión realizada en 2016 tuvo como resultado la formulación de un propósito superior, una MEGA (Meta Extraordinaria, Grande y Ambiciosa) a 2020 y de nuevos valores corporativos. Asimismo, el Plan Rector de Expansión, en el cual se prevén los corredores de movilidad que se requerirán en el futuro, se revisó teniendo en cuenta varios criterios. El primero de ellos fue la consolidación de un sistema en red de alta cobertura, el segundo fue la articulación con el sistema de movilidad humana y el tercero fue la articulación con el sistema estructurante ambiente-paisaje y espacio público.

## **EL PLAN MAESTRO DEL METRO**

El Plan Maestro del Metro denominado “Confianza en el Futuro”, es una hoja de ruta que guía el crecimiento y desarrollo de la Empresa hasta el 2030, a partir de seis dimensiones contempladas en sus planes rectores: Infraestructura Administrativa y Operativa, Negocios Asociados, Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Tecnología Operativa y Expansión del Sistema.

El Plan se construyó teniendo en cuenta que el Sistema Metro es el eje estructurante de la movilidad en el Valle de Aburrá, y para diseñarlo se consideraron y estudiaron los planes de ordenamiento territorial de los municipios de la ciudad - región, las Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial, el Plan Director BIO 2030, el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá, el Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos, el Plan de Desarrollo Sostenible del Turismo y el Plan Maestro de Zonas Urbanas, entre otros. Como complemento a este trabajo surgió el reto de construir el Plan Maestro de Movilidad Metropolitana, que incluía terminales de carga, de buses y aéreas.

Este esquema general, que se convirtió en el soporte de crecimiento tanto de la Empresa como de la red de transporte masivo, fue construido bajo una mirada en prospectiva que le permite al Metro visualizar el futuro y lo lleva a realizar una planeación por escenarios para prepararse y anticiparse a cualquier novedad, con el objetivo de garantizar la ejecución exitosa de su Plan Maestro.

El Plan constituye una visión a futuro que apalanca tanto la movilidad del Valle de Aburrá y el oriente cercano como el desarrollo integral y sostenible de la región y de la Empresa, sin dejar de lado los grandes beneficios sociales que generan. Con su planeación en prospectiva, el Metro no solo logra dar paso al crecimiento y expansión de la red de movilidad, sino que trasciende de manera positiva en las esferas sociales, ambientales y económicas del Valle de Aburrá.

Sin embargo, consciente de que lo que no se mide no se controla y si no se controla no se puede mejorar, la Empresa realizó en 2015 una revisión minuciosa de su Plan Maestro. Los resultados de ese ejercicio fueron la formulación de un propósito superior, la revisión de los valores corporativos, el establecimiento de la MEGA a 2020 y la formulación de los objetivos estratégicos para alcanzarla.

En principio se definió el propósito superior: Generamos calidad de vida conectando e integrando personas y promoviendo territorios sostenibles.

Posteriormente, se definieron unos valores corporativos que constituyen el marco de actuación sobre los que se asienta la cultura de la Empresa:

- Servimos con alegría y pasión
- Tenemos una visión integral y espíritu innovador
- Construimos juntos resultados sobresalientes
- Vivimos la cultura del respeto y solidaridad
- Estamos comprometidos con la seguridad y el cuidado

Luego, con el fin de lograr un crecimiento rentable y sostenido en el tiempo, y como un mecanismo para unificar esfuerzos y estimular el progreso, el Metro definió su MEGA: ser la empresa más audaz, dinámica y humana en el desarrollo de soluciones de movilidad y en la transformación de territorios sostenibles en América Latina, garantizando la sostenibilidad financiera, social y ambiental.

Se trata de una meta ganadora que la Empresa comprende a la luz de los siguientes conceptos:

- Audaz: Emprendedor
- Dinámica: Ágil para toma de decisiones, proactiva, lee el entorno y actúa.
- Humana: Trabaja en función de las personas (Gente Metro y Usuarios).

Para lograr esa MEGA y vivir el propósito superior se construyeron unos objetivos estratégicos, en el marco de 5 perspectivas.

## **EL PLAN RECTOR DE EXPANSIÓN**

Cuando se adelantó la construcción y revisión del Plan Maestro y del direccionamiento para el próximo quinquenio, se hizo especial énfasis en el Plan Rector de Expansión, por las implicaciones que tiene para la movilidad sostenible y el desarrollo futuro de la región. El Plan es una propuesta de integración multimodal de transporte, cuyos objetivos fundamentales están enmarcados en la transformación de territorios sostenibles, como lo plantea la MEGA.

Son 26 líneas de deseo que poco a poco van acercando a la población del Valle de Aburrá. Dentro de ellas, incluso, se contempla la posibilidad de expandirse más allá a una red de transporte público que conecte a toda la región. Se trata de propuestas para posibles corredores de transporte masivo de mediana y alta capacidad, cuya materialización consolidaría al Metro de Medellín como líder en el servicio de transporte público de pasajeros.

Mediante el desarrollo de estudios de perfil, pre factibilidad, factibilidad y diseño de detalle, entre otros, se entretrejen estos corredores de transporte que conectan a los habitantes de la región metropolitana en sus diferentes orígenes y destinos, desde el municipio de Caldas, en el sur, hasta Barbosa, en el norte, pasando por Sabaneta, Envigado, Girardota, Copacabana y algunos corregimientos de Medellín, entre otros.

Cables aéreos, trenes, buses articulados y tranvías conforman un sistema de movilidad integrado en los ámbitos administrativo, de infraestructura, tarifario y operativo. En todos ellos se reflejan los mismos atributos para generar una sensación de continuidad, es decir, seguridad, rapidez, accesibilidad, presentación, servicio e información.

A través de este Plan, la Empresa propone cómo se debería atender la movilidad a partir del crecimiento de la población urbana. Por ejemplo, busca desincentivar el uso del vehículo particular en barrios como El Poblado y Laureles en Medellín.

## **NUEVOS CORREDORES**

La revisión del Plan Rector de Expansión dejó también como resultado una malla de movilidad para la ciudad en la cual se tuvieron en cuenta varios criterios. El primero de ellos fue la consolidación de un sistema en red de alta cobertura, a partir de interrogantes como dónde se debería incentivar la inclusión socio territorial, dónde atender la demanda presente y futura, dónde reducir el riesgo de exclusión asociado a la movilidad y dónde generar alternativas de transporte al vehículo particular motorizado.

Un segundo criterio fue la articulación con el sistema de movilidad humana, para el cual se tuvieron en cuenta tres interrogantes: cómo integrarse en la caminata, cómo es la integración de los ciclistas y cuáles son las alternativas de movilidad sostenible.

El tercero fue la articulación con el sistema estructurante ambiente-paisaje y espacio público. En este aspecto se tuvieron en cuenta el ambiente y el paisaje, y el espacio público que se genera alrededor de los corredores.

De esa revisión al plan Rector de Expansión surgió además una serie de líneas de deseo que si bien están planteados simplemente como ideas, pues no tienen ni caracterización social del corredor, ni estudios ambientales o de demanda, se convierten en una alternativa de mejoramiento de la movilidad para las administraciones municipales del Valle de Aburrá.

Cabe recordar que el Metro como operador no puede invertir en corredores de expansión, todo lo tiene que hacer con el municipio donde está ubicado el corredor. Por fortuna, en el Plan de Desarrollo de Medellín fueron incluidos varios de estos corredores, lo que significa que el municipio debe disponer de los recursos para empezar, por lo menos, a adelantar los estudios correspondientes.

El primero es un corredor por la Avenida El Poblado que uniría a Medellín con Envigado y Sabaneta. Saldría de la estación Industriales y conectaría todo el sector sur a través de la Avenida El Poblado.

El segundo es el de la 34 que tendría dos tramos, uno desde la estación Aguacatala del Metro hasta la estación Aranjuez de la línea 1 de buses. El segundo, un circuito de buses alimentadores hacia la zona nororiental, hasta la estación Aranjuez.

En tercer lugar se plantea un corredor transversal a la Avenida El Poblado, a la altura de la estación del mismo nombre. Uniría las zonas suroriental y suroccidental, dado que este sector tiene una alta demanda de viajes por su actividad industrial, comercial y de servicio.

Asimismo, se plantea extender la línea A del Metro hacia el norte, desde la estación Niquía hasta el municipio de Copacabana inicialmente. También se tiene planteado hacer el estudio para tres interestaciones: una estación entre las de Industriales y Poblado, otra entre Poblado y Aguacatala y una más entre Envigado e Itagüí. Se trata de zonas que han ido cambiando de vocación, se han ido desarrollando y requieren estaciones más cercanas para atender la demanda.

## **UNA CONEXIÓN REGIONAL**

Para consolidarse como el eje estructurante de la movilidad, el Metro debe integrar las regiones cercanas al Valle de Aburrá. Por eso se planea a mediano plazo la conexión a oriente, que consiste en construir un corredor que conecte el Valle de Aburrá con el aeropuerto José María Córdova. En el Plan Rector de Expansión este corredor está contemplado a través del Túnel de Oriente, lo que hace necesario que se prevea la circulación de un sistema de transporte público por allí, aunque no se sepa aún qué tecnología usaría. La meta es conectar el Valle a través del Túnel con un sistema de transporte público, aunque aún faltan los estudios de demanda, los ambientales y los topográficos.

El objetivo del Metro es que toda la región esté conectada a través de transporte público multimodal. Para ello, la idea es construir una malla que le permita a la comunidad moverse por los tres valles, el de Aburrá, el de San Nicolás y el de Occidente, de una manera adecuada y sostenible. Se pretende incluso que esa malla esté integrada también con redes camineras y con ciclo rutas.

El resultado del examen al Plan Maestro demostró que, con su Plan Rector de Expansión, el Metro debe seguir alineado con las directrices municipales y metropolitanas para prever el crecimiento urbano y atender las necesidades de movilidad del territorio. Además, porque para la educación, la recreación y la salud la comunidad necesita moverse y el Metro, sin duda, presenta las mejores alternativas para hacerlo.

## **ESTIMACIÓN DE DEMANDA PARA MEGA-EVENTOS – EL CASO DE RIO2016**

**Carlos Maiolino**

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Brasil. cmaiolino2@gmail.com

**Simone Costa R. Silva**

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Brasil. simonec.silva@rio.rj.gov.br

**Milena Borges**

Consultora en Planificación de Transporte, Santiago, Chile, milenasborges@gmail.com

### **RESÚMEN**

Rio de Janeiro, desde los Juegos Panamericanos en 2007, ha recibido grandes eventos internacionales, con destaque para la Copa Mundial de la FIFA en 2014 y los Juegos Olímpicos en 2016. Eso conlleva un gran desafío, por tratarse de eventos de corta duración, pero que implican repercusiones de largo plazo, además de generar impactos significativos en el día a día de la ciudad – tanto por originar una demanda adicional con padrones de comportamiento no habituales, difíciles de pronosticar y planificar, como por impactar diversos aspectos de los desplazamientos – como seguridad, movilidad y confiabilidad de los tiempos de viaje (FHWA, 2003). El desplazamiento hasta los sitios con actividades es, así, uno de los componentes más críticos en la experiencia de las personas que asisten a un mega-evento. Por esa razón, es fundamental dimensionar adecuadamente la oferta de transporte público, a partir de una estimación de demanda lo más precisa posible. En ese contexto, este artículo trata del proceso de estimación de demanda para el transporte público durante los Juegos Olímpicos Rio2016 – en el cual se tuvieron en cuenta diversos tipos de información, contemplando datos tanto de la ciudad como del comité organizador, algunos predeterminados y otros más empíricos. La comprensión del funcionamiento de esos datos es un proceso no trivial y que tiene impacto directo en el éxito o fracaso de un mega-evento.

### **1- INTRODUCCIÓN**

La ciudad de Río de Janeiro ha recibido, desde los Juegos Panamericanos del 2007, varios grandes eventos internacionales, como una de las sedes de la Copa FIFA Confederaciones de 2013 y de la Copa Mundial de la FIFA de 2014, los festivales de música Rock in Río en 2011, 2013 y 2015, el evento religioso Jornada Mundial de la Juventud en 2013, culminando con los Juegos Olímpicos en el 2016 (Rio2016).

Una característica común a esos mega-eventos es el gran flujo de personas de/para los sitios con actividades, ya sean lugares cerrados, como estadios y arenas, con ingreso por ticket, o espacios públicos abiertos, con libre acceso a todos. Por esa razón, el desplazamiento hasta los sitios con actividades es uno de los componentes más críticos

en la experiencia de las personas que asisten a un gran evento. Para minimizar esos efectos, es fundamental hacer una estimación de demanda lo más precisa posible, de acuerdo con los datos disponibles y considerando el volumen de espectadores y trabajadores/colaboradores que irán a los eventos, para cada día y horario, así como sus orígenes y destinos.

Con eso, uno de los desafíos más grandes en la preparación de mega-eventos es el dimensionamiento de la oferta de transporte público para satisfacer a demandas considerablemente elevadas – que se suman a la demanda corriente de la ciudad – generando un gran impacto en el sistema de transportes. Es más, considerando que, simultáneamente a ese aumento de demanda, generalmente hay una reducción de capacidad vial, en virtud del propio evento (FHWA, 2003), la planificación del transporte público colectivo se hace aún más crucial para su éxito.

Para Rio2016, en ese proceso se tuvieron en cuenta diversos tipos de información, contemplando datos tanto de la ciudad como del Comité Organizador. Cabe destacar que algunos datos necesarios para la estimación de demanda son predeterminados y de relativamente fácil obtención – como la capacidad de público de cada instalación, los horarios, valores de las entradas y la red de transporte público disponible para acceder a las instalaciones – mientras que otros son más empíricos y presentan un mayor grado de incertidumbre – como el origen de los espectadores, el modo de transporte utilizado y las horas de llegada y salida de los lugares de actividad. La comprensión del funcionamiento de esos datos es un proceso no trivial y que tiene impacto directo en el éxito o fracaso de un mega-evento.

Este artículo trata del proceso de estimación de demanda utilizado para dimensionar la oferta de transporte público colectivo para los Juegos Olímpicos de 2016 – uno de los elementos principales que contribuyeron para el éxito del evento deportivo más grande del mundo, realizado por primera vez en Sudamérica.

## **2- DATOS GENERALES**

La ciudad de Rio de Janeiro, después de 2 intentos sin éxito para acoger los Juegos Olímpicos y Paralímpicos (en 2004 y 2012), fue elegida sede de los Juegos de 2016, convirtiéndose en la primera ciudad de Sudamérica anfitriona del evento deportivo más grande del planeta (Maiolino, 2015). En este ítem serán presentados datos generales relevantes sobre la infraestructura y los Juegos Rio2016 – y que fueron considerados en el proceso de estimación de demanda del transporte público.



Realizados entre los días 5 y 21 de agosto de ese año, los Juegos Olímpicos Rio2016 tuvieron participación de 25 países, con 11.544 atletas distribuidos en 41 modalidades deportivas, además de entrenadores, delegados y árbitros, todos estos miembros de la Familia Olímpica. También estuvieron directamente involucrados en el evento cerca de 26.000 profesionales de los medios de comunicación, 45.000 voluntarios y otras decenas de miles de colaboradores del Comité Organizador RIO2016 y de los proveedores de todos los sectores que viabilizaron el evento.

Fueron colocados para venta aproximadamente 7,5 millones de entradas para el público espectador. Considerando que cada espectador compraría, en promedio, 3 entradas para eventos distintos y que todas fueran vendidas, habría un posible público de 2,5 millones de personas. Dichos números demuestran la grandiosidad del evento y, consecuentemente, la complejidad de su organización y operación.

Los Juegos Olímpicos consideraron la distribución de las instalaciones deportivas y no deportivas en 4 regiones, indicadas a continuación e ilustradas en la Figura 1:

**FIGURA 1: Distribución de los Juegos Olímpicos 2016 en Rio de Janeiro**



Fuente: Guía del Espectador Rio2016 (Comité Organizador RIO2016).

- (a) Barra da Tijuca, abrigando el Parque Olímpico de Barra, el Riocentro, el Campo Olímpico de Golf y el Pontal, además del Centro de Transmisión de Imágenes (IBC) y del Centro de Media Impresa (MPC) [52% de las entradas];
- (b) Deodoro, comprendiendo el Parque Olímpico de Deodoro, el Parque Radical y el Centro Olímpico Ecuestre [12% de las entradas];
- (c) Maracanã, incluyendo el propio estadio del Maracanã, además del Maracanãzinho, Estadio Olímpico y Sambódromo [29% de las entradas];

(d) Copacabana, agrupando la Arena de Voleibol de Playa, el Fuerte de Copacabana, el Estadio de la Lagoa y la Marina da Gloria [7% de las entradas].

Aunque por un lado eso aumentó la complejidad de los desplazamientos de atletas, entrenadores, delegados, árbitros y profesionales de comunicación, por otro resultó en la dispersión del movimiento de público espectador por varias áreas de la ciudad, disminuyendo la presión sobre los modos de transporte público.

El transporte público es un aspecto fundamental para el éxito de un mega-evento, una vez que, entre las medidas adoptadas para garantizar la llegada y salida de tantas personas a las instalaciones en corto espacio de tiempo, está su priorización. Para los Juegos Olímpicos Rio2016, se consideró la red estructural formada por 3 corredores de BRT (Transoeste, Transcarioca y Transolímpica), metro (3 líneas) y tren (5 ramales).

### **3- ASPECTOS INFLUENTES EN LA ESTIMACIÓN DA DEMANDA**

#### **3.1- Datos del Comité Organizador**

El Comité Organizador, en su articulación con los comités deportivos, define diversos elementos del evento que influyen en la demanda de espectadores, que serán comentados a continuación. Primeramente, cabe señalar que el número de entradas colocadas a la venta no corresponde precisamente a la capacidad de las instalaciones, ya que hay una reserva de lugares para la Familia Olímpica.

El tema de la popularidad de las competiciones, a su vez, es importante para estimar el porcentaje de público por sesión, según la modalidad deportiva y la fase de competencia. Es mucho más probable, por ejemplo, vender todas las entradas de las fases finales de las modalidades más populares – como fútbol y voleibol – pero un número mucho menor sobre las modalidades menos atractivas, además en fases iniciales. En general, ese factor de popularidad es un dato histórico de los Juegos.

Ya para estimar la distribución temporal de las demandas, es importante comprender los estándares de llegadas y salidas de las instalaciones, tanto del público espectador como de los colaboradores – para lo cual hay un histórico conocido, con referencia al horario de los eventos. Para los colaboradores (*workforce*) la previsión de llegadas y salidas es más fácil de identificar, puesto que funcionan en turnos de trabajo. Sin embargo, la previsión de los estándares de espectadores es más compleja, por haber detalles muy variables – como, por ejemplo, el hecho de que pueden adquirir entradas para asistir a más de una competición el mismo día y en la misma instalación. Aparte de eso, hay instalaciones con más atractivos que solamente las propias competiciones

– como los Parques Olímpicos de Barra y de Deodoro – lo cual tiende a alterar la distribución temporal de llegadas y salidas.

Por fin, respecto al calendario oficial, la ceremonia de apertura ocurrió el 05/08/2016 en el Estadio del Maracanã, pero ya había competiciones y presentaciones programadas desde 2 días antes de esa fecha. La ceremonia de clausura fue el día 21/08/2016. Durante la fase de organización de los Juegos, el Comité elaboró el calendario de competiciones, comprendiendo todas las modalidades deportivas y todos los sitios de competiciones. Aquí, cabe destacar que, en relación a las premisas del comité organizador, mientras la capacidad de las instalaciones, la popularidad de las competiciones y el estándar de llegadas y salidas de público no tuvieron cambios significativos, el calendario sí varió algunas veces, siendo objeto de discusiones.

### **3.2- Datos de la Ciudad**

En este ítem serán presentados los datos generados por la ciudad, a partir de informaciones del Comité, de mega-eventos anteriores y del transporte regular.

Una de las variables de demanda más complejas de prever es el tema de los orígenes de espectadores y colaboradores (*workforce*), siendo fundamental para cargar la red de transportes. Para el público espectador, esa información puede, en parte, ser obtenida con buen grado de certidumbre en los casos de compradores residentes en la propia ciudad o región (según el barrio, por ejemplo). Sin embargo, cuando se trata de mega-eventos, además como los Juegos Olímpicos, la mayor parte de las entradas acaba siendo adquirida por personas de afuera de la región, sin que se consigan informaciones directas sobre su alojamiento en la ciudad anfitriona.

Por lo tanto, la estimación de orígenes del público es bastante compleja, siendo necesario un conocimiento de la realidad local, al considerar las ponderaciones de probabilidad de lugar de alojamiento de los espectadores externos. Factores como ser residente en Brasil o en el exterior, la distribución geográfica de hoteles, albergues y otros tipos de alojamiento (como el AirBnb), o aún temas como la proximidad o no de la red de transporte público, son consideraciones que se deben tener en cuenta al estimar los posibles orígenes. En Rio2016, la proporción final de espectadores locales y de fuera de la región metropolitana, según datos del Comité, fue de 30/70, aunque en la primera parcial de *ticketing*, 10 meses antes, era 47/53.

A su vez, el origen de los colaboradores (*workforce*) – en caso de no tener acceso a datos reales de los organizadores – en general considera aspectos diferentes. En el caso de los Juegos Olímpicos, una forma de abordar el tema es considerando un

modelo de distribución gravitacional, sin tener en cuenta los ingresos familiares. Pero dependiendo de la situación, puede ser más realista tener en cuenta esos ingresos.

Un factor relevante al pronosticar los orígenes de viajes es el tema de la agrupación (o desagregación) de barrios, municipios y/o regiones, en "áreas" representativas para carga de la red de transporte. No es muy necesario, además de tener más propensión a errores, por ejemplo, una estimación barrio a barrio. Algunos barrios o áreas internas pueden ser importantes de estimar más detalladamente. Pero, para el transporte público principalmente, en general es suficiente la agrupación en barrios y/o municipios, en función de la distribución de la red estructural de transporte – como será comentado en la sesión 4.2.

Respecto a la distribución modal, a partir de la definición de la red de transportes a ser considerada para la asignación de la demanda (formada por 3 corredores de BRT, 3 de metro y 5 de tren), las estaciones de acceso a esos sistemas y sus integraciones fueron la principal referencia de entradas y salidas de la red de transporte público.

Otro aspecto central es la estimación de los porcentajes de la demanda total a ser considerados para carga del transporte público. Para la Rio2016, no habría sido realista, considerando la cultura local y experiencias con mega-eventos anteriores en la principal región de competencias (Barra da Tijuca) – y con las mismas restricciones de circulación y estacionamiento –, estimar en 100% el uso del transporte público para todas las instalaciones – además porque algunos lugares no tuvieron bloqueos de tráfico tan agresivos o podrían fácilmente ser accedidos a pie. De esa forma, al estimar las proporciones de demanda en el transporte público – especialmente de espectadores – se consideraron reductores entre 10% y 30%, variable según el origen y destino de los viajes. Así, los porcentajes considerados para el transporte público fueron entre el 70% y el 90%.

#### **4- ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA**

Como citado anteriormente, entre los temas más importantes a considerar para el éxito de un mega-evento está el adecuado dimensionamiento del transporte público. A continuación, serán detallados los procesos y resultados de las estimaciones inicial y final de la demanda de transporte público, realizadas para los Juegos Rio2016.

##### **4.1- Estimación inicial**

Para las estimaciones iniciales de demanda, las informaciones en general son parciales y no siempre proporcionan un panorama concreto de los parámetros. Por lo tanto, es

necesario considerar algunas premisas, en especial sobre los espectadores, que representan el mayor flujo de la demanda. Datos históricos, como la ubicación de la red de hoteles, indicativos de popularidad de competiciones y distribución horaria de llegadas y salidas de las instalaciones son fundamentales. En suma, es necesario hacer una estimación de entradas vendidas por instalación, día y horario, ponderar el padrón de llegadas y salidas, los orígenes y el porcentaje de uso del transporte público para poder llegar a la distribución del público en los ejes de la red estructural de transporte.

Los índices de popularidad sirven de indicativo de probabilidad de venta de entradas en cada sesión, de forma que, junto con las informaciones de capacidad de las instalaciones, permite conjeturar la demanda esperada por instalación, día y horario, por medio de la agregación de demandas por sesión.

Para esa demanda, se deben estimar los flujos en el tiempo (de llegadas y salidas de las instalaciones). Para tal, se consideran los datos históricos de Juegos Olímpicos, de porcentajes de público en cada sentido, con relación al horario de las sesiones. Entretanto, es importante considerar la posibilidad de que algunos espectadores compren más de una entrada para competiciones el mismo día y en la misma instalación, de forma que no deben ser contabilizados en los “flujos intermedios”.

Ya para la estimación de orígenes de los espectadores es necesario primeramente entender la proporción de compradores de la ciudad/región y de afuera. Según los primeros datos de *ticketing* (de octubre de 2015), que fueron considerados la base para definición de esos porcentajes, 47% de las entradas fueron adquiridas por residentes de Rio y los demás 53%, por público externo. Así, 47% de la demanda estimada fueron distribuidos en orígenes dentro del municipio, considerando como referencia los porcentajes de familias con ingresos iguales o superiores a 10 salarios mínimos, según el Censo de IBGE (2010). Respecto a los otros 53%, se consideró un estudio de Nielsen (2015), indicando que el hospedaje del público externo es mitad en la red hotelera y la otra mitad en otros tipos de alojamiento, como casa de amigos y AirBnb. Por tanto, para estimar los orígenes de esa demanda, se consideró, para 26,5% de la demanda inicial total prevista, la ubicación de los hoteles (de 2 a 5 estrellas) – mayoritariamente en la Zona Sur (47%) y Barra (37%) – y, para otros 26,5%, la proporción de residencias con mayores ingresos, por área de Río y municipio de la Región Metropolitana (RMRJ).

Ya para la *workforce*, o colaboradores, el proceso es similar, pero considerando como premisas la estimación de cuantitativo de personas por sesión y el estándar de llegadas y salidas según histórico y turnos de trabajo. Para ponderar los orígenes, se consideraron las instalaciones como zonas de atracción y las residencias como zonas de producción de viajes – inicialmente sin diferenciar los ingresos familiares, pero

teniendo en cuenta la proximidad entre la ubicación de la residencia y la instalación de trabajo. Para tanto, fue aplicado un modelo gravitacional, considerando los tiempos y distancias de viaje como impedancias. De esa forma, fue posible obtener una estimación inicial de la distribución general de orígenes de la demanda total (espectadores y colaboradores), por áreas.

En relación a la estimación de probabilidad de uso del transporte público, se consideraron algunas premisas, como: toda la demanda de *workforce* y del público externo utilizarían dicho transporte, pero no todos los residentes, considerando su conocimiento local y propiedad de auto. Por lo tanto, para 47% de los espectadores se consideraron estudios sobre la atractividad del transporte público y los estacionamientos próximos de las instalaciones olímpicas, además de ponderaciones sobre la percepción de los usuarios sobre cada modo estructural (BRT, tren y metro), el número de integraciones necesarias y el tipo de competición. De esa manera, se llegó a una estimación general de uso del transporte público según el origen y destino – con porcentajes variando entre el 70% y el 90% de la demanda total.

Cabe destacar que esas estimaciones iniciales de demanda permitieron identificar la necesidad de alterar el calendario de forma compatible con la demanda regular de la ciudad, además de evaluar la capacidad de las estaciones de transporte público que recibirían la demanda olímpica adicional – lo que basó el dimensionamiento de las estaciones e infraestructuras temporarias, como pasarelas y plataformas.

#### **4.2- Estimación final**

El tema de la estimación de demanda de un mega-evento, como ya comentado, es un asunto bastante complejo, por lo que, cuanto más informaciones precisas y actualizadas, que permitan direccionar mejor las premisas y consideraciones para dicha estimación, mayor probabilidad de llegar a un pronóstico más realista – y por lo tanto, a un buen dimensionamiento de los servicios de transporte público.

En el caso de Rio2016, es interesante observar que el panorama de *ticketing* del Comité Organizador tuvo un cambio relevante entre octubre de 2015 (cuando fue informado por primera vez) y abril de 2016, base para la estimación final. Mientras en un primer momento 47% de los compradores eran residentes en la RMRJ, en la segunda referencia, se observaron alrededor de 30% de residentes, mientras los otros 70% eran de afuera.

De esa forma, al estimar la nueva demanda de espectadores, se consideró que:

- para 24% del público fue posible asumir un origen específico dentro de la ciudad (*ticketing* de residentes de Rio);
- para otros 5,5% (de la RMRJ y Estado), fue posible inferir con cierta “seguridad” el punto de entrada en la red de transporte estructural, por la dirección de llegada.

Sin embargo, para los demás **70,5%** de espectadores, fue necesario considerar algunas premisas y datos históricos para alcanzar la estimación de los lugares de alojamiento dentro de la ciudad – referencia para los orígenes de viajes, de forma similar a la estimación inicial.

La ventaja de tener los datos de *ticketing* actualizados y con más detalles es que fue posible tener mejor claridad, primero, de las proporciones de espectadores residentes en Brasil o en el extranjero (cuyo estándar de alojamiento tiende a tener algunas diferencias) y, segundo, de las tendencias efectivamente de compra de ingresos en la ciudad – que al final fueron un poco diferentes de lo inicialmente estimado, principalmente en relación a los compradores de las Zonas Norte y Oeste (indicando que posiblemente el nivel de ingresos familiares no fue parámetro suficiente para “captar” las probabilidades de compra de entradas para ese mega-evento).

Aún en el contexto del público espectador, fue importante ponderar el nivel de agrupamiento de las “áreas” en la ciudad a ser considerado en la estimación de distribución de orígenes (como comentado en el ítem 3.2.1). La Figura 2 presenta los porcentajes adoptados por área para las estimaciones de Rio2016, teniendo en cuenta la red estructural de transporte (y los puntos claves de acceso a esa red) y la concentración o no de personas con tiquetes.

En relación a la *workforce*, el Comité informó la cantidad de colaboradores por sesión y/o instalación, pero no los barrios de residencia. Por eso, de forma similar a los espectadores, las “áreas” de orígenes efectivamente adoptadas al final consideraron la red de transporte estructural y la concentración de potenciales colaboradores en la región (en función del ingreso promedio, observando porcentajes de familias con ingreso no mayor que 3 salarios mínimos).





- Padrón de distribución de orígenes del público externo a la región metropolitana, por falta de informaciones detalladas sobre los alojamientos;
- Premisas para la estimación del uso de transporte público por residentes.

Por otro lado, hubo cambios en relación a:

- Cuantitativos de ingresos comprados (y su distribución respecto a los residentes);
- Padrón de distribución de orígenes de los colaboradores, respecto a los niveles de ingreso promedios (que se consideró relevante para la estimación final);
- Distribución de orígenes de espectadores de la región metropolitana (inicialmente se consideró como parámetro el nivel de ingreso promedio, pero a partir de los datos del Comité se constató que no apenas la renta fue un factor determinante).

Esos análisis fueron esenciales para el un buen dimensionamiento y consecuente éxito del transporte público en los primeros Juegos Olímpicos de Sudamérica.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CET-RIO (2016). Boletim técnico: Gestão do tráfego nos Jogos Olímpicos Rio2016. Recuperado de <http://www.rio.rj.gov.br> en 12/03/2018.

Comité Olímpico Brasileño (2016). [online] Recuperado de <https://www.cob.org.br> en 15/03/2018.

FHWA (2003). *Managing Travel for Planned Special Events*. Washington, D.C.: HOTM.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011). Censo 2010. Brasília: IBGE.

MAIOLINO, C.E.G. (2015) As Obras de Mobilidade como Eixo de Transformação in GIANBIAGI, F. Depois dos Jogos: pensando o Rio para o Pós 2016. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2015.

Rio Cidade Olímpica (2016). 100 Dias para os Jogos. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Recuperado de <http://www.rio.rj.gov.br> en 15/03/2018.

SMTR, CET-RIO, RIO2016 (2012). Relatório interno "Atualização do Plano Estratégico de Transportes para os Jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio2016". [S.l.:s.n]. 2012. IOC.

SMTR, CET-RIO. Relatório interno Consorcio Transporte Jogos 2016 "City and Games Demand". (n.d.)

Rio2016 Comité Organizador de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos (2016). Guía Oficial del Espectador Rio 2016.



## PSICOLOGÍA DEL TRANSPORTE

# COMO TRANSFORMAR UN CHOFER DE BUS EN CONDUCTOR PROFESIONAL

**Marcelo Popovich**

Empresa Mixta de Transporte Rosario S.A., Rosario, Santa Fe, Argentina,  
marcelopopovich@gmail.com

## RESUMEN

La psicología del aprendizaje es una disciplina que estudia el proceso de adquisición de conocimientos y hábitos, donde operan cambios conductuales de carácter transitorio o permanente. Dentro de los múltiples enfoques que han definido la forma en que se aprende consideramos dos de ellos: el conductual y el cognitivo. Los seres humanos perciben y aprenden las cosas de formas distintas y a través de canales diferentes. Según la información que disponemos, actualmente no existe un entorno de aprendizaje universal ni un método apropiado único para todos, por lo que es indispensable apuntar a ambos aspectos. Al respecto quien diseñe el Sistema de Gestión de la Organización, debe capacitar mediante las herramientas arriba detalladas, y debe "personalizar" el método en función del perfil del conductor. Esto requiere tiempo, dedicación, conocimiento del entorno y situación de cada uno de los capacitados. Un Conductor requiere un tratamiento especial que le permita aceptar recomendaciones y debemos valernos de los elementos que la psicología nos brinda, para lograrlo. El mensaje único y repetido, debe ser parte inherente de la conciencia del conductor y es nuestro deber asegurarnos que las consignas sean cumplidas, mediante control, seguimiento y supervisión. Seamos "programadores" que "instalan" buenas prácticas y convierten a Choferes en Conductores Profesionales.

## 4. INTRODUCCIÓN

### 4.1 Los cambios

Con el transcurso del tiempo todo cambia. Nada es estático, inamovible o permanente, y el Transporte Urbano de Pasajeros (TUP), no es la excepción.

¿El TUP es siempre el mismo? ¿Qué cambió? (Tabla 1):

**Tabla 1: Cambios en el Transporte Urbano de Pasajeros**

1	El tráfico	De la soledad y amplitud vial, a la jungla de autos, motos, bicicletas, etc.
2	Los buses	Del camión carrozado al sedán. AA, Suspensión hidráulica, ABS, Vigías, etc.
3	La gente	Del silencio al reclamo encendido. Mayores reclamos por transporte digno.
4	La política	Del cuidado del negocio, al concepto de Servicio Público.
5	El chofer	Del chofer de buses al Conductor Profesional. De la generación X a la Y.

El transporte de HOY no es el mismo de AYER. Todos tenemos que aprender y cambiar.

Sobre el contexto externo poco podemos hacer, ya que éstos cambios, sociales y tecnológicos, ocurren independientemente de la actitud que asumamos frente a ellos.

Claramente se deben adoptar todos los elementos de seguridad que desde la industria automotriz, continuamente se crean para colaborar con la conducción de las unidades de Transporte Urbano, corrigiendo o alertando al conductor, ante fallas e imprevistos.

Al respecto podemos citar toda una batería de dispositivos tecnológicos: ABS, sensores de retroceso, control de velocidad, limitadores de velocidad, bloqueo de apertura de puertas cuando la unidad está circulando, monitoreo 100 % de las unidades por GPS, cámaras a bordo, etc. Por su puesto que todos deben ser adoptados en la medida de las posibilidades.

En cuanto a los cambios sociales no queda otra alternativa que escuchar a los pasajeros y adaptarnos a los nuevos requisitos, algunos afianzados como derechos. Hace años una posible definición del servicio de transporte podría haber sido: Trasladar pasajeros de un punto A a un punto B.

Esta definición ya no alcanza, no es sustentable y es más apropiada la de "Trasladar Clientes/Pasajeros de un punto A a un punto B, de manera rápida pero segura, en condiciones ambientales adecuadas, con canales abiertos para consultas y reclamos, accesibles, con aire acondicionado, limpios y con conductores que comprendan y resuelvan sus necesidades"

Este nuevo contexto nos obliga a transformar a nuestros colaboradores, para que entiendan, adhieran y cumplan, los nuevos requisitos de la actividad. Más allá de todos estos desarrollos, muy útiles por cierto, tenemos que comprender que a pesar de estos avances, el sistema más eficiente a bordo de un vehículo, sigue siendo el conductor.

## **4.2 La definición de políticas**

En un entorno tan dinámico y cambiante, hay aún conductores, y lo que es peor, Directivos, que siguen realizando las mismas prácticas que antaño, aún en un mundo donde aumentaron las expectativas de los pasajeros, cambió la dinámica vehicular, se modificaron las normas viales, los requisitos legales, etc.

En función de los cambios detallados en la sección 1.1, la Dirección debe definir claramente las Políticas, Principios, Valores Misión, Visión, Códigos de Ética, Manuales para pasajeros y Procedimientos internos.

## 5. DISEÑO DEL SERVICIO

### 2.1 Proceso de Diseño y Desarrollo del modelo de negocios

El "programa" que debemos instalar en esa computadora tan compleja que es el cerebro humano, debe definirse en el ámbito de la Dirección y Gerencias y luego debe difundirse entre todo el personal. Vale decir que cada empresa debe generar su propio programa, mediante políticas, misión, visión, valores, requisitos normativos o autoimpuestos o normas de gestión, apuntando a la sustentabilidad como modelo de negocios.

La etapa de diseño es el "modelo de negocio" que define la Dirección, estableciendo los objetivos a los que aspira. Simplemente deben plasmarse las directrices en procedimientos, manuales o instructivos, tomando como datos de entrada, las particularidades propias del entorno en que se desarrolla (externo e interno), la historia de la Empresa, las buenas prácticas adquiridas, los requisitos legales y los exigencias de las normas aplicables al sector (Tabla 2):

**Tabla 2: Algunas normas aplicables al Transporte Urbano de Pasajeros**

1	ISO 9001	Sistemas de Gestión de la Calidad.
2	ISO 14001	Sistema de Gestión Medioambiental.
3	ISO 39001	Sistema de Gestión de la Seguridad Vial.
4	IRAM 3810	Buenas Prácticas para el Transporte Automotor de Pasajeros.
5	IRAM 17450	Sistema de Gestión para la Prevención de Fraude Corporativo.
6	IRAM 90600	Sistema de Gestión de Reclamos.

Un buen "Modelo de Negocios" debe surgir de una integración personalizada de todos los requisitos, que seguramente atraviesan los procesos en forma transversal, como la calidad del servicio, el cuidado ambiental, la gestión de los reclamos, la prevención/mitigación de la siniestralidad y la capacitación de todo el personal.

Como resultado de esta etapa de Diseño, debe surgir un paquete documental (Manuales, Procedimientos, Instructivos, Políticas, Registros, Bases de datos, KPI's, etc.), que deben ser validados por la Dirección, Gerencias y mandos medios, modificándose y mejorándose las veces que sea necesario, para obtener un consenso interdisciplinario de lo definido, antes de difundirlo y promoverlo a los sectores operativos.

### 2.2 Proceso de Implementación del modelo de negocios

Si bien la etapa anterior de Diseño del modelo, es ardua, mayor aún lo es el proceso de Implementación.

En general, dentro de la "mesa chica" de una Empresa (Directores, Gerentes y Mandos medios), existen procesos y métodos compartidos, y existen coincidencias de

conceptos aprendidos académicamente. Es bastante simple encontrar coincidencias estratégicas en profesionales, ya que todos leímos los mismos libros y seguimos a los mismos gurúes...

La complejidad en esta etapa es poder trasladar los conceptos al personal operativo, ya que por cantidad y amplitud de personalidades, creencias o hábitos, se hace muy difícil lograr que todos internalicen las ideas de igual manera. Dentro de esa amplitud, encontramos múltiples personalidades (colaboradores, comprometidos, cuestionadores, rebeldes, indiferentes, tímidos, engreídos, etc.), como así también distintos niveles de comprensión académica (analfabetos, con educación primaria, secundaria y en pocos casos universitaria), fuera del grupo de Dirección.

Lo complejo es convencer a cada integrante de la Organización, que aplique estas ideas. En principio aparece la resistencia a los cambios y con ella el listado de las 100 causas por las que NO deben cumplirse, y es allí donde debemos apelar a las herramientas psicológicas, para llegar al conductor (también aplicable a mecánicos, administrativos, lavadores, despachantes de gasoil, inspectores, etc.).

## **6. PROCESOS BÁSICOS DEL APRENDIZAJE**

### **6.1 Marco teórico del aprendizaje**

El aprendizaje es un término engañosamente simple, pero reviste una gran complejidad. La psicología del aprendizaje es una disciplina que estudia el proceso de aprendizaje, donde operan cambios conductuales de carácter transitorio o permanente, que poseen en general, las siguientes características:

- Un individuo percibe y reacciona ante el ambiente, en forma diferente, nueva.
- El cambio debe ser resultado de las experiencias de dicho individuo, por lo tanto, es atribuible a estudios, prácticas, repetición u observaciones que él mismo ha vivido.
- El cambio puede ser permanente o efímero ya que los comportamientos que se han adquirido y olvidado de inmediato, no se han aprendido

Si bien existen distintos métodos de enseñanza, y muchos de ellos, son variaciones de los mismos, en este estudio abordaremos los dos enfoques que hemos aplicado en nuestra experiencia particular en La Mixta de Rosario: el conductual y el cognitivo.

### **6.2 El enfoque conductual**

El enfoque conductual es el estudio de la relación entre estímulos y respuestas; es una corriente de la psicología formulada por John B. Watson (1878-1958) e inicialmente basada en los descubrimientos en torno al condicionamiento clásico, que defiende el empleo del método científico y procedimientos estrictamente experimentales para estudiar la conducta y relega a un segundo plano, la posibilidad de utilizar los métodos subjetivos como la introspección. Existen una gama de autores, desde Pavlov hasta Skinner quienes aportaron al conductismo el condicionamiento operante.

El condicionamiento clásico, es un tipo de aprendizaje en el que un estímulo, inicialmente neutro, es presentado en forma repetida, junto con un estímulo significativo que no es neutral. Éste es un aporte del fisiólogo ruso Ivan Pavlov, quien lo descubriera indirectamente en su famoso estudio de los procesos digestivos, ensayando en perros y conocido comúnmente como "Reflejo Condicionado".

Posteriormente F. B. Skinner desarrolla el condicionamiento operante, concepto de aprendizaje en el que los actos realizados en forma libre, incrementan o reducen su probabilidad de ocurrencia, según las consecuencias que provoquen.

### **3.3 El enfoque cognitivo**

El enfoque cognitivo está basado en los procesos que tienen lugar atrás de la conducta. Cambios observables que permiten conocer y entender qué es lo que está pasando en la mente de la persona que se encuentra aprendiendo. Se dedica a la conceptualización de los procesos de aprendizaje y establece pasos importantes, como son: que la información sea correctamente recibida, luego sea organizada y almacenada y luego sea vinculada. En este sentido podemos citar a Piaget, psicólogo exponente del desarrollo intelectual como proceso que sigue un camino ordenado, sistemático y secuencial.

Piaget en su teoría, establece que la comprensión y modificación de esquemas intelectuales, son creados mediante la operación de dos procesos innatos que llamó organización y adaptación.

- La organización es una tendencia innata a integrar o combinar los esquemas disponibles en sistemas de conocimiento coherentes. Según Piaget este proceso se da en dos etapas: asimilación y acomodación.
- La adaptación es una tendencia innata a ajustarse a las variaciones del contexto ambiental.

## **7. APLICACIÓN DE LAS TEORIAS EN LA PRÁCTICA**

### **4.1 Métodos de enseñanza**

Los seres humanos perciben y aprenden las cosas de formas distintas y a través de canales diferentes. Según la información de la que disponemos, actualmente no existe un entorno de aprendizaje universal ni un método apropiado único para todos, por lo que es indispensable apuntar a ambos aspectos. Ya sea que apliquemos cualquiera de los dos enfoques, podemos valernos de algunas herramientas que nos ayuden a internalizar los conceptos, criterios, políticas y valores, en nuestros colaboradores:

- **Aprendizaje repetitivo:** Una vez establecidos los criterios, políticas y procedimientos, se deben repetir hasta que se fijan en la psiquis del conductor. Por ejemplo uno de los lemas de La Mixta es "Primero la seguridad" y este lema es recordado permanentemente a cada conductor, por Supervisores, Inspectores, Coordinadores, Gerentes y Directores. TODOS con el mismo discurso, en forma permanente y sostenida.
- **Aprendizaje receptivo:** en este tipo de aprendizaje el sujeto sólo necesita comprender el contenido para poder reproducirlo, y lo acepta porque coincide con el concepto. Capacitaciones, talleres, actividades de discusión.
- **Aprendizaje por descubrimiento:** el sujeto no recibe los contenidos de forma pasiva; descubre los conceptos y sus relaciones y los reordena para adaptarlos a su esquema cognitivo. Es el típico ejemplo de "Aprender por experiencia". Un conductor que ha tenido siniestros con menores involucrados, automáticamente reduce la velocidad, al pasar por una escuela.

### **4.2 Aplicación práctica**

Al respecto quien diseñe el Sistema de Gestión de la Organización, debe capacitar mediante las herramientas arriba detalladas, y debe personalizar el método en función del perfil del conductor. Esto requiere tiempo, dedicación y conocimiento del entorno y situación de cada uno de los capacitados, incluyendo problemas familiares, particularidades, debilidades y fortalezas, para poder formatear el "disco rígido" de vicios preexistentes, e "instalar" ideas fuerza y conceptos acordes a las definiciones empresariales, hasta que el concepto quede firmemente instalado y se torne un comportamiento conductual, automático. En forma previa las políticas y condiciones



deben estar claramente formuladas desde la Dirección y difundidas entre mandos medios, para evitar el doble mensaje.

Un claro ejemplo en el que se evidencia la falta de método de enseñanza eficaz, es en la implementación de Normas. Un Implementador puede desarrollar un Sistema de Gestión de excelencia, pero si no puede convencer, trasladar y afianzar sus fundamentos en la cabeza de los Conductores, el Sistema no se aplica. A diferencia de una computadora, un ser humano requiere un tratamiento especial para aceptar recomendaciones y debemos valernos de las herramientas que la psicología nos brinda, hasta tanto se desarrollen buses autónomos que no requieran de la intervención humana.

### **4.3 Combinación de enfoques**

Para resumir en pocas palabras cada uno de los enfoques de enseñanza, podemos simplificarlos hasta la máxima expresión:

- Enfoque Conductual: Aprendizaje por premio y castigo.
- Enfoque Cognitivo: Aprendizaje por convencimiento.

### **4.4 La inversión**

Hace décadas un empleado era una persona que apretaba el botón repetidamente durante 12 horas, escribía exactamente lo que le dictaban o manejaban buses cumpliendo recorrido y horario. No debía pensar. Solo ejecutar órdenes y el enfoque que se practicaba era claramente el Conductual: Si acatas hay premio, si cuestionas y no cumples, hay castigo.

En este siglo XXI con la llegada de los millennials (la generación Y), el enfoque del "Capataz" ya no es ni eficaz ni eficiente. Aplica claramente el enfoque Cognitivo: Te explico claramente el impacto que tu error tiene en el producto/servicio, en los pasajeros, en la empresa, en tus propios compañeros, en la sociedad.

Por supuesto que ambos métodos conviven en forma personalizada en cada colaborador, y debemos comenzar el aprendizaje con el enfoque cognitivo para en última instancia, aplicar el enfoque conductista:

Conocerlo, generar un lazo afectivo/laboral, presentarlo a los integrantes de la Empresa, realizar la inducción, capacitar, acompañar, tutorear y entregar feedback, capacitar, marcar los errores, charlar, citarlo, capacitar, llamar la atención, convocar a una reunión por bajo desempeño, capacitar, hacer informe, sancionar, desvincular.

Véase que en el proceso debemos capacitar las veces que sea necesario.  
Comenzar con Piaget y finalizar con Skinner.

#### **4.5 Los antecedentes**

Todo se reduce a eso. Y es una fórmula que se describió científicamente, a partir del siglo XIX, con la irrupción de la ciencia y los estudios científicos  
Todos los psicólogos, filósofos, filólogos, sociólogos y demás humanistas, quizás describan un comportamiento innato, natural, ancestral...

Ya en 1513, mucho antes de Pavlov, Skinner, Piaget, Maslow, Herzberg, Mc Gregor, y otros, Maquiavelo aconsejaba (de forma instintiva e inspirada) a los Médicis que deben ser amados y temidos simultáneamente.

El sentido contextual de Nicolás Maquiavelo respecto de ser amado (Resultado del enfoque cognitivo, bien aplicado) y/o temido (enfoque conductista), radica primordialmente en que debe haber un punto equidistante entre uno y otro; es decir: "un Líder, entendiéndose no como tal, sino como la cabeza de una Empresa o sector, debe ser justo y al mismo tiempo hacerse temer, en cierta manera, para mantener la firmeza de los procesos que gestiona, no ser demasiado temerario, pues será odiado, y no ser del todo indulgente, pues esto desencadena desorden y posteriores ineficacias e ineficiencias".

(Readaptación al contexto empresarial del texto de Nicolás Maquiavelo, en El Príncipe)

El Líder debe ser astuto como un zorro y feroz como un león.

## **8. LOS RESULTADOS**

### **5.1 Los números**

Podríamos mostrar cerca de 250 indicadores que monitorean cada uno de nuestros procesos importantes, pero preferimos exponer la Encuesta Permanente de Pasajeros (EPP) que realiza el Ente de Movilidad de Rosario (EMR) dependiente de la Municipalidad de Rosario (MR). Con el objetivo de evaluar la percepción de los usuarios sobre el servicio del Transporte Urbano de Pasajeros de Rosario, se ejecutan encuestas semestrales, desde el año 2006 aproximadamente sobre 4500 pasajeros mediante una consulta directa respecto de cada una de las líneas que componen el sistema. Entendemos que más allá de la "visión" que tengamos de nosotros mismos, como Empresa, nada mejor que la opinión de los usuarios del sistema.

El operativo es realizado a bordo de las unidades del TUP y los datos registrados permiten obtener indicadores generales del servicio, indicadores por empresa e indicadores por línea; relevándose además:

- Estado e higiene de las unidades,
- Comodidad y espacio de los coches,
- Frecuencia del servicio,
- Disponibilidad de información al usuario y
- Comportamiento del personal de conducción.

La metodología utilizada y los resultados obtenidos cuentan con el aval de la Escuela de Estadística de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística dependiente de la Universidad Nacional de Rosario, que certifica la metodología y la incertidumbre de la encuesta.

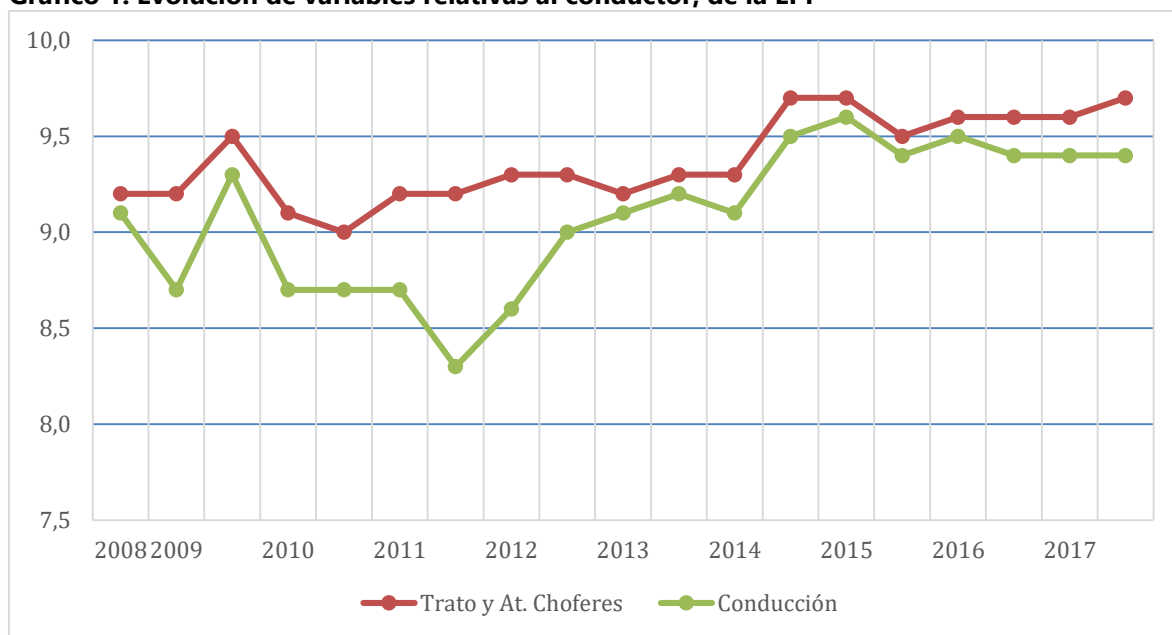
Observamos que la variable "Comportamiento del personal de conducción", mejora en forma sostenida, aplicando los métodos arriba descriptos (Tabla 1)

**Tabla 1: Evolución de variables relativas al conductor, de la EPP**

	2008		2009			2010			2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
EMTR	DIC	JUN	DIC	JUN	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT	MAY	OCT	
Trato y At. Choferes	9,2	9,2	9,5	9,1	9,0	9,2	9,2	9,3	9,3	9,2	9,3	9,3	9,7	9,7	9,5	9,6	9,6	9,6	9,6	9,7	9,7	
Conducción	9,1	8,7	9,3	8,7	8,7	8,7	8,3	8,6	9,0	9,1	9,2	9,1	9,5	9,6	9,4	9,5	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	

Consideramos que la aplicación de un modelo sustentable de gestión, basado en normas, valores y buenas prácticas, asociado a un modelo de capacitación permanente y actividades que exceden la simple prestación del servicio, influyeron sobre el comportamiento de nuestro personal, logrando el compromiso de cada uno de nuestros colaboradores, quienes comprenden el impacto personal, social y económico (positivo o negativo) que generan sus comportamientos (Gráfico 1).

**Gráfico 1: Evolución de variables relativas al conductor, de la EPP**



En el gráfico 1 vemos que la percepción de los pasajeros en cuanto a "trato y atención del conductor" y "conducción" (ambas dependientes del chofer) mejora de 9 a 9.34 desde 2010 hasta el 2017, siendo este valor, un promedio de ambos aspectos. Detalladamente vemos que el atributo "Conducción", dividiendo los diez años (2008 – 2017) en dos quinquenios, aumenta de 8.8 a 9.4, lo que en esos niveles de desempeño es más difícil de conseguir. Una mejora tan sustancial en lo numérico y en lo estadístico, evidenciado en la serie graficada y que muestra una clara tendencia positiva, con pendiente superior a las otras empresas evaluadas, no es fácil de lograr.

## 5.2 Las recomendaciones

A diferencia de una computadora, un ser humano requiere un tratamiento especial para aceptar recomendaciones y debemos valernos de las herramientas que la psicología nos brinda, hasta tanto se desarrollen buses autónomos que no requieran de la intervención humana.

Debemos aplicar los enfoques de enseñanza cognitivo y conductual, en forma secuencial, progresiva o combinada, en distintos grados, siempre en función de las características de cada colaborador y del contexto. En general la correcta aplicación del enfoque cognitivo es suficiente para fijar los conceptos y no es necesaria la aplicación del enfoque conductista.

Si la aplicación de estos enfoques es exitosa, luego debemos centrarnos en la motivación permanente del personal, la que está vinculada directamente a la obtención

de buenos resultados. Tal como promueven Maslow, Herzberg, y Mc Gregor, se debe comenzar por la base de la pirámide: Satisfacción de las necesidades básicas, y continuar con la seguridad laboral, el sentido de pertenencia, la autosatisfacción y la realización personal. Para ello implementamos acciones de colaboración con los actores sociales, como grupos de ayuda solidaria, talleres de seguridad vial en escuelas, reuniones de camaradería e integración familiar, establecimiento de incentivos económicos por productividad, círculos de mejora, participación en proyectos especiales, y, finalmente, festejo de los logros.

Igualmente, más allá de la capacitación formal y las actividades de motivación, y como "otra" forma de capacitación, los mandos medios y gerentes deben permanentemente interactuar con los conductores y reforzar conceptos, tal como reza el "Método Toyota" que promueve que el personal de dirección, debe estar en la "trinchera", renegando de mandos medios atornillados a su butaca, que toman decisiones desde un escritorio y no reciben feedback de los procesos, los empleados o los clientes. Hay que trabajar. Hay que mirar y escuchar. Hay que dar el ejemplo... murmuraba por lo bajo Kiichiro Toyoda, mientras caminaba entre sus trabajadores...

El mensaje único y repetido, debe ser parte inherente de la conciencia del conductor y es nuestro deber asegurarnos que las consignas sean comprendidas y cumplidas, mediante control, seguimiento y supervisión. Propongámonos ser "programadores" que "instalan" buenas prácticas y convierten a Choferes de buses en Conductores Profesionales.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Juran J. M., F. M. Gryna, R. S. Bingham (2005). *Manual de Control de Calidad*. Editorial Reverté. España.
- Liker J. (2006) *Las claves del éxito TOYOTA*. Editora Gestión 2000. España.
- Mc Gregor D. (1960). *The human side of enterprise*. Editorial Mc Grow-Hill Company. New York.
- Maquiavelo N. (2003). *El Príncipe*. Editorial Gráficas Cofas S.A. España.
- Maslow A. H. (1954). *Motivation and personality*. Harper and Bros Editores. New York.
- Shaffer D. (2000). *Psicología del desarrollo*. International Thomson editores. México.
- Toyoda E. (1987) *Fifty years on motion*. Kodansha international. Japón.

# **LA SEGURIDAD EN LA MOVILIDAD. EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PERCEPCIÓN DE LA SEGURIDAD EN LAS REDES DE MOVILIDAD**

**Fernando Nunes da Silva**

Instituto Superior Técnico de Lisboa. CESUR. CERES. Lisboa, Portugal, fnsilva@tecnico.ulisboa.pt

**Francesc X. Ventura i Teixidor**

UPC., IST, Lisboa. Eficiencia Locacional. VVM, S.L., Barcelona. España. fxventura@vvm.cat

## **RESUMEN:**

Existe una relación intensa entre los conceptos "Ordenación del Espacio Urbano", "Sensación de Seguridad" y "Ejercicio del Derecho a la Movilidad". A nuestro juicio es inadecuado proponer un "Modelo Urbanístico" asociado a un "Modelo de Movilidad", con expectativas de éxito en su implementación, sin haber evaluado antes los riesgos en relación a los desplazamientos en ese entorno, ni estudiado las posibles alternativas en función de los resultados obtenidos. Se necesita para ello un método de parametrización de los factores que inciden en la formación de un "Clima de Percepción de la Seguridad" en relación a la Movilidad. Hay una interesante y extensa producción académica sobre mecanismos de fomento de la seguridad vial, pero pocos textos introducen los "aspectos indirectos", que tanto influyen en la toma de decisiones respecto al uso del espacio público, en la selección de los itinerarios y en el comportamiento de los ciudadanos durante una "cadena multimodal de desplazamientos". Lo que se pretende en esta presentación es vincular las diversas percepciones de los niveles de seguridad (o inseguridad) que "sentimos" o "sufrimos" en el espacio urbano, en términos de accidentalidad potencial y de seguridad personal, "safety and security", para ver cómo nos afectan, en una visión integral y completa, y como nos inducen a decidir determinadas "alternativas de movilidad".

## **1. INTRODUCCIÓN**

Esta ponencia propone unas bases para la preparación de "Herramientas de Evaluación de Niveles de Percepción de la Seguridad en Redes de Movilidad de Entornos Urbanos y Metropolitanos".

Se trata de un resumen adaptado de un trabajo de Doctorado en Ingeniería del Transporte, realizado por uno de los autores en el año 2017, en el Instituto Superior Técnico de Lisboa.

A partir de la segmentación de un universo de desplazamientos, en función de las características sociológicas de quienes integran una Comunidad y de sus hábitos o disponibilidades para desplazarse (peatones, conductores, usuarios del transporte público, etc.), se cruza con una matriz integrada por modos de locomoción (andar, bicicleta, vehículo privado, bus, metro, taxi,...) y determinados factores (no siempre

evidentes) de mitigación o fomento de los niveles potenciales de riesgo (sistemas de información y comunicación, estrategias de gobernanza, diseño de puntos oscuros, selección de materiales de urbanización, condiciones de confort, etc.).

El resultado final debe conducirnos a un/unos algoritmo/s, que damos en llamar "Índice/s de evaluación del nivel de percepción de la sensación de seguridad en la Movilidad" (IPS), obtenido/s a partir de la detección y tratamiento de diversos indicadores, en base a la disponibilidad de información existente y a trabajos de campo y encuestas, para así poder evaluar el "Estado de la Percepción de la Seguridad en una Red de Movilidad", las tendencias que se inducen en este campo y el resultado de la aplicación de políticas de fomento de una Movilidad sostenible, racional y eficiente, también en términos de potencial de seguridad.

Con un objetivo final: demostrar que incrementar la "sensación y la percepción de seguridad" no es tan sólo reducir la accidentalidad o los índices de delincuencia, es esencialmente conseguir que la gente "crea" que puede desarrollar sus proyectos vitales en un entorno seguro; que no se sienta aislada, ni con miedo o terror por tener que salir a la calle, desplazarse y relacionarse.

Es nuestra intención también en este sentido, aportar instrumentos para ayudar a demostrar que la sensación de seguridad viene condicionada por factores objetivos, cuantificables, "medibles", luego capaces de ser corregidos, atenuados o potenciados.

## **2. ESQUEMA METODOLÓGICO**

En esencia, la propuesta metodológica consiste en elaborar una tabla de "descriptores" relacionados con "la morfología, el estado, la organización o el funcionamiento de las redes de transporte, el sistema viario y el espacio urbano", que nos permita acabar estableciendo un protocolo que determine unos "indicadores de evaluación del nivel de percepción de la sensación de seguridad en la movilidad", que pueden limitarse a un ámbito local (restringido) o estar circunscritos a determinados modos de desplazamiento, pero que también pueden ser utilizados integradamente en un índice final sintético.

### **2.1. Tipologías de individuos a analizar**

Para ello debemos comenzar por identificar las tipologías de individuos y escenarios de desplazamientos que queremos evaluar:

En nuestro caso se analiza al peatón, pues consideramos que en casi todos los desplazamientos se produce una etapa en la que el modo utilizado es el caminar y que, al ser el eslabón más frágil de la cadena de desplazamientos, todo lo que se haga en su beneficio redundará en el resto de modos.

Al ciclista, como ejemplo paradigmático de un cambio de modelo en los hábitos de movilidad de muchas de nuestras ciudades.

Al conductor/usuario de vehículo privado, por representar (en general) a un porcentaje muy elevado de los desplazamientos que se realizan y por su propia connotación sociocultural.

Y al usuario del transporte público, sea individual o colectivo, formal o informal.

Aunque también se han estudiado indicadores que permiten poner en valor las sensaciones de riesgo de otros colectivos (los operadores de transporte y su personal, o los agentes de las fuerzas de seguridad y de otros servicios públicos, que desarrollan sus actividades en el espacio viario).

## **2.2. Los paquetes de indicadores.**

Para cada uno de los colectivos hemos definido un "paquete de indicadores", que se ha intentado no repetir miméticamente. Incluso cuando los datos parecen ser los mismos, la aproximación a su análisis y valoración se ha realizado desde un enfoque particular (p.ej., importancia del alumbrado público distinguiendo entre un conductor de automóvil, un ciclista o un peatón, con rangos diversos de dependencia).

Se han compilado más de 100 tipos diferentes de indicadores y, como se verá, para cada uno de ellos hemos definido el concepto a identificar, la manera de cuantificarlo (todos los indicadores, incluso los más subjetivos, han de ser "medibles", para poder ser incluidos en la fórmula de cálculo) y que factores de ponderación podemos aplicar para "ajustar" los valores obtenidos y hacerlos proporcionales al conjunto del ámbito o la malla objeto del análisis.

Los valores así obtenidos se han homogeneizado a base 100, para poder aplicar coeficientes de ponderación (p.ej., peso de cada modo de desplazamiento en el mix modal del entorno o tasa de accidentalidad soportada por cada colectivo).

El sumatorio ponderado del conjunto de indicadores, para cada grupo de estudio (peatones, conductores, usuarios de transporte colectivo, etc.) aporta un primer subíndice parcial, y la aplicación a estos subíndices de los factores de ponderación



antes mencionados nos permite crear el índice final sintético.

### **2.3. Árbol de indicadores y descriptores y su cuantificación**

Se han definido bloques de estudio, agrupados en subconjuntos que se abren en forma de árbol, hasta el nivel de cada descriptor. La estructura tiene epígrafes del estilo de:

- En el sistema viario y de espacios públicos: el peatón, el ciclista o usuario de modos amables (no motorizados) y el conductor o usuario de vehículos a motor (coche o motocicleta).
- En el uso del transporte público: el usuario del transporte individual (taxi y otros) i el del transporte colectivo, con las variantes de usuario del transporte ferroviario, metro o tranvía y usuario del transporte de superficie (bus).
- Desde un enfoque global de la Movilidad: las capacidades, organización y competencias de las Fuerzas de Seguridad y de otros cuerpos de Servicios Públicos o la seguridad de los Agentes de la Movilidad.
- Las tipologías de infraestructuras dedicadas a los desplazamientos (viarias y guiadas, estaciones, aparcamientos, tecnologías...).
- La organización del espacio urbano (diversidad de actividades en un mismo ámbito, distribución por franjas horarias, presencia de agentes institucionales).
- La señalética (entendida como diálogo entre ciudad y ciudadano) y los mensajes en los medios de comunicación (con sub-apartados como la percepción de la comunicación oficial o la visión desde las redes sociales).
- La educación en seguridad, tanto formativa como divulgativa.

Para cada uno de los bloques se han descrito sus indicadores, con apartados y sub-apartados, que denominamos descriptores, como en el caso siguiente:

Para el conductor de vehículo privado (g.1.3) (\*), en el caso de tres o más ruedas (g.1.3.1), en relación a las condiciones de regulación de tráfico (g.1.3.1.a): cruces totalmente semaforizados (g.1.3.1.a.1), porcentaje de vías de doble circulación (g.1.3.1.a.2), cruces con giro a la izquierda permitido (g.1.3.1.a.3), longitud de vías con restricciones de tráfico (zonas 30) (g.1.3.1.a.4), vías controladas a distancia (g.1.3.1.a.5) y gestión del tráfico pesado (g.1.3.1.a.6). (\* La numeración se corresponde con la estructura utilizada en el trabajo de doctorado)

Algunos descriptores son directos y otros indirectos (a mayor, menor). Es necesario por tanto homogenizarlos, para poder proceder a su integración, hasta conseguir completar cada rama de ese árbol.

Para este mismo supuesto, otras ramas estarían formadas por las condiciones de conservación del espacio viario y la señalización (nivel de conservación de pavimentos, señalización horizontal o vertical, zonas inundables...), la gestión del aparcamiento (reserva de plazas en edificios, porcentaje de plazas de pago, sustracción y robo...), el aseguramiento del vehículo (niveles de cobertura, accidentalidad detectada, economía del seguro...), etc.

Como se ha dicho también, es imprescindible que todos los conceptos que se identifican como susceptibles de integrar indicadores, puedan ser utilizados como descriptores y para ello han de resultar cuantificables y medibles y homogeneizables.

Veámoslo también en otro ejemplo. Para el bloque del usuario del transporte público individual, algunos de los indicadores utilizables pueden ser:

- Carriles reservados para la circulación de taxis (exclusivos y/o compartidos) y paradas y zonas de espera para encoche. Longitud de calles con carril reservado respecto a la totalidad de la malla viaria y número y capacidad de las paradas por licencias autorizadas y por longitud de malla viaria.
- Siniestralidad en relación al resto del parque vehicular. Porcentaje (ponderado por horas/km realizadas o estimadas) de incidentes ocurridos en vehículos dedicados al servicio de taxi y en el parque automóvil general.
- Conectividad a una central de gestión de flotas. Proporción del total de la flota que está adscrita a un centro de gestión. Posibilidad de interlocución directa del pasajero con el centro de gestión, mediante equipos embarcados.
- Facilidad en la identificación de conductor y vehículo. Control sobre quien presta el servicio, su competencia para ello. Características del vehículo. Indicador cualitativo.
- Procedimientos de solicitud de servicio. Trazabilidad. Existencia de registros de solicitudes y número de servicios encomendados bajo sistemas de control respecto del total de servicios. Posibles incidencias, retrasos o incumplimientos.
- Condiciones de confort y limpieza. Número de lavados por semana; promedio del conjunto de la flota. Percepción de los usuarios a través de encuestas o denuncias.
- Condiciones mecánicas de la flota. Edad promedio del parque, periodicidad de revisiones obligatorias y porcentaje de vehículos inmovilizados por deficiencias.

#### **2.4. Mecánica de la identificación de descriptores**

Cada uno de los descriptores ha de ser detallado con precisión y debe definirse la

fórmula de cálculo del valor que lo identifica. Ejemplo sobre el peatón:

*Sección exclusiva de calle.* Medimos el porcentaje de longitud de calles, plazas y avenidas que disponen de una sección, específicamente libre de paso, igual o superior a 1'50m, que no presenten obstáculos (arbolado en la acera, quioscos, terrazas de bares, venta ambulante, señalización vertical, etc.) o que, en el supuesto de que existan, sea posible mantener la sección libre de paso mínima de 1'50m. El cociente de este valor se divide por la longitud total de la malla viaria del ámbito de estudio, que previamente se habrá tabulado. Al operar con porcentajes, hay ya una escala armonizada en base 100. Es además un indicador directo, a mayor porcentaje mejores condiciones de desplazamiento y más seguridad frente a riesgos de atropello o conflictividad con otros peatones o modos que compartan calzada. Al valor obtenido se le aplica un factor de ponderación, p.ej., por existencia "generalizada" de barreras físicas que impidan o dificulten el paso o por accesos a estacionamientos situados en la acera (vados) (factor hasta +25%).

*Protección/prioridad para el peatón.* Deberán analizarse todos los cruces e intersecciones de la malla viaria, para identificar aquellos que estén semaforizados y/o los que dispongan de pasos preferentes para el peatón (pasos cebra). El indicador será el cociente entre el número de pasos "protegidos" y la totalidad de puntos de cruce. Nuevamente se trata de un indicador directo de base 100. Aquí es muy relevante aplicar un factor de ponderación que ponga en valor tres aspectos: los tiempos de paso en ola verde para el peatón en los semáforos, calculados a una velocidad igual o inferior a 4km/h (la máxima alcanzable por una mayoría de peatones), la existencia de señalización vertical, que indique a los conductores la proximidad de un paso preferente de peatones y la conservación de la señalización horizontal, que delimita el ámbito de paso protegido (factores hasta +/-25%). El criterio de aplicación del factor deriva del porcentaje de pasos que cumplen cada uno de los parámetros anteriores, con una cierta componente de apreciación subjetiva.

*Alumbrado nocturno.* Se miden los metros lineales de aceras en calles, avenidas y plazas (en todos los laterales o, si existen, también en los paseos centrales) que dispongan de alumbrado público, considerando que el nivel de iluminación es correcto cuando existen luminarias situadas a distancias aproximadas de 20/25m y que los conos de iluminación sólo dejan de impactar en el pavimento distancias inferiores a los 2m., entre uno y otro. La intensidad lumínica mínima aceptable se determinará, para cada proyecto, en función de los parámetros usuales utilizados en la zona (en general aceptables en el rango del 75% del estándar de cálculo). El valor así obtenido se dividirá por la longitud total de la malla viaria (calculada por el mismo método: ambos lados de calles y si es el caso tercianas; y evidentemente, también se incluirán los corredores viarios que no dispongan de aceras). El porcentaje obtenido vuelve a ser una escala de

base 100. En este caso se aplicará un factor de ponderación por número de “puntos oscuros” detectados a lo largo de las trazas de aceras (trechos de vía en los que se interrumpe la continuidad de báculos o luminarias, por estar deteriorados o ser inexistentes). El factor de ponderación puede ser de hasta un -20/30% (un nivel superior de “puntos negros” descalificará el tramo de vía de su condición de “alumbrada” y desaparece a efectos del cálculo del índice).

*Conectividad con otros modos de desplazamiento.* Se identifican a lo largo de los corredores de tráfico (con posibilidades de desplazamiento peatonal), por tramos de 1km de longitud (que se corresponden con promedios de 12/15 minutos andando, tiempo usual y razonable para una etapa peatonal), el número de instalaciones y puntos de parada, identificados y que cumplan con unos requisitos mínimos (p.ej. iluminados, con personal de servicio o vigilancia, franja horaria de funcionamiento, intensidad de uso, etc.). Del resultado del análisis se obtendrán dos datos: número de puntos de intercambio modal promedio por km de longitud de malla y porcentaje de tramos de vías que tienen posibilidad de acceso a otros modos, en relación a la longitud total de la malla. Este segundo valor será el utilizado como escala de dimensión de validación, de base 100. El primer dato (que puede ser ponderado también por el número de tramos por debajo del promedio, como indicador de concentración de puntos en determinados corredores y, en consecuencia, como factor de falta de homogeneidad de la malla) junto con la calificación (subjetiva e indirecta) de las características estimadas de los diversos puntos de acceso (las de los requisitos estándar y las reales de cada punto detectado) permitirá aplicar un factor de ponderación al valor inicial obtenido (+/-25%).

*Relación con “Sistemas de Vigilancia”.* La identificación de este factor de valoración es bastante más compleja y el análisis tiene una fuerte componente subjetiva y mayores dificultades de obtención de datos. Se trata de saber detectar posibilidades de “llamar la atención” ante situaciones de riesgo potencial, a lo largo de un recorrido peatonal. Nuevamente, mediante un trabajo de campo, por tramos de malla de 1km de longitud, habrá que contabilizar las video-cámaras (públicas y/o privadas, de entidades bancarias o centros comerciales, p.ej.) instaladas a lo largo de las vías, los cruces y recintos vigilados, que estén enfocadas en dirección al recorrido peatonal (directa o indirectamente); si existen, teléfonos públicos o cabinas de atención al ciudadano, desde donde poder llamar; los puestos de vigilancia de empresas e instituciones (en función de su nivel de accesibilidad). También los puntos y tiempos de paso (precisos o estimados) de las rondas de los servicios policiales (si es que existen) durante un periodo horario. El sumatorio de todos estos factores (y otros específicos de cada ámbito, si es que existen) constituye la “oferta” de puntos posibles por km de recorrido. Habrá una parte de la malla viaria que no disponga de ninguna posibilidad o que esta sea imperceptible para atender necesidades reales, como habrá entornos

sobresaturados. Estimaremos entonces el porcentaje de malla viaria que "carece" de posibilidades de comunicación, en caso de peligro potencial o "sensación" de que pueda ocurrir. El porcentaje así obtenido será un indicador "inverso", a homogeneizar con la fórmula correspondiente y convertir también a base 100. En este caso aplicará además un factor de ponderación negativo (que puede llegar a invalidar al propio indicador) como consecuencia de la "efectividad" de estas medidas. Se identificará/estimaré el número de llamadas recibidas por los cuerpos policiales y su procedencia, los tiempos de respuesta a las peticiones de auxilio y los protocolos de intervención de los servicios privados de vigilancia y de las propias fuerzas de seguridad. De los niveles de eficiencia y eficacia detectados se extraerá este factor de ponderación (que puede llegar a ser de -100%, en caso de no detectar ningún tipo de comunicación o respuesta a peticiones de auxilio).

De manera similar se actúa para otros bloques y ramas del árbol de indicadores.

### **3. CONCLUSIONES**

Como puede deducirse, el proceso de formulación de indicadores es básico para el resultado del trabajo. Debemos ser conscientes de las dificultades que nosotros mismos podemos crearnos, si intentamos llegar a niveles de precisión que exijan una dedicación superior a los recursos que ya tengamos o seamos capaces de obtener.

Hay que destacar, por otra parte, que en buena medida este análisis es el resultado de aplicar una "observación más particular" a una realidad y a unos datos con los que trabajamos constantemente. Ser capaces de "ver" la realidad y de "repensar" la información de que ya disponemos, o de trabajarla de una manera diferente, nos puede ayudar a conocer mejor el entorno que afecta a nuestra "seguridad".

Intentar poner a disposición de todos esta información contrastada, correctamente evaluada, con trazabilidad temporal, que nos ayude a contextualizar tanto los episodios coyunturales como las tendencias profundas, expresada inteligiblemente (es decir, que resulte útil a los profanos), con pautas ordenadas, que valoricen aspectos del conocimiento del funcionamiento del sistema viario y de espacios públicos, de los edificios e instalaciones que los rodean y de las redes de transporte y sus equipamientos, ha sido uno de los objetivos fundamentales de este trabajo.

Sin embargo no es tan importante la metodología planteada para identificar los indicadores a evaluar, los descriptores, los factores de ponderación, los criterios de síntesis y los pesos homogeneizadores, que permiten alcanzar un Índice Sintético de Percepción de la Seguridad (IPS), con ser ello académicamente interesante y quizás

incluso útil, como el proceso de reflexión paralelo, imprescindible para encajar el primer objetivo, acerca de cada uno de los conceptos que influyen en ese Modelo de Movilidad, que por activa o por pasiva, continuamente vamos (re)creando.

En cada ámbito territorial, deberán utilizarse factores diversos para analizar y valorar las condiciones objetivas y subjetivas de Seguridad en la Movilidad. Un método de estudio será siempre útil, pero sólo si somos capaces de profundizar también en lo que no es pura métrica (sin abandonar la constatación cuantitativa, la capacidad de síntesis y la de comparación con otros entornos).

Y si también nos atrevemos a no seguir miméticamente modelos estandarizados y a crear nuestra propia herramienta de evaluación, la que mejor responda a nuestras necesidades de conocimiento y de explicación. Por eso el modelo de IPS propuesto es totalmente abierto y ha de poder ser adaptado, puesto en cuestión, contrastado con otros. Porqué sólo será eficaz y valorado socialmente si se integra en el contexto de cada ámbito de estudio.

Por otra parte, la "capacidad de comunicación", conseguir que los interlocutores (de cada nivel) "entiendan" (y sólo entenderán si se lo sabemos explicar) las cifras y las correlaciones que emanen de nuestros modelos de evaluación, es tan o más relevante que los propios resultados.

Es preciso acabar con unas reflexiones finales:

Estimular la evolución y transformación de nuestras ciudades para que se conviertan en metrópolis compactas y multifuncionales, eficientes y organizadas, capaces de atender las necesidades y deseos individuales y colectivos de sus habitantes, inclusivas y que eviten las desigualdades sociales, es una garantía de reducción de la delincuencia, gracias al impulso que la propia ciudadanía ejercerá sobre su entorno.

En ese contexto la Movilidad aparece como un ámbito de relación personal y de interlocución colectiva, que permite desarrollar "proyectos vitales". Una ciudad "segura" facilita los desplazamientos y desplazarse "libremente" es la condición imprescindible para poder interactuar en el seno de la Comunidad.

Sin un soporte institucional continuado, unas fuerzas policiales y una judicatura que garanticen la observancia de la Ley, actuando coordinadamente con el resto de estamentos y organizaciones, un modelo educativo que inculque estos valores y unos medios de comunicación y unos creadores de opinión que "defiendan" el relato, tampoco será posible alcanzar, y especialmente mantener, niveles elevados de "confiabilidad y seguridad" en nuestro espacio público.

Y sólo "constatando" que hasta en los aspectos más "profundos" del funcionamiento de la ciudad existe posibilidad de confiar, se crearán las condiciones objetivas que permitan a los ciudadanos optimizar sus potencialidades de relación.

Por ello es tan necesario proponer métodos de evaluación de la percepción del nivel de seguridad (como el IPS), que sean contrastables y alimenten la confianza ciudadana. Los profesionales han de ser conscientes de la importancia que supone saber crear este "clima de confianza", más allá incluso de la aplicación de soluciones técnicas, sean de carácter preventivo o paliativo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Allemand, S., et al (2004). "*Les sens du mouvement*". Institut pour la Ville en Mouvement. Éditions Belin. París.

Asamblea de las Naciones Unidas. UN Hábitat. Documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) (2016). "*Declaración de Quito sobre Ciudades y Asentamientos Humanos Sostenibles para Todos*". Recuperado de: <http://www.habitat3.cl/wp-content/uploads/2016/10/Nueva-Agenda-Urbana-Habitat-III.pdf>.

Bana e Costa, C.A. y Beinat, E. (2005). "*Model-structuring in public decision aiding*". The London School of Economics and political Science. London.

Batista e Silva, J. et al (2013). "*Improving visual attractiveness to enhance City-River integration. A methodological approach for ongoing evaluation*". Planning Practice and Research (28-2). Recuperado de: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84876240216&partnerID=MN8TOARS>

Bonanomi, L. (Compilador) (1990). "*Le temps des rues. Vers un nouvel aménagement de l'espace rue*". Institut de Recherche sur l'Environnement Construit (IREC) et GCR-Genève. Genève/Laussane.

Caniglia, C. (1970). "*Spazio pubblico per la città (Problemi della mobilità pedonale)*". Instituto di Architettura e Urbanística. Facoltà di Ingegneria. Napoli.

Carrillo, O.; Cantú, J. y Sánchez, T. (2013). "*Indicadores de la percepción ciudadana de seguridad en el Área Metropolitana de Monterrey*". Tecnológico de Monterrey y Centro de Investigación Ciudadana. Monterrey.

DIAP (Politécnico de Milano) y IAU (Institut d'Amenagement e l'Urbanisme), l'Ille de France. Comisión Europea, Dirección General de Justicia, Libertad y Seguridad (2006). "*Planificación, diseño urbano y gestión para espacios seguros*". Recuperado de: <http://costtu1203.eu/wp-content/uploads/2014/10/Manual-Espanol.pdf>.

Fariña, J. (2017). "*La ecología del miedo*". El blog de José Fariña. Urbanismo, Territorio y Paisaje. Recuperado de: <https://elblogdefarina.blogspot.com.es/2017/04/la-ecologia-del-miedo.html>.

Fraille, P. (2007). "*La percepción de seguridad: entre el delito, el conflicto y la organización del espacio*". Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. (Vol. XI, nº 245). Barcelona.

Gehl, J. (2010). "*Cities for people*". Island Press. Washington.

- Huesca, A. y Ortega, E. (2007). "*La percepción de inseguridad en Madrid*". Servicio de Publicaciones de la Universidad Pontificia de Comillas. Madrid.
- Lamíquiz, F.; Pozueta, J. y Porto, M. (2009). "*La Ciudad Paseable. Recomendaciones para un planeamiento, un diseño urbano y una arquitectura considerada con los peatones.*". CEDEX, Ministerio de Fomento. Madrid.
- Lichfield, N. (1996). "*Community impact evaluation*". University College London (UCL) Press. London.
- Medina, J. (2010). "*Políticas de seguridad ciudadana en el contexto urbano y prevención comunitaria. La experiencia anglosajona*". Revista electrónica de Ciencia Penal y Criminología nº12-02. Recuperado de: <http://criminet.ugr.es/recpc/12/recpc12-02.pdf>.
- Nowakowski, T. et al (Editors). (2015). "*Safety and Reliability: Methodology and Applications*". Taylor and Francis Group. CRC press/Balkema. London.
- Segovia, O. (2007). "*Espacios públicos y construcción social. Hacia un ejercicio de ciudadanía*". Ediciones Sur. Santiago.
- Sennett, R. (2014). "*L'Espai Públic*". Editorial S.L. Arcàdia. Barcelona.
- SIGMA, Gestión de Proyectos (2014). "*Guía de lineamientos en seguridad vial y peatonal para diseño y operación de sistemas de transporte masivo de buses*". Corporación Fondo de Prevención Vial. Bogotá.
- Terrin, J.J.et al (2011). "*Le piéton dans la ville. L'espace public partagé*". Éditorial Parenthèses. París.
- Ventura, F. (2016). "*Espacio y Movilidad. La arquitectura de los desplazamientos*". Ediciones La Catarata; Fundación Arquia. Madrid.
- Wegener, M. (2002) "*The future of mobility in cities: Challenges for urban modelling*". Dortmund. Recuperado de: [http://www.spiekermann-wegener.com/pub/pdf/MW\\_WCTR2010\\_01651.pdf](http://www.spiekermann-wegener.com/pub/pdf/MW_WCTR2010_01651.pdf).
- Wong, C. (2006). "*Indicators for Urban and Regional Planning. The interplay of policy and methods*". The RTPPI library series. Routledge. Taylor and Francis e-Library. New York.



# **RESULTADOS PRELIMINARES DE UNA ESCALA DE IRA AL CONDUCIR EN CONDUCTORES COLOMBIANOS**

**José Ignacio Ruiz Pérez**

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia jiruizp@unal.edu.co

**Jennifer Sánchez Fajardo**

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia jdsanchezf@unal.edu.co

## **RESUMEN**

Las investigaciones que abordan el tema de la agresividad en la conducción han producido numerosos cuestionarios dirigidos a evaluar la tendencia a presentar comportamientos agresivos al conducir (Benavidez et. al., 2011). Algunos de los instrumentos utilizados en este sentido son el Driving Anger Scale (DAS) de Deffenbacher et ál. (1994), que mide rasgos de conducción con ira o propensión a experimentar enfado mientras se conduce; los indicadores de la clasificación de comportamientos de agresividad vial desarrollada por Smart et ál., entre el 2004 y 2005, que cuantifica la frecuencia de participación en actos de agresividad vial como víctima y como perpetrador en los 12 meses (Benavidez et. al., 2011); el DBQ desarrollado por Reason, Manstead, Stardling, Baxter y Campbell (1990), que intenta analizar la relación entre el comportamiento durante la conducción y la participación en accidentes de tránsito (Useche, 2011) y el Driving Anger Expression Inventory, de Deffenbacher et ál. (2002), que mide la forma habitual de expresar enojo al conducir, por ejemplo. La presente investigación se planteó como objetivo traducir, validar y adaptar el Driving Anger Expression Inventory (o DAX) en población de conductores colombianos (con un  $n=408$ ). Este proceso contó con la participación de jueces expertos para la traducción del instrumento, la aplicación de la escala junto con la ficha sociodemográfica y la obtención de índices de validez y confiabilidad interna. Los resultados presentados incluyen preliminares de validez y confiabilidad, el análisis factorial de la escala y una comparación de resultados encontrados en un proceso de traducción y validación similar llevado a cabo en Argentina.

## **1. INTRODUCCIÓN**

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2004) los accidentes viales constituyen una de las primeras causas de muertes violentas por causas no naturales en muchos países sobre todo en países en vías de desarrollo. Las causas de la accidentalidad vial son múltiples, siendo las que corresponden a lo que se ha denominado el factor humano las más frecuentes (Montoro, Alonso y 2000; OMS, 2004). Dentro de dichos factores uno de los que más se ha investigado es el papel de la ira al conducir. La ira se ha relacionado bien con conducción de riesgo bien con accidentes consumados de diversa gravedad. Así mismo, se ha asociado la ira con un mayor riesgo de cometer infracciones viales. Como lo expone Ledesma (2011), uno de los sentidos en que se puede ubicar a psicología del tránsito tiene relación con el estudio sobre el factor humano y su incidencia sobre la seguridad vial; una línea, que sigue la indagación sobre los factores de riesgo asociados al conductor. Aunque es el

mismo Ledesma (2011) quien refiere que esta perspectiva de análisis es apenas limitada, algunas aproximaciones dentro de esta línea de investigación están dirigidas a evaluar algunos factores de riesgo que pueden asociarse a la conducción, por ejemplo, la agresividad.

Donovan et al. (1983) han señalado la existencia de una serie de características personales que se relacionan con el riesgo de accidentalidad, por ejemplo, la inestabilidad emocional, la irritabilidad; impulsividad; búsqueda de sensaciones y emociones intensas; manifestación abierta de hostilidad o agresión; baja tolerancia a la frustración; susceptibilidad frente a las críticas; depresión, melancolía y abatimiento; sentimientos de indefensión e inadecuación personal; bajo nivel de asertividad, e incapacidad percibida para controlar el propio destino -locus de control externo- (citado por Cano et. al., 1994). Aunque la información anterior sin lugar a dudas demuestra la incidencia de factores propios de la personalidad en el riesgo de accidentes viales, lo realmente sorprendente es la aproximación al tema sobre seguridad vial desde una perspectiva psicológica desde la segunda mitad del siglo pasado. Ahora bien, a pesar de que parezca una novedad teórica, lo cierto es que solo se están realizando ampliaciones de un tema que fue tratado con anterioridad y que demanda –actualmente- unas necesidades particulares producto de la nueva era y las nuevas disposiciones vehiculares y de infraestructura.

Benavidez et. al. (2011) establecen que no existe una definición puntual y diferencial - en lo que aparentemente son términos distintos- de la conducción agresiva y la *agresividad vial (road rage)*. Yu et. al. (2004; citado por Benavidez et. al., 2011) distinguen entre agresividad vial y conducción agresiva, considerando que ambos corresponden con comportamientos muy relacionados que si bien implican agresividad en la vía difieren en su forma y naturaleza. La conducción agresiva involucra la propia impaciencia y frustración como conductor más que la provocación de otros conductores, que es lo que define a la agresividad vial (Dukes et ál., 2001); algunos tipos de conducción agresiva involucrarían el manejo a velocidad excesiva, entrar y salir del carril, pasar semáforos en rojo o signos de stop. Por su parte, la agresividad vial supone un incidente en el cual un usuario de la vía intenta intimidar, herir e incluso matar a otro conductor, pasajero o peatón, o provocar un daño en el vehículo de otra persona (Smart y Mann, 2002a; Smart y Mann, 2002b, citado por Benavidez et. al., 2011). Algunos ejemplos de agresividad vial serían: hacer gestos obscenos, gritar o insultar, perseguir o bloquear intencionadamente a otros vehículos (Benavidez et. al., 2011).

En este sentido, Alonso y colaboradores (2002) realizaron, a propósito de la influencia de estos últimos, una lista de comportamientos agresivos que pueden suponer distintos niveles de agresividad en la conducción y que incluyen la forma en la que

alguien los reproduce y la percepción de quien los observa o los sufre. En esta lista figuran reactivos como: (a) *producir daños a otras personas con algún tipo de objeto o arma* (manifestación hostil de la agresividad), (b) *utilizar el carril de la derecha para adelantar*, (c) *tocar el pito, gritar, hacer luces* (comportamiento de comunicación), (d) *ocupar rápidamente una plaza libre de aparcamiento mientras otro vehículo está a la espera* (violación de una norma de tránsito), entre otros. Adicionalmente, estos autores conceptúan el cuestionario a partir de la frecuencia y la percepción de agresividad del comportamiento de las personas en el tráfico (Alonso et. al., 2002).

Dentro de los instrumentos empleados para evaluar la ira al conducir podemos encontrar instrumentos de tipo genérico, es decir, instrumentos que miden la ira como rasgo o tendencia general de la persona o instrumentos que evalúan la ira en los contextos específicos de la conducción. Entre los instrumentos genéricos podemos encontrar por ejemplo el Cuestionario de Agresividad de Buss y Perry (1992). Con dicha escala, Ruiz y López (2010) hallaron en conductores colombianos que la ira y la desconfianza, como componentes de la agresividad, se relacionaron directa con un mayor número de multas de tránsito en los dos últimos años, y en otro estudio, con conductores de Bogotá se encontró que aquellos que mostraron una mayor actitud de respeto de las normas de tránsito –sobre velocidad, consumo de alcohol o drogas antes de conducir, sobre respeto a las señales de tránsito- presentaban niveles de ira, de agresión física y de hostilidad que otros grupos de conductores con mayor disposición a violar unas u otras normas de tránsito (Ruiz, Gómez, Beltrán, Lamus y Leal-Salazar, 2014). De otro lado, se ha propuesto escalas específicas de ira en la construcción como el DAS –*Driving Anger Scale*- (Deffenbacher, Oetting y Linch, 1994, en Deffenbacher, Stephens y Sullman, 2016) y el DAX –*Driving Anger Expression*- (Deffenbacher, Lynch, Oetting y Swaim, 2002). El primero consiste en evaluar la emoción de ira que se llega a experimentar durante la conducción, mientras que el DAX constituye una prueba que mide las estrategias afrontamiento que la persona emplea para expresar la ira en el contexto de la conducción. El DAX cuatro comprendía en su formato original cinco dimensiones, extraídas inicialmente de un conjunto de 62 ítems que, tras los análisis de fiabilidad interna, de correlaciones y factorial, se redujeron a 53. Estas cinco dimensiones originales eran (Deffenbacher y cols., 2002):

- Expresión de agresión verbal: por ejemplo, insultar a otros conductores
- Expresión de agresión física: por ejemplo, bajarse del vehículo para tratar de pegar a otro conductor
- Uso del vehículo para expresar ira: por ejemplo, tratar de adelantar y cerrar el paso a otro conductor que previamente le cerró a uno:

- Agresión desplazada: por ejemplo, desahogar más tarde y contra otra persona la ira que se siente por el conflicto vivido en la vía con otros conductores
- Expresión constructiva/adaptativa: por ejemplo, tratar de mantener la calma, pensar en otras cosas para que se disipe la ira.

Además, los autores de la escala proponen una puntuación agregada que resulta de la suma de las tres primeras dimensiones, y que representaría un puntaje Total en Expresión Negativa de la Ira. El DAX fue diseñado inicialmente en lengua inglesa, siendo traducido entre otros idiomas al danés (Møller y Haustein, 2017), al francés (Villeux y Delhomme, 2010) y el español (Herrero-Fernández, 2011; Trógolo, Flores y Medrano, 2018). Por otro lado, existen diferentes versiones del DAX en cuanto a número de ítems. Así mientras en el estudio original se plantea una escala de 53 ítems y cinco dimensiones (más el puntaje total), los mismos autores informan que la fiabilidad interna de la cuarta dimensión es baja (Desplazamiento de la agresión,  $\alpha$  de Cronbach de 0,65), por lo que la eliminan en una versión posterior, quedando 49 ítems para evaluar cuatro dimensiones (las tres primeras originales y la quinta, es decir, el estilo constructivo/adaptativo). Stephen y Muller (2014) indican que esta versión de 49 ítems es la más empleada. Estos mismos autores desarrollaron una versión de 25 ítems y otra de 15 ítems, con una muestra de 551 conductores británicos. Estas dos versiones incorporan las mismas dimensiones de la versión de 49 ítems.

Por otro lado, en años recientes se ha traducido al español el DAX, pero en su versión completa de 53 ítems. En primer lugar, Herrero-Fernández (2011) aplicaron el DAX a una muestra de 432 conductores de España, obteniendo buenos coeficientes de fiabilidad interna para todas las dimensiones de la escala (entre 0,78 y 0,91, y 0,89 para el puntaje total. Mucho más recientemente, el DAX ha sido aplicado a conductores latinoamericanos, concretamente argentinos (Trógolo y cols., 2018), aplicando la versión de Herrero-Fernández (2011) a 378 conductores argentinos. En este estudio las diferentes subescalas del DAX también arrojaron coeficientes de consistencia interna satisfactorios ( $\alpha$  entre 0,78 y 0,85).

Dado que no se han realizado estudios sobre el DAX aplicado a conductores colombianos, y buscando obtener un instrumento útil para la evaluación de la ira como factor de riesgo en los accidentes viales en Colombia, que presente un equilibrio entre el tamaño del instrumento y unos índices de fiabilidad interna satisfactorios, el objetivo del presente estudio fue realizar la adaptación y análisis psicométrico al contexto de conductores colombianos del Driving Anger Expression –DAX– en su versión de 49 ítems. Igualmente, como objetivo específico, se pretendió contar con una versión propia, aplicable a conductores colombianos y que permitiese ampliar las

investigaciones en la evaluación de la ira y agresividad al volante, no solo como marco descriptivo, sino también, coherente con las dinámicas de movilidad y accidentalidad del país.

## 2. MÉTODO

### 2.1 Participantes

La muestra total estuvo definida por 408 participantes, todos ellos conductores (como criterio de exclusión), con un rango de edad entre 17 y 73 años ( $x=37$ ). El 75,5% de la muestra correspondió a población masculina, teniendo una distribución total de 308 hombres y 95 mujeres. Los datos para la presente validación fueron obtenidos en Medellín, Cali y Bogotá, con una muestra de 32, 54 y 322 participantes respectivamente. El tiempo de experiencia como conductor tuvo un rango de 1 año hasta 55 años. Los participantes fueron contactados en diferentes lugares como universidades, Centros de Reconocimiento de Conductores (en adelante, CRC), Centros de Diagnóstico Automotriz (en adelante, CDA) y paraderos de taxistas; lo cual tuvo como objetivo tener una muestra lo suficientemente heterogénea para abarcar varias características existentes en la población de conductores.

### 2.2 Instrumentos

- **DAX (Driving Anger Expression Inventory):** Corresponde con una escala tipo Likert compuesta de 49 ítems dirigidos a evaluar la expresión de ira en la acción de conducir. Los reactivos se agrupan en 4 dimensiones: Expresión verbal, física, uso del vehículo para expresar la ira y expresión adaptativa, compuestas de 11 a 15 ítems cada una en su versión original. Los participantes deben contestar en un rango de 1 a 4 estimando la frecuencia de respuestas o expresiones de ira y agresión cuando se conduce; desde "Casi Nunca" hasta "Casi Siempre".

La versión original de esta escala se encuentra disponible en inglés por lo que previamente la escala fue traducida –por medio de expertos– al español, identificando modismos en el contexto colombiano.

- **Cuestionario sociodemográfico:** Obedece a una ficha de recolección de información género, edad, nivel educativo, tipo de conductor, años de experiencia en la conducción, cantidad de infracciones de tránsito en los últimos seis meses, así como el histórico y el tipo de infracción. Es pertinente mencionar que en este cuestionario fundamentó los aspectos descriptivos de la muestra y

se indica como una base para posteriores análisis comparativos entre variables como sexo, ciudad, estrato, nivel educativo y situación laboral, así como una comparación entre los tipos de conductores consultados.

### **2.3 Procedimiento**

La investigación tuvo dos pasos, llevados a cabo en diferentes momentos. El primero de ellos fue la traducción por expertos de la versión original del DAX, fueron consultados 5 expertos tanto en el idioma como en la construcción de instrumentos psicológicos y aspectos de movilidad. Una vez se obtuvieron las 5 traducciones se procedió con un grupo de jueces en el establecimiento de una versión definitiva, la cual fue utilizada en el presente estudio. Este primer momento de la investigación tuvo 4 meses de ejecución. Por otra parte, el segundo momento fue la aplicación de la versión del DAX, junto con la ficha de recolección sociodemográfica y datos de cédula y/o placa para ser usado en posteriores investigaciones en la identificación de aspectos de accidentalidad y comisión de infracciones en el país. Cada cuestionario contaba con el objetivo de la investigación, la autorización para responder a la escala, al tiempo que se garantizó el anonimato de las respuestas y la confidencialidad de los datos entregados. Finalmente se acudió a diferentes instituciones para la obtención de la información, considerando que hubiera un grupo de conductores con diferentes características. Se inició con la aplicación en la ciudad de Medellín y Cali mediante oficios enviados a algunos CRC y CDA; y en Bogotá, a estas mismas instituciones y con conductores disponibles en otros espacios.

### **2.4 Análisis de datos**

Con la recolección de los 408 datos, se procedió a hacer el cómputo del índice de confiabilidad del Alpha de Cronbach, excluyendo en total 77 respuestas ya que no se encontraban completamente diligenciadas. Posteriormente, se comprobó la pertinencia de realizar un análisis factorial con los datos obtenidos. Se analizó la estructura interna del DAX a partir de análisis factorial correspondiente, obteniendo la matriz de componentes rotada (por Varimax) y finalmente, índices de confiabilidad interna por cada dimensión de la escala y por las tres dimensiones que evaluaban conductas de ira al conducir. Los análisis fueron ejecutados mediante el programa SPSS V.22.

## **3. RESULTADOS**

Una investigación previa correspondiente en la validación del DAX fue realizada en Argentina, sus autores tomaron una versión en español y ajustaron levemente los ítems considerando las variaciones idiomáticas con la población argentina; así mismo, mediante la consulta a dos jueces expertos en la variable evaluada y en aspectos psicométricos, eliminaron 3 ítems por considerar que no eran pertinentes. La escala utilizada en la presente investigación partió de la escala original de 49 ítems, traduciéndose todos a español y valorando al mismo tiempo las variaciones únicas del contexto colombiano; igualmente, ya que pocos ítems no eran aplicables al grupo de motociclistas, se consideró hacer ajustes breves para incluir esta población; por ejemplo, “Ítem 10. *Bajo la ventana o subo mi visera para mostrar mi ira*”. Debe anotarse que el estudio realizado en Argentina (Herrero-Fernández, 2011; Trógolo, Flores y Medrano, 2018) no consideró la aplicación a motociclistas.

### **3.1 Descriptivos**

La muestra contó con conductores con todos los tipos de licencia, encontrando que el 27% de los participantes tenían licencia tipo B1 (Automóviles, motocarros, camperos, camionetas, vehículos cuatromotor y microbuses de servicio particular), siendo esta la de mayor frecuencia para la muestra obtenida; seguida de la licencia A2 (para motocicletas, motociclos y mototriciclos de cilindradas superiores a 125 c.c) con el 17%, C1 con el 14% y C2 con el 10,3% (Automóviles, motocarros, cuatrimotor, camperos, camionetas y microbuses de servicio público y camiones rígidos, buses y busetas de servicio público; respectivamente). Estos resultados se vinculan coherentemente con el tipo de vehículo con mayor frecuencia de uso por los participantes, que fue el vehículo *particular* llegando este valor al 66,3% de la muestra y seguido por un 18,5% de conducción de motocicleta. Además, al preguntar en la ficha sociodemográfica sobre cuántos eran conductores del servicio UBER, se halló que fue un 1,2% de la muestra de 408 participantes. Es notorio que al comparar el *Tipo de Categoría de Licencia* con el *Estrato* se encuentra que principalmente en los estratos 2 y 3 tienen una alta frecuencia de licencias C1 y C2, vinculadas con transporte público y buses. Por otro lado, de la muestra total 72 personas no marcaron qué tipo de licencia tienen.

### **3.2 Índices de Fiabilidad**

Para el análisis de confiabilidad de la escala, como punto objetivo de la presente investigación, se obtuvo un Alpha de Cronbach de 0.86, excluyendo los ítems que evaluaban una expresión adaptativa frente a situaciones estresantes en el tránsito, ya que altos en cada ítem de esta subescala indican un mejor estilo de manejo de la ira, mientras que puntajes más altos en los ítems de las otras tres subescalas indican un

peor estilo de manejo. Así mismo, se obtuvo la confiabilidad para cada dimensión o subescala del DAX. Para ello, se realizaron dos pruebas, la primera se realizó a partir de las subdimensiones teóricas de la escala en su versión original y la segunda se realizó a partir de los factores que fueron arrojados en el análisis factorial y la matriz de componentes rotada. La fiabilidad de las dimensiones según su composición teórica es presentada en este apartado, la fiabilidad derivada de los factores obtenidos con el análisis factorial será presentada posterior a dicho análisis.

### 3.2.1 Fiabilidad de las dimensiones teóricas de la escala

Para estimar esta fiabilidad se consideró la distribución de ítems teórica, descrita en la escala original, a saber, (1) *Expresión de agresividad verbal* compuesta por los ítems 5, 6, 9, 11, 14, 28, 31, 37, 38, 39, 40 y 43; (2) *Expresión de agresividad física* compuesta por los ítems 1, 8, 10, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 34 y 41. (3) *Uso del vehículo como expresión agresiva* dividida en los ítems 2, 3, 4, 7, 15, 16, 19, 22, 27, 33 y 46; finalmente, (4) *Expresión Adaptativa* compuesta por 15 ítems: 23, 24, 25, 26, 29, 30, 32, 35, 36, 42, 44, 45, 47, 48 y 49. La estimación de la confiabilidad por el Alpha de Cronbach se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1: Índices de confiabilidad por dimensiones teóricas**

Factor	Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach basado en elementos estandarizados	Número de elementos
<b>Expresión Verbal</b>	0.769	0.832	12
<b>Expresión Física</b>	0.748	0.757	11
<b>Uso del vehículo como expresión agresiva</b>	0.730	0.825	11
<b>Expresión Adaptativa</b>	0.874	0.903	15
<b>FACTOR EXPRESIÓN DE IRA</b>	0.862	0.906	34

Según la confiabilidad de las subescalas presentadas anteriormente se obtienen valores buenos considerando que van desde 0.73 hasta 0.87; así mismo, se estimó la fiabilidad de las tres primeras subdimensiones, considerando que estas obedecen propiamente a expresiones de ira al conducir, este valor correspondió a un  $\alpha = 0.86$  con 34 elementos en total.

### 3.3 Análisis Factorial

Con los 49 reactivos se procedió a realizar un análisis de componentes principales y el método de rotación por Varimax con normalización Kaiser. Se comprobó inicialmente la adecuación de los datos para la factorización de los reactivos a través del índice de



adecuación muestral, por medio de la prueba de KMO (KMO=,86) y la prueba de esfericidad de Bartlett  $\chi^2(1176)=7280,842$ , con  $p < .001$ . Los resultados del análisis factorial permiten ver 5 factores que explican el 45,4% de la varianza y 13 factores explicarían el 65% de la misma. De acuerdo con la matriz de componente rotada se obtienen 5 factores en los que se agrupan entre 4 a 11 ítems por factor, siendo la subdimensión de *Expresión Adaptativa* la cual tiene una mayor cantidad de ítem (Tabla 2.).

**Tabla 2: Cargas Factoriales**

Ítems	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
DAX 48	,803				
DAX 35	,785				
DAX 36	,780				
DAX 25	,746				
DAX 26	,741				
DAX 42	,730				
DAX 45	,719				
DAX 49	,712				
DAX 29	,688				
DAX 44	,662				
DAX 23	,643				
DAX 15	-,127	,740			
DAX 2		,697			
DAX 3		,670			
DAX 4	-,149	,646			
DAX 16	-,142	,614			
DAX 27		,582			
DAX 22		,514			
DAX 11			,760		
DAX 40	-,102		,664		
DAX 39			,653		
DAX 14			,641		
DAX 37			,626		
DAX 6			,533		
DAX 9				,775	
DAX 5				,670	
DAX 10	-,121			,443	
DAX 28	-,127			,422	
DAX 17					,774
DAX 20	-,107			-,156	,658
DAX 21					,553
DAX 13	,116				,553
DAX 8	-,164		-,111		,542

Según los resultados del análisis factorial, el Factor 1 posee 11 ítems y explicaría el 19% de la varianza, el Factor 2, compuesto por 7 ítems explica el 13,5% de la varianza, el Factor 3 con 6 ítems alcanza un 5% de la varianza, el Factor 4, explica el 3,9% y el Factor 5 finalmente un 3,6% (con 4 y 5 ítems respectivamente). De igual forma, se analizaron los índices de confiabilidad para cada uno de estos factores, el resumen de estos resultados se encuentra en la Tabla 3.

**Tabla 3: Índices de confiabilidad por dimensiones teóricas**

<b>Factor</b>	<b>Alpha de Cronbach</b>	<b>Alpha de Cronbach basado en elementos estandarizados</b>	<b>Número de elementos</b>
<b>Factor 1</b>	0.915	0.915	11
<b>Factor 2</b>	0.827	0.829	7
<b>Factor 3</b>	0.820	0.824	6
<b>Factor 4</b>	0.691	0.708	4
<b>Factor 5</b>	0.690	0.701	5

Estos resultados muestran índices de confiabilidad por dimensión moderados (adecuados) para los factores 1, 2 y 3 y aceptable para los factores 4 y 5.

#### **4. CONCLUSIONES**

La ira –como un constructo general- es comprendida como un estado emocional de alta intensidad, producto del enfrentamiento a situaciones desagradables y/o potencialmente amenazantes (al menos así es evaluada por el individuo), con cambios fisiológicos y expresivos-motores que se asocian a la agresión, gracias al conocido mecanismo de ataque-huida.

En las disposiciones agresivas, en sus múltiples manifestaciones: verbales, físicas, sutiles o intensas, la inestabilidad emocional y la ira mantienen una correlación fuerte y significativa entre sí (Mestre et. al., 2012).

Evaluar este tipo de variable en las dinámicas de movilidad podría dar paso en la comprensión de fenómenos como la accidentalidad y la comisión de ciertos tipos de infracciones de tránsito, por ejemplo. En esa misma medida, contar con instrumentos que puedan valorar rasgos y expresiones de ira podría permitir la comparación por grupos de conductores, descripción de características por regiones, creación de programas de intervención para ir hacia conductas más adaptativas en el tránsito, entre otras investigaciones posteriores que pueden contribuir a atender ese Factor Humano tan influyente en la movilidad.

Los resultados aquí presentados muestran una fiabilidad adecuada para la versión del DAX traducida ( $\alpha = 0.86$ ), así como para las subdimensiones del instrumento, valorando las subescalas teóricas y los factores derivados del análisis factorial realizado. Se espera que estos resultados preliminares puedan ser una base de lo que pretende ser una muestra más amplia dirigida a múltiples objetivos de investigación, todos ellos, encaminados al mejoramiento de las dinámicas del tránsito y la atención a los distintos usuarios de la vía.

## Referencias

- Alonso D., Ortiz P., Vieco F., (2004), Cualidades paramétricas del cuestionario de agresión (AQ) de Buss y Perry en estudiantes universitarios de la ciudad de Medellín (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* Vol. 22 No. 2 pp. 49-61.
- Benavidez, D., Gómez, T., Fierro, I., Álvarez, J., (2011), Drogas ilegales, alcohol y agresividad vial. *Revista Española de Drogodependencias* 36 (3), 271-284.
- Cano, A., Tobal, J. J., Díaz, M., Carbonell, E., (1994), Elaboración de un índice discriminante de riesgo en la conducción. *MAPFRE SEGURIDAD* No 55.
- Deffenbacher, J.L.; Lynch, R.S.; Oetting, E.R.; Swain, R.C. (2002). The Driving Anger Expression Inventory: a measure of how people express their anger on the road. *Behavior Research and Therapy*, 40: 717-737.
- Deffenbacher J.L.; Stephens, A.N.; Sullman, M.J.M. (2016). Driving anger as a psychological construct: twenty years of research using the Driving Anger Scale. *Transportation Research Part F*, 42: 236-347.
- Dukes, R.L.; Clayton, S.L.; Jenkins, L.T.; Miller, T.L. y Rodgers, S.E. (2001). Eff ects of aggressive driving and driver characteristics on road rage. *The Social Science Journal*, 38, 323-331.
- Herrero-Fernández, D. (2011). Psychometric adaptation of the Driving Anger Expression Inventory in a Spanish sample: differences by age and gender. *Transportation Research Part F*, 14: 324-329.
- Benavidez, D., Gómez, T., Fierro, I., Álvarez, J., (2011), Drogas ilegales, alcohol y agresividad vial. *Revista Española de Drogodependencias* 36 (3), 271-284.
- Mestre, V., Samper, P., Tur-Porcar, A. M., Richaud de Minzi, M. C. & Mesurado, B. (2012). Emociones, estilos de afrontamiento y agresividad en la adolescencia. *Universitas Psychologica*, 11(4), 1263-1275.
- Møller, M.; Haustein, S. (2017). Anger expression among Danish cyclists and drivers: A comparison based on mode specific anger expression inventories. *Accident Analysis and Prevention*, 108: 354- 360.
- Ruiz, J.I.; López, C. (2010). Escala de dificultades percibidas para la conducción, hostilidad y extraversión: un análisis correlacional en conductores de Bogotá. *Psicología*. 6 (2), 441-454.
- Ruiz, J.I.; Gómez, I.A.; Beltrán, I.T.; Lamus, D.A. & Leal-Salazar, L.D. (2014). Representaciones sociales de normas de tránsito, agresividad, facilidad percibida en la conducción, accidentes y multas en conductores de Bogotá, D. C. *Revista Criminalidad*. 56 (2), 291-307.
- Trógolo, M.A.; Flores, P.E.; Medrano, L.A. (2018). Validez y confiabilidad del Inventario de Expresión de Ira (DAX) en conductores de Argentina. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica –RIDEP-*, 46 (1), 21-35.

Useche, S., (2011), Análisis de errores y violaciones de tránsito en los conductores de Bogotá a través del DBQ (Driving Behaviour Questionnaire). Revista de Psicología Jurídica 1, pp. 29-37.

Villeux, A.; Delhomme, P.(2010). Driving anger and its expressions: further evidence of validity and reliability for the Driving Anger Expression Inventory French adaptation. Journal of Safety Research, 41: 417-422.

# **PERFIL DE RIESGO Y MONITOREO DE LA ACCIDENTALIDAD DE LOS MOTOCICLISTAS EN EL VALLE DE SAN NICOLÁS, ORIENTE ANTIOQUEÑO: UN ESTUDIO DE CASO EN LOS MUNICIPIOS DE RIONEGRO, EL CARMEN DE VIBORAL Y LA CEJA DEL TAMBO.**

**William Albeiro Álvarez\***,

\*Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Colombia. [albeiro.alvarez@udea.edu.co](mailto:albeiro.alvarez@udea.edu.co)

**Yamile Ríos\*\***

\*\*Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Colombia. [yamile.riosl@udea.edu.co](mailto:yamile.riosl@udea.edu.co)

## **RESUMEN**

Los factores humanos siguen siendo uno de los aspectos más complejos en los componentes que constituyen la seguridad vial, debido a que diversas conductas tales como conducción precipitada, incumplimiento de las normas de tránsito, imprudencias y acciones no planificadas al momento de conducir y sumado a lo anterior características de personalidad de los conductores, incrementan el riesgo de accidentalidad en motociclistas. Esta esta investigación relaciona perfiles psicológicos de riesgo y accidentalidad de motociclistas, contrastando actitudes, estilos de conducción y rasgos de personalidad que influyen en dicho fenómeno; encontrando relaciones significativas entre estos aspectos.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, se ha venido estudiando la influencia de diversos constructos psicológicos en su relación con la conducción, por lo que indagar la correlación entre personalidad y conducción toma especial importancia con la propuesta teórica de la propensión al accidente (Visser, Pijl, Stolk, Neeleman, & Rosmalen, 2007), la cual expresa a modo de hipótesis que un cierto número de conductores, con determinadas características y rasgos asociados, son responsables de un desmedido número de accidentes; pese a que la personalidad por sí misma no es un factor significativo para predecir accidentes, constituye un factor que interactúa con muchos otros elementos proximales, como los estilos de conducción, las actitudes y elementos distales como la cultura y condiciones del entorno (Hennessy, 2011). En este sentido, la personalidad es un constructo psicológico que refiere rasgos y características particulares establecidas a lo largo del tiempo, las cuales pueden llegar a convertirse en un factor predictor de la conducta de riesgo en la conducción; por ejemplo, González Iglesias, (2013), citando a Ulleberg (2002), sugiere que “la personalidad sería un tipo de motivación subyacente que (de forma inconsciente) influiría en las actitudes, motivaciones y el procesamiento de información del conductor”. Además, continúa mencionando este autor que las variables de la personalidad corresponden de una

forma permanente, pero moderada con la accidentalidad, sin embargo, mantiene una relación fuerte con la tendencia a infringir las normas de tránsito. (González Iglesias, 2013). De este modo, la relevancia de investigar los diversos procesos psicológicos radica en comprender la manera en que estos afectan o predicen varios tipos de comportamientos al momento de conducir que pueden llegar a relacionarse significativamente con el alto índice de accidentalidad, puesto que la percepción de seguridad difiere en cada individuo debido a características de personalidad; por ello ciertos rasgos de impulsividad pueden generar conductas peligrosas y de riesgo.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Área de estudio**

El proyecto se realizó en el Valle de San Nicolás, Oriente antioqueño, el cual está localizado en el sur oriente del departamento de Antioquia. El Valle de San Nicolás cuenta con un área de 176.600 hectáreas (31.400 urbanas y 145.200 rurales) y está conformada por los municipios de Rionegro, Marinilla, El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Guarne, La Ceja, La Unión y San Vicente. El Oriente Antioqueño es la segunda región más poblada del departamento de Antioquia después del Valle de Aburra, siendo la región del Valle de San Nicolás la que posee la mayor tasa de crecimiento poblacional; cuenta con una rica infraestructura como la autopista Medellín-Bogotá, el aeropuerto José María Córdova, el asentamiento empresarial (corredor industrial), la zona franca, entre otros (Gobernación de Antioquia, 2015). Con su rápido crecimiento se ha aumentado en forma significativa la necesidad de transporte de personas, insumos, materias primas, mercancías etc, esto ha ocasionado un mayor uso y un aumento expedito del parque automotor, generando problemas de movilidad (congestión), accidentalidad, contaminación y degradación de la infraestructura vial.

### **2.2 Monitoreo de accidentalidad municipal**

Según datos suministrados por los organismos municipales de tránsito y transporte, en los municipios de Rionegro, El Carmen de Viboral y La Ceja del Tambo podemos observar que más del 70% de su parque automotor está constituido por motocicletas (Tabla 1) y que la mayoría de los accidentes que se presentan en las vías de los municipios tienen presencia este tipo de vehículos, lo que ha incrementado los índices de accidentalidad y mortalidad en accidentes de tránsito (Tabla 2).

**Tabla 1: Parque automotor a diciembre 2017**

	Rionegro	La Ceja del Tambo	El Carmen de Viboral
Parque automotor	121.901	18.783	6.163
Número de Motocicletas	91.449	12.577	4.703
% de Motocicletas Parque automotor	75.02%	66.96%	76.31%
% Variación 2015-2017	11.71%	10.25%	31.44%

**Tabla 2: Relación de accidentes que involucran motocicletas**

Año	Rionegro		La Ceja del Tambo		El Carmen de Viboral	
	Total acc	Motos	Total acc	Motos	Total acc	Motos
2015	1532	809 (52.81%)	440	413 (93.86%)	367	168 (45.8%)
2016	1629	643 (39.47%)	442	276 (62.44%)	466	231 (49.6%)
2017	1795	635 (35.37%)	446	335 (75.11%)	479	202 (42.8%)

Fuente: Secretaria de Movilidad Rionegro, 30 de abril de 2018; Secretaria de Movilidad El Carmen de Viboral, 03 de Mayo de 2018 y Secretaria de Movilidad La Ceja del Tambo, 17 de abril de 2018.

Elaboración propia.

## 2.3 Materiales e instrumento

Para identificar los diversos comportamientos de conducción, las actitudes, las habilidades y características de la personalidad de los motociclistas se implementó el test modificado Motorcycle Rider Behavior Questionnaire (MRBQ) es cual está basado en el Driving Behavior Questionnaire (DQB), creado por Reason, Manstead, Stradling, Baxter, & Campbell, (1990), en la versión de DBQ modificado para la población hispanohablante, entre otros (Cheng, Liu, & Tulliani, 2015; Özkan, Lajunen, Dogruyol, Yildirim, & Çoymak, 2012; Sakashita et al., 2014; Stephens et al., 2017; Useche, 2011).

El objetivo de estos test es analizar el comportamiento de los motociclistas en tránsito, así como el uso de equipamientos de protección. El MRBQ ha sido un instrumento empleado por investigadores de varios países para evaluar las actitudes y el comportamiento de los motociclistas envueltos en accidentes de tránsito (Bener, Özkan, & Lajunen, 2008; Coelho et al., 2012; Sakashita et al., 2014; Stephens et al., 2017).

### 2.3.1 Instrumento

En la versión inicial del instrumento un total de 73 ítems fueron examinados considerando diversas versiones del DQB y del MRBQ, luego de realizar una prueba piloto se toma la decisión de eliminar 20 preguntas (algunas combinadas y otras eliminadas) quedando una versión final de 53 ítems, de los cuales 26 fueron retenidos textualmente de los test DQB ó MRQB y 27 fueron modificados y/ó creados buscando claridad y relevancia en el contexto colombiano.

La versión utilizada consta de cuatro factores, compuestos de la siguiente manera: 16 ítems de violación a la ley de tránsito (VV), 14 ítems de actitudes ó manifestaciones agresivas (AG), 12 ítems de errores al conducir (ER) y 11 ítems sobre falta de atención al momento de conducir (AT). Se pidió a los participantes que indicaran, en una escala de 5 puntos (donde 1 = Nunca a 5 = Siempre), qué tan frecuentemente se habían visto involucrados en las conductas o situaciones mencionadas en el cuestionario (Tabla 3).

El cuestionario fue administrado vía internet usando Google Forms el cual tomaba alrededor de 10-15 minutos completarlo.

**Tabla 3: Cuestionario**

<b>Tipo</b>	<b>Actitudes y comportamientos</b>
AT	1. Porta adecuadamente el casco (buena calidad y abrochado)
AT	2. Ha conducido distraído y de repente te das cuenta de que el vehículo que está adelante ha disminuido su velocidad y tienes que frenar con fuerza para evitar una colisión
ER	3. Ha doblado en una esquina tan rápido que sientes podrías haber perdido el control
ER	4. Te resulta difícil detenerte a tiempo cuando un semáforo ha cambiado a rojo
AT	5. has tenido dificultades de entender las señales de tránsito y se ha equivocado por esto
VV	6. Adelanta por la derecha a un vehículo que circula lentamente
ER	7. Encuentras o tienes dificultades para controlar la motocicleta cuando viaja a alta velocidad (p.e. inestabilidad en la dirección)
ER	8. Conduces tan cerca del vehículo de adelante que te ha resultado difícil evitar la colisión, en caso de frenada de emergencia.
AG	9. Se ha enfadado con otro conductor y ha mostrado su enojo por algún medio, p.e gestos agresivos u obscenos
VV	10. Respeta los límites de velocidad en la autopista
VV	11. Respeta los límites de velocidad en zonas residenciales (Max 40 km/h)
AT	12. Ha omitido señales de dar vía o pare y casi choca con otro vehículo
AG	13. Se altera con facilidad mientras conduce
ER	14. Circula en contravía por un tramo de una vía con el fin de acortar el camino o realiza giros ilegales en U
AT	15. Respetas los semáforos tanto de día como de noche
VV	16. Ha realizado piques o ha intentado hacerlos
VV	17. Conduce entre dos carriles de forma acelerada (culebrea)
VV	18. Ha participado en carreras con otros pilotos o conductores de autos
AT	19. De los siguientes utensilios, cuales utiliza como protección al momento de conducir su motocicleta – selecciona todos los que correspondan Guantes, Botas, protectores de armadura para impactos, Chaqueta de protección, Parches brillantes o fluorescentes en su ropa o motocicleta, Otro:
VV	20. Conduces a la misma velocidad de día como de noche
AG	21. Conduce con un alto nivel de seguridad
AT	22. Ha conducido sin licencia de conducción, sin seguro obligatorio o sin la revisión técnico mecánica al día
AT	23. Ha conducido tan rápido que te asustas a ti mismo
VV	24. Acelera a fondo cuando va por un camino sin obstáculos
AG	25. Presenta conductas de irritabilidad y excesos de ira al momento de conducir
VV	26. Frena (acelera) bruscamente a la llegada (salida) de un pare o semáforo



VV	27. Has subestimado la velocidad del vehículo que viene de frente al realizar un adelantamiento
VV	28. Ignora los límites de velocidad a altas horas de la noche ó en las primeras horas de la mañana
ER	29. Ha utilizado el teléfono móvil mientras conduce su motocicleta
ER	30. Enciendes las luces direccionales cuando deseas realizar un giro
AG	31. Su forma de conducir se ha visto afectada por emociones negativas como ira o frustración
VV	32. En un cruce sin señalización, cede el paso al vehículo que lo solicita
VV	33. Conduces a la misma velocidad estando solo o con parrillero
AT	34. Verificas los espejos retrovisores cuando vas a realizar un giro
AG	35. Te has pegado al vehículo de adelante o pitado para que vaya más rápido o se haga a un lado de la vía
ER	36. Conduces con cascos y/ó paquetes en los brazos los cuales dificultan la maniobrabilidad
VV	37. Conduces por encima del límite de velocidad en áreas donde era poco probable hallar radar o cámara de velocidad
AT	38. No se ha dado cuenta de la presencia de peatones cruzando al realizar un giro de una vía principal a una calle
ER	39. Has patinado / derrapado sobre el piso mojado o conduces bajo la lluvia
AG	40. Se ha impacientado y adelantado de forma arriesgada a un vehículo que transita lento
ER	41. Ha conducido llevando más de un acompañante
VV	42. Conduces por el carril rápido de la autopista (carril izquierdo)
AG	43. Controla adecuadamente su conducta
AG	44. Mi actitud y estilo de manejo cambian dependiendo de si un policía está cerca.
VV	45. Al acercarse a un semáforo, acelera para cruzarlo en amarillo
ER	46. Ha sido necesario cambiar de marcha cuando doblas una esquina
AG	47. Realiza una conducción precavida, atenta y responsable
AG	48. Manejas más rápido si estas de mal humor
ER	49. Has intentado adelantar un vehículo que no has notado que está señalando hacer un giro a la izquierda
AT	50. Sales con suficiente tiempo para realizar tus desplazamientos
AG	51. Manejaste después de ingerir alcohol o tomar una sustancia psicoactiva
AG	52. Manifiesta impulsividad, impaciencia y agresividad al conducir
AG	53. Muestra conductas de falta de respeto a los demás usuarios y a las normas de tránsito

## 2.4 Participantes y procedimiento

La información fue recolectada de una muestra aleatoria de individuos mayores de 16 años con licencia de conducción que tengan o hayan tenido motocicleta en los últimos tres años y que posean residencia en los municipios de Rionegro, El Carmen de Viboral y la Ceja del Tambo ó en su defecto en el Valle de San Nicolás y se desplacen por sus corredores viales.

Los participantes fueron contactados por diferentes medios: email, contacto personal, redes sociales, grupos de moteros y referidos, usando una técnica de muestreo de bola de nieve. El tiempo de recolección de información fue de 30 días entre el 01 de marzo al 01 de abril del año 2018.

En total, participaron de esta muestra 158 conductores de motocicletas de los cuales 44 (27.8%) son de Rionegro, 36 (22.8%) de la Ceja del Tambo, 36 (22.8%) de El Carmen de Viboral y 42 del resto de los municipios del Valle de San Nicolás. En la muestra participaron 107 hombres (67.7%) y 51 mujeres (32.3%). Un total de 114 conductores afirman haber estado involucrados al menos un algún incidente en los últimos tres años, de los cuales, el 60.1% afirma haber tenido un accidente menor (derrapes, caídas o choques sin lesiones de consideración) y un 14.6% afirma haber tenido al menos un accidente con lesiones mayores en los cuales hubo necesidad de atención médica y de estos, el 35.4% ha estado incapacitado.

Adicionalmente, el 22.8% de los encuestados afirman haber recibido una infracción de tránsito; entre las infracciones más comunes se tienen el exceso de velocidad (27.8%), revisión técnica mecánica ó soat vencido (25%), no respetar las normas de tránsito (22.2%) e invasión del espacio público (13.9%) entre otros. La Tabla 3 ilustra algunas características descriptivas.

**Tabla 3: Estadísticas descriptivas**

	Accidente menor (sin lesiones considerables) (n=106) 60.1%	Accidente mayor (con lesiones considerables) (n=23 ) 14.6%
<i>Sexo (%)</i>	Masculino: 69.81 Femenino: 30.19	Masculino: 78.26 Femenino: 21.74
<i>Edad (%)</i>	16-20: 19.81 20-25: 36.79 26-30: 19.81 31-35: 16.98 36-40: 3.77 41-50: 2.83	16-20: 8.70 21-25: 43.48 26-30: 13.04 31-35: 30.43 36-40: 4.35
<i>Años conduciendo (%)</i>	Menos de 2: 16.04 Entre 2 y 4: 27.36 Entre 4 y 6: 16.04 Más de 6: 40.57	Menos de 2: 4.35 Entre 2 y 4: 26.09 Entre 4 y 6: 17.39 Más de 6: 52.17

### 3. RESULTADOS

Todos los analisis estadisticos se realizaron usando IBM SPSS v.24. La estructura factorial del MRBQ fue determinada usando análisis factorial exploratorio a través del método varimax. Al inicio, se examinaron las interrelaciones entre los ítems y se realizó una prueba de fiabilidad de Cronbach, identificándose cuatro ítems poco significativos (20, 32, 34 y 46) los cuales fueron excluidos.

El análisis factorial exploratorio inicial produjo 17 valores propios mayores a 1 los cuales explicaban un 68.5% de la varianza total. Con el fin de disminuir el número de

factores se realizó un análisis de los ítems en la matriz de correlación anti-imagen y las comunalidades decidiendo descartar los ítems que poseían las más bajas cargas factoriales (15, 30, 42 y 50) obteniéndose una reducción a 14 valores propios mayores a 1 y de estos para nuestro análisis siguiendo la metodología propuesta por (Sakashita et al., 2014; Stephens et al., 2017) se escogieron los cinco primeros, los cuales explican un 41.466% de la varianza total. En este análisis final se obtuvo un alpha de Cronbach de 0.831, la medida Kaiser-Meyer-Olkin de la adecuación del muestreo alcanza un valor de 0.804 y la prueba de esfericidad de Bartlett fue significativa (Chi-cuadrado (990)= 2690.232,  $p < 0,000$ ), lo que indica que hubo correlaciones significativas entre los ítems y que los datos eran adecuados para la realización del análisis factorial (Díaz Monroy & Morales Rivera, 2012).

### 3.1 Análisis factorial

La estructura factorial de cinco factores se muestra en la tabla 4. El factor 1 compuesto por 15 ítems, en su mayoría correspondientes a preguntas relacionadas con violaciones de velocidad o de normas de tránsito, explica 21.409% de la varianza total y se le asigna el nombre de Violaciones Normas (VN).

El factor 2 compuesto por 7 ítems correspondientes a actitudes agresivas o riesgosas y explica el 6.691% de la varianza total por lo cual se denominó actitudes agresivas (AA). El factor 3 compuesto por 11 ítems, mayormente relacionados con errores de conducción, de atención y violaciones de velocidad explica un 4.812% de la varianza total y se le denominó Errores (ER).

El cuarto factor compuesto por 8 ítems explica un 4.618% de la varianza y se denominó Violaciones Riesgosas (VR) y, por último, el quinto factor explica un 3.936% de la varianza total y está compuesta solo por cuatro ítems, relacionados con normas de seguridad y se denominó Seguridad (SG).

**Tabla 4: Estructura factorial**

<b>Factor 1: Violaciones Normas (VN) – 21.409% de la varianza total explicada</b>	Tipo	Peso
1 Porta adecuadamente el casco (buena calidad y abrochado)	AT	0,183
6 Adelanta por la derecha a un vehículo que circula lentamente	VV	0,386
10 Respetar los límites de velocidad en la autopista	VV	-0,652
11 Respetar los límites de velocidad en zonas residenciales o escolares (Max 40 km/h)	VV	-0,545
17 Conduce entre dos carriles de forma acelerada (culebrea)	VV	0,487
23 Ha conducido tan rápido que te asustas a ti mismo	AT	0,319
24 Acelera a fondo cuando va por un camino sin obstáculos	VV	0,690
26 Frena (acelera) bruscamente a la llegada (salida) de un pare o semáforo	VV	0,371
28 Ignora los límites de velocidad a altas horas de la noche ó en las primeras horas de la mañana	VV	0,670
33 Conduces a la misma velocidad estando solo o con parrillero	VV	-0,467

37 Conduces por encima del límite de velocidad en áreas donde era poco probable hallar radar o cámara de velocidad	VV	0,756
40 Se ha impacientado y adelantado de forma arriesgada a un vehículo que transita lento	AG	0,403
44 Su actitud y estilo de manejo cambian dependiendo de si un policía o la autoridad de tránsito está cerca.	AG	0,417
45 Al acercarse a un semáforo, acelera para cruzarlo en amarillo	VV	0,453
48 Manejas más rápido si estas de mal humor	AG	0,421

---

**Factor 2: Actitudes Agresivas (AA) – 6.691% de la varianza total explicada**

9 Se ha enfadado con otro conductor y ha mostrado su enojo por algún medio, p.e toca pito ó grita, usa gestos agresivos u obscenos	AG	0,632
12 Ha omitido señales de dar vía o pare y casi choca con otro vehículo	AT	0,342
13 Se altera con facilidad mientras conduce	AG	0,746
25 Presenta conductas de irritabilidad y excesos de ira al momento de conducir	AG	0,754
31 Su forma de conducir se ha visto afectada por emociones negativas como ira o frustración	AG	0,656
43 Controla adecuadamente su conducta	AG	-0,587
52 Manifiesta impulsividad, impaciencia y agresividad al conducir	AG	0,762

---

**Factor 3: Errores de conducción (ER) – 4.812% de la varianza total explicada**

2 Ha conducido distraído y de repente te das cuenta de que el vehículo que está adelante ha disminuido su velocidad y tienes que frenar con fuerza para evitar una colisión	AT	0,421
3 Ha doblado en una esquina tan rápido que sientes podrías haber perdido el control	ER	0,358
4 Te resulta difícil detenerte a tiempo cuando un semáforo ha cambiado a rojo	ER	0,417
5 has tenido dificultades de entender las señales de tránsito y se ha equivocado por esto	AT	0,507
7 Encuentras o tienes dificultades para controlar la motocicleta cuando viaja a alta velocidad (p.e inestabilidad en la dirección)	ER	0,457
8 Conduces tan cerca del vehículo de adelante que te ha resultado difícil evitar la colisión, en caso de frenada de emergencia	ER	0,601
27 Has subestimado la velocidad del vehículo que viene de frente al realizar un adelantamiento	VV	0,532
38 No se ha dado cuenta de la presencia de peatones cruzando al realizar un giro de una vía principal a una calle ó saliendo detrás de un vehículo estacionado	AT	0,537
39 Has patinado / derrapado sobre el piso mojado o conduces bajo la lluvia	ER	0,443
49 Has intentado adelantar un vehículo que no has notado que está señalando hacer un giro a la izquierda	ER	0,384
53 Muestra conductas de falta de respeto a los demás usuarios y a las normas de tránsito	AG	0,398

---

**Factor 4: Violaciones riesgosas (VR) – 4.618% de la varianza total explicada**

14 Circula en contravía por un tramo de una vía con el fin de acortar el camino o realiza giros ilegales en U	ER	0,470
16 Ha realizado piques o ha intentado hacerlos	VV	0,757
18 Ha participado en carreras con otros pilotos o conductores de motos o autos	VV	0,682
22 Ha conducido sin licencia de conducción, sin seguro obligatorio o sin la revisión técnico-mecánica al día	AT	0,626
29 Ha utilizado el teléfono móvil mientras conduce su motocicleta	ER	0,390
35 Te has pegado al vehículo de adelante o pitado para que vaya más rápido o se haga a un lado de la vía	AG	0,338
41 Ha conducido llevando más de un acompañante	ER	0,422
51 Manejaste después de haber ingerido alcohol ó tomar una sustancia psicoactiva	AG	0,510

---

**Factor 5: Seguridad (SG) – 3.936% de la varianza total explicada**

---

19 Utiliza Utensilios Protección (guantes, chaqueta, armadura, etc)	AT	0,654
21 Conduce con un alto nivel de seguridad	AG	-0,492
36 Conduces con cascos y/ó paquetes en los brazos los cuales dificultan la maniobrabilidad	ER	0,638
47 Realiza una conducción precavida, atenta y responsable	AG	-0,508

### 3.2 Modelo de regresión logística binaria

Luego del análisis factorial, se realizó una regresión logística binaria tomando las variables categóricas género, rango de edad, años conduciendo motocicleta y número de viajes diarios y los primeros cuatro factores, los cuales poseen en su mayoría comportamientos aberrantes, actitudes riesgosas y violación a las normas. Los resultados del modelo se ilustran en la tabla 5.

**Tabla 5: Resultados del modelo de regresión logística binaria**

Variables	B	Error estándar	Wald	Sig.	odds ratio	90% C.I. para EXP(B)	
						Inferior	Superior
Género("Masculino" = 1)	0,176	0,449	0,153	0,696	1.192	0,569	2.496
Rango de Edad			7,386	0,025			
RangoEdad("16-25" = 1)	1,948	0,719	7,333	0,007	7,016	2,149	22,913
RangoEdad("26-35" = 2)	1,235	0,649	3,618	0,057	3,439	1,182	10,006
Años Conduciendo			6,250	0,100			
AñosCondu (" < 2" = 1)	-1,456	0,618	5,560	0,018	0,233	0,084	0,644
AñosCondu ("2 a 4" = 2)	-0,369	0,573	0,414	0,520	0,692	0,270	1,774
AñosCondu ("4 a 6" = 3)	-0,489	0,613	0,636	0,425	0,613	0,224	1,681
Factor 1 - Violaciones Normas (VN)	0,419	0,215	3,791	0,052	1,520	1,067	2,166
Factor 2: Actitudes Agresivas (AA)	-0,048	0,194	0,062	0,803	0,953	0,693	1,310
Factor 3: Errores de conducción (ER)	-0,008	0,207	0,002	0,968	0,992	0,705	1,395
Factor 4: Violaciones riesgosas (VR)	-0,007	0,210	0,001	0,974	0,993	0,703	1,402
Constante	0,099	0,551	0,032	0,858	1,104		

Resumen del modelo: -2logverosimilitud, 167.379; Nagelkerke R<sup>2</sup>, 0.168; Cox y Snell R<sup>2</sup>, 0.116

El valor chi-cuadrado de la prueba ómnibus de coeficientes del modelo fue de 19.540 (p=0.034), obteniéndose un porcentaje global de pronóstico del 74.7% el cual fue aceptable para nuestro análisis. El modelo ilustra que los conductores con un rango de edad de 16 a 25 años eran más propensos a violar las normas de tráfico o tener un accidente (odds ratio=7.016), igual situación sucede con los conductores de 26-35 pero en una menor probabilidad (odds ratio=3.439, p-valor=0.057) mientras que para los conductores mayores de 35 años el modelo no logra codificarlos, por lo cual son menos propensos a cometer este tipo de acciones aberrantes y arriesgadas, lo anterior nos indica que a medida que la edad aumentó, las conductas de conducción aberrantes disminuyeron.

Adicionalmente, los conductores mayores tenían más experiencia y mejores habilidades de manejo, por lo cual conducen con un alto nivel de cuidado para no violar las reglas y así evitar incidentes; además se observa que los conductores novatos (menos de dos años de experiencia al estar conduciendo motocicleta) poseen una alta probabilidad de sufrir un accidente (odds ratio =0.233, p-valor=0.018<0.05). Entre las variables utilizadas para modelo logístico, el factor más significativo fue el de Violaciones Normas (B=0.149, p-valor=0.052<0.1) el cual brinda al modelo un soporte fundamental debido a que este factor está compuesto en su mayoría por conductas y acciones arriesgadas a la hora de conducir.

Por último, se observa que la correlación de Pearson entre los accidentes con respecto a la variable edad y factor 1 – Violación Normas poseen una correlación significativa, lo que nos indica la relación directa que existe entre estas variables.

**Tabla 6: Correlaciones de Pearson**

	Genero	Edad	Años Cond	Factor 1 - VN	Factor 2 - AA	Factor 3 - ER	Factor 4 - VR
Edad	-0,070						
Años Conduciendo	-,301**	,486**					
Factor 1 - VN	-,265**	-,144*	0,060				
Factor 2 - AA	-0,066	0,117	0,123	0,000			
Factor 3 - ER	-0,115	-,153*	-0,001	0,000	0,000		
Factor 4 - VR	-,271**	-0,038	0,071	0,000	0,000	0,000	
Accidentes	-0,115	-,181*	0,092	,220**	-0,015	0,052	0,018

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral).

\* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (unilateral).

## 4. DISCUSIÓN

### 4.1 Limitaciones

Entre las limitaciones encontradas al realizar este estudio podemos enumerar las siguientes: En primer lugar, en relación al monitoreo de la accidentalidad, se encontraron inconsistencias entre las estadísticas que presentan el observatorio de seguridad vial y la información suministrada por las secretarías de movilidad de los municipios.

En segundo lugar, los hallazgos están sujetos a la debilidad percibida de la metodología de auto informe relacionada con los estilos de respuesta, recuerdo imperfecto de eventos retrospectivos y la respuesta social deseable; los cuales

introducen la posibilidad de un sesgo en la metodología y por último, la falta de cultura que existe en el país acerca de estos estudios hace que la recolección de información por medio de encuestas sea bastante difícil de aplicar.

#### **4.2 Conclusiones**

Los resultados de esta investigación sugieren que existe una relación entre los comportamientos arriesgados en la conducción y la percepción del riesgo; y que ambos son predictores significativos en la participación de los motociclistas en accidentes.

El modelo logístico arroja que el 14.6% de los conductores posee un nivel bajo de riesgo de sufrir un accidente, el 20.3% un nivel moderado, mientras que un 37.3% un nivel alto y un 27.9% un nivel extremo, cifras que son preocupantes y que se reflejan en los altos índices de accidentalidad de la región.

Por último, adicional a que los conductores envueltos en incidentes reportaron conductas de agresión y de acciones que aumentan la probabilidad de sufrir un accidente es posible que su percepción del riesgo pueda estar influenciada por factores contextuales y culturales del medio colombiano que influye en la subestimación o sobreestimación de mismo.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Bener, A., Özkan, T., & Lajunen, T. (2008). The Driver Behaviour Questionnaire in Arab Gulf countries: Qatar and United Arab Emirates. *Accident Analysis and Prevention*, 40(4), 1411–1417. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.03.003>
- Cheng, A. S. K., Liu, K. P. Y., & Tulliani, N. (2015). Relationship between driving-violation behaviours and risk perception in motorcycle accidents. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, 25, 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.hkjot.2015.06.001>
- Coelho, R. P. S., Grassi-Oliveira, R., Machado, M., Williams, A. V., Matte, B. C., Pechansky, F., ... Szobot, C. M. (2012). Tradução e adaptação da escala Motorcycle Rider Behavior Questionnaire: versão brasileira. *Cadernos de Saúde Pública*, 28(6), 1205–1210. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012000600019>
- Díaz Monroy, L. G., & Morales Rivera, M. A. (2012). *Análisis Estadístico de Datos Multivariados*. (U. N. de Colombia, Ed.). Bogotá.
- Gobernación de Antioquia. (2015). *Anuario Estadístico de Antioquia*. Retrieved from [http://www.antioquia.gov.co/planeacion/ANUARIO 2015/](http://www.antioquia.gov.co/planeacion/ANUARIO%202015/)
- González Iglesias, B. (2013). Determinantes psicosociales de las conductas de riesgo al volante. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10347/7513>
- Hennessy, D. (2011). Social, Personality, and Affective Constructs in Driving. In *Handbook of Traffic Psychology* (pp. 149–163). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381984-0.10012-8>
- Özkan, T., Lajunen, T., Dogruyol, B., Yildirim, Z., & Çoymak, A. (2012). Motorcycle accidents, rider

- behaviour, and psychological models. *Accident Analysis and Prevention*, 49, 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.03.009>
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: a real distinction? *Ergonomics*, 33(10-11), 1315–1332. <https://doi.org/10.1080/00140139008925335>
- Sakashita, C., Senserrick, T., Lo, S., Boufous, S., De Rome, L., & Ivers, R. (2014). The Motorcycle Rider Behavior Questionnaire: Psychometric properties and application amongst novice riders in Australia. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 22, 126–139. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2013.10.005>
- Stephens, A. ., Brown, J., de Rome, L., Baldock, M. R. ., Fernandes, R., & Fitzharris, M. (2017). The relationship between Motorcycle Rider Behaviour Questionnaire scores and crashes for riders in Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 102, 202–212. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2017.03.007>
- Useche, S. (2011). Análisis de errores y violaciones de tránsito en los conductores de Bogotá a través del DBQ (Driving Behavior Questionnaire). *Revista de Psicología Jurídica*, 1(Julio - Diciembre), 29–37.
- Visser, E., Pijl, Y. J., Stolk, R. P., Neeleman, J., & Rosmalen, J. G. M. (2007). Accident proneness, does it exist? A review and meta-analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 39(3), 556–564. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.09.012>





## SEGURIDAD VIAL Y SISTEMAS INTELIGENTES

# **BIG DATA PARA EL ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD EN BOGOTÁ**

**Camilo Andrés Nemocón Farfán**

Secretaría Distrital de Movilidad. Bogotá Colombia. canfcero@gmail.com

**Sergio Raul Tovar Farfán**

Secretaría Distrital de Movilidad. Bogotá Colombia. stovar@movilidadbogota.gov.co

## **RESUMEN**

Este artículo da a conocer el desarrollo de una plataforma web que permite realizar consultas de caracterización de corredores, aforos, velocidades, incidentes, siniestros, alertas de Waze, PMT y comparendos, siendo esta una herramienta para los ingenieros de de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, con la cual analizan la información histórica y geográfica para medir la evolución y el comportamiento de la movilidad por corredores, y así generar los indicadores de gestión y proponer ideas para la mitigación de los casos de mayor congestión.

## **6 INTRODUCCION**

La ciudad de Bogotá es una de las ciudades donde el uso del suelo se encuentra disperso y distante, generando unas necesidades e intensidades de movilización más altas de Colombia, debido a que las modificaciones en los usos de la tierra cambian en torno al crecimiento y flujo dinámico de la ciudad.

Por tanto, para un buen desarrollo y planeación de la movilidad en torno al crecimiento y comportamiento actual de la ciudad y su movilidad, se buscan crear condiciones viables que permitan el desplazamiento a partir de la demanda donde prima el interés general sobre el particular, restándole protagonismo a las políticas basadas en la provisión de la infraestructura y enfocándose más en el comportamiento de los ciudadanos [1].

Para tomar las mejores decisiones y planeaciones en torno a la demanda de movilidad, se necesita que los expertos tengan acceso a la información del comportamiento dinámico de desplazamiento de los ciudadanos, los cuales se pueden obtener a partir de datos recolectados de distintas fuentes y almacenados en una granja de servidores en la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) de Bogotá. Por otro lado, no basta con guardar la información sino poderla manejar, procesar, explorar y visualizar simultáneamente, para descubrir patrones, relaciones, tendencias u otras

características que apoyen al proceso de análisis, planteamiento de hipótesis y toma de decisiones que realizan los expertos.

## **7 PROBLEMAS Y SOLUCIÓN**

Actualmente la SDM cuenta con 3 herramientas para la visualización y manejo de datos, estas herramientas son la Tableau, ArcGis y OracleBI.

Sin embargo, estas herramientas no están integradas, es decir, aunque la información está concentrada, no existe una plataforma que unifique la información entorno al análisis de los datos, por ejemplo, se utiliza ArcGis para mostrar todos los datos georreferenciados pero no se pueden realizar cálculos, promedios, tabulaciones o gráficos de utilidad [2] que ayuden a un análisis sin necesidad de pasar la información visualizada a un Excel. Por otro lado, se tiene Oracle BI, la cual es una herramienta que permite procesar y mostrar gráficos de utilidad a partir de los datos, sin embargo, este framework es rígido y no le brinda al usuario la libertad de generar modificaciones sobre las gráficas, consultas o filtros de los datos, más allá de los predefinidos por la aplicación.

Finalmente se tiene Tableau, el cual cumple con todos los requerimientos para el proceso de analítica visual, teniendo en cuenta conceptos como el área de consulta o filtrado de la información, gráficos de utilidad y mapa focalizado [2], con lo cual permite una fácil exploración sobre los datos permitiendo visualizar los resultados de forma georreferenciada sobre un mapa y mostrar gráficos entorno a solo la información requerida por el usuario.

Por tanto, se desarrolló de una plataforma que integra los datos espacio - temporales, siguiendo un protocolo que permite determinar la calidad de los datos [3], para su posterior uso dentro de éste sistema la información mediante la herramienta de Tableau para la visualización de datos, ya que a partir de los datos se pueden tomar decisiones y realizar análisis por medio de la plataforma web vinculando la analítica visual y las consultas rápidas sobre la gran cantidad de datos que se maneja diariamente en la Secretaría de Movilidad Bogotá.

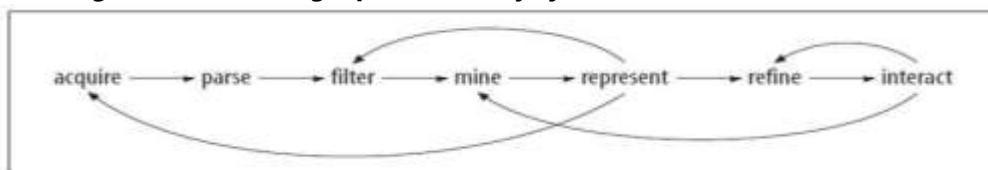
## **8 METODOLOGÍA**

En el área de movilidad no existe una metodología específica para el manejo y visualización de la información, por tanto, se utilizó la planteada por Ben Fry [4], donde

se adquieren los datos, independiente de la fuente o la descripción de la información, para posteriormente estructurarlos y organizarlos, normalizando la información y así poder realizar consultas de acuerdo a las preguntas que se desean responder los expertos o mostrar las historias que nos presentan los datos.

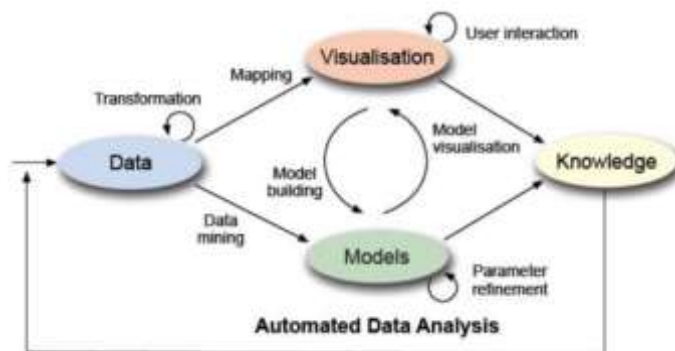
Finalmente, este proceso es iterativo, generando una representación visual de los datos mediante áreas de consulta, área de resultados como mapas y áreas de estadísticas [5], que van siendo modificados de acuerdo a las interacciones de usabilidad que el usuario necesite.

**Figura 1. Metodología para el manejo y visualización de la información.**



En paralelo a la anterior metodología, se manejó el modelo de la analítica visual generando una relación entre las visualizaciones presentadas por los datos y la cognición o entendimiento de la información [6], la cual se realiza mediante la interacción con la plataforma que responde a las consultas de datos y al procesamiento de los mismos mediante un modelo, para así mostrar la información para el análisis, resolución de problemas y toma de decisiones por parte del usuario.

**Figura 2. Modelo de la analítica visual.**



Teniendo en cuenta estas metodologías, se procedió a recopilar los datos entorno a las áreas de movilidad como la seguridad vial, gestión de tránsito, logística, tecnología e infraestructura, sobre las cuales se tiene un gran volumen de datos y que permiten determinar y analizar la velocidad por corredores y por tiempos, así mismo, visualizar los siniestros, incidentes y alertas, volúmenes y los comparendos.

Una vez recopilada la información se generan vistas de datos organizados, normalizando toda la información en tres categorías: espacio donde toda información debe poseer latitud, longitud, nombre o dirección, la otra categoría es el tiempo y su granularidad [3], años, meses, semanas, días, horas. La última categoría es el atributo, dado por el valor del tipo de dato, es decir, el valor de la velocidad, o el tiempo de viaje, el tipo de siniestro, el actor vial, el tipo de alerta, etc.

Se genera la conexión a la base de datos y se extrae la data para no manejarla en tiempo real y no ocupar una conexión permanente a la base de datos, en vez de eso, se extrae la información semanal y se carga en la plataforma guardando todo el histórico.

Posteriormente se desarrollan tableros o dashboards en Tableau, Google Maps y HTML5, para representar y visualizar los datos, generando controles de interacción para realizar consultas y filtros sobre la información entorno a la formulación de una hipótesis o a una pregunta a resolver.

## **9 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN**

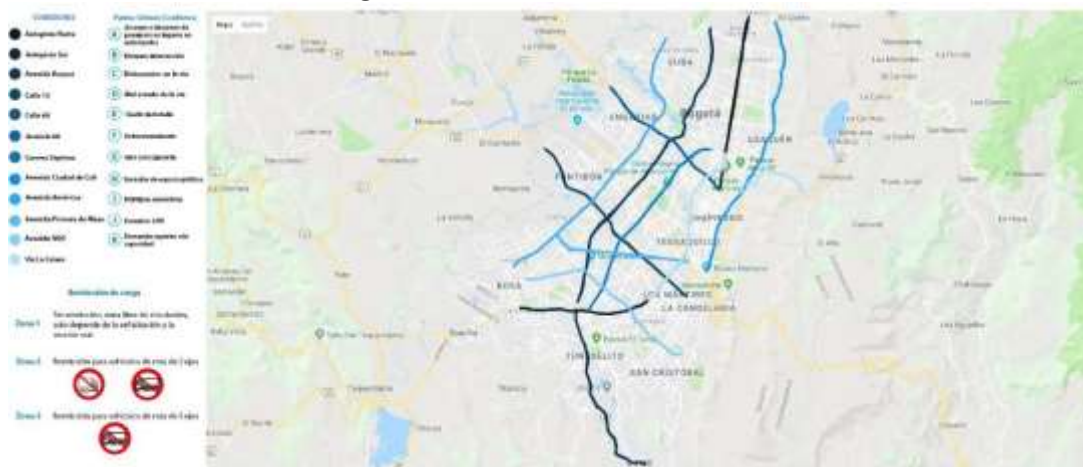
Esta plataforma integra la información histórica de velocidades, aforos vehiculares, caracterización de corredores, incidentes del CGT (Centro de Gestión de Tránsito), siniestros SIGAT (Sistema de Información Georeferenciado de Accidentes de Tránsito), alertas de Waze, PMT (Plan de Manejo del Tráfico) programados y comparendos impuestos, generando relaciones entre los datos de distintas áreas para así identificar patrones de comportamiento de los ciudadanos a partir de las ubicaciones, usos del suelo, fechas y días.

Los usuarios de esta plataforma son los gerentes de área de la Dirección de Control y Vigilancia, los cuales son ingenieros que se encargan de hacerle seguimiento a los principales corredores viales de su área y proponen soluciones a los puntos críticos detectados. Estas pueden ser cambios en la señalización vial para organizar mejor los flujos vehiculares, reprogramación de semáforos, solicitar apoyo del grupo operativo en vía, o la ejecución de operativos con Policía de Tránsito, entre otras.

Por tanto, esta plataforma está desarrollada y dividida en diferentes secciones, a partir de las necesidades de uso de los gerentes de área, donde en cada sección se visualiza los datos que permiten medir y generar indicadores en la movilidad de Bogotá.

La primera sección es la de inicio en donde se caracterizan todos los corredores de Bogotá, es decir, se ubican y se pintan sobre el mapa cada uno de los corredores y éstos son divididos en los tramos determinados por cada gerente de zona, mostrando información relevante del territorio sobre el cual se encuentra cada tramo como: el número de población, estrato, calzadas, carriles, ciclorutas, capacidad en la vía, restricciones de carga, cantidad de intersecciones, centros atractores, puntos críticos, nombres de los barrios y localidades por donde pasa cada corredor. Esto permite comprender el valor estratégico de cada corredor en la movilidad de la ciudad, con respecto al número de personas que impacta. Por lo tanto, permite priorizar las actuaciones de la Secretaría para mejorar la movilidad de los bogotanos.

**Figura 3. Plataforma SDM, sección de inicio.**



<http://201.245.176.195:8083/SDMplataforma/index.html>

En la siguiente sección se encuentran los datos correspondientes a las velocidades en donde se evidencia el comportamiento de la velocidad promedio hora a hora, a partir de la selección de filtros de tiempo (Años, mes, día, hora) y de espacio, (corredor, tramos), de esta forma se puede ver la velocidad durante las 24 horas de un corredor en particular o de un conjunto de corredores.

Estos datos se obtienen principalmente de 2 fuentes de información, la primera es Bitcarrier el cual es un sistema de información de velocidad en corredores en tiempo real que consta de 350 sensores de wifi y bluetooth, 12 de conteo de bicicletas y 4 de volúmenes vehiculares en la ciudad de Bogotá. Estos sensores captan las señales públicas de wifi y bluetooth de los dispositivos móviles de los usuarios (celulares, radios bluetooth de automóviles, GPS, etc.) y envían anónimamente la información a una base de datos donde la data se procesa y se realizan todos los cálculos sobre velocidades y tiempos de recorrido que se muestran posteriormente en una interfaz gráfica.

La segunda fuente de información es Waze, el cual es una red social de movilidad alimentada por los usuarios del App. Sin embargo, la Secretaría de Movilidad de Bogotá tiene un convenio con Waze, por tanto, tiene acceso a una plataforma llamada "Traffic View" con la cual se pueden dibujar hasta 199 tramos y obtener la velocidad en esos puntos de la ciudad.

A partir del desarrollo de éste tablero se puede calcular la velocidad promedio de Bogotá, teniendo en cuenta que es una velocidad calculada, es decir, que aparte de tomar el dato de la velocidad, también se tiene en cuenta la longitud de los tramos y corredores para sacar una velocidad unificada para Bogotá.

Por otro lado, esta sección permite comparar la velocidad entre años y por meses, con lo cual se puede confrontar distintos años, meses y días, evidenciando las mejoras que se han ido ejerciendo mediante las políticas de movilidad implementadas.

**Figura 4. Plataforma SDM, sección de velocidad.**



<http://201.245.176.195:8083/SDMplataforma/velBogota.html>

Para entrar en la sección de incidentes del Centro de Gestión de Tránsito, es relevante describir que estos datos corresponden a todos los incidentes que son reportados por los ciudadanos vía Twitter y mediante la app Simur (Sistema de Información de Movilidad Urbana). A continuación, los incidentes son subidos a un servicio de información llamado "Incidents Reporting Platform" en donde se monta la información reportada.

En esta sección se muestra la cantidad de incidentes y los tipos de incidentes (accidente de tránsito simple, con heridos o muertos, inundación, semáforo dañado o vehículo varado). Estos datos son georreferenciados en el tablero a partir de la selección temporal (año, mes, día y hora) y la selección espacial (localidad), generando una visualización de múltiples mapas, donde la cantidad de mapas depende del número de

días seleccionados, con lo cual se presentan los incidentes de cada día, permitiendo su comparación para así determinar patrones de ubicación.

Así mismo, se presentan gráficas estadísticas en donde se muestran la cantidad de incidentes por localidad, por hora, por tipo de incidente, permitiéndole a los expertos comparar y ver la cantidad y el tipo de incidente que más se generan por localidad y ubicación geográfica para así implementar una mejor asignación de los recursos espacialmente y permite identificar puntos críticos para hacer mayor control en estos puntos y disminuir la accidentalidad.

**Figura 5. Plataforma SDM, sección de incidentes.**



<http://201.245.176.195:8083/SDMplataforma/incidentes.html>

Por otro lado, encontramos las alertas de Waze, es decir, se obtienen los datos de las alertas generadas por los usuarios de la App, como embotellamientos, siniestros, cierres viales, vehículos mal estacionados, árboles caídos, entre otras, y donde esta información se guarda desde abril del 2017.

Debido a que esta información se obtiene en tiempo real, se desarrolló un framework que permite visualizar los datos y así se pueden gestionar los recursos necesarios ante la ocurrencia de incidentes en la vía, sin embargo, es de tener en cuenta, que los datos deben ser pre-procesados para identificar y mostrar los datos que sean confiables, es decir, que las acciones de gestión de tránsito se hagan efectivas únicamente con las alertas que realmente sean ciertas y verídicas.

Por tanto, la confiabilidad de los datos de las alertas viene a partir de la cantidad de los "likes" de los usuarios frente a un mismo incidente, así mismo, como el puntaje o calificación que posee el usuario que generó la alerta y finalmente cruzando la información de todas las personas que publicaron el incidente en la misma ubicación.



La visualización de estos datos en la plataforma muestra la cantidad de alertas y los tipos de alertas a partir de la selección temporal (año, mes, día y hora) y la selección de atributos (tipo y subtipo de alerta), presentando un mapa, el cual se divide en la cantidad de días seleccionados, con lo cual se presentan las alertas de cada día, permitiendo su comparación para así determinar comportamientos georreferenciados.

En esta misma sección se presentan gráficas en donde se muestran la cantidad de alertas y subtipos de alertas por hora, lo cual les ayuda a los expertos a identificar y conocer los incidentes en la vía, para así gestionar los recursos y evitar el bloqueo en la vía en el menor tiempo posible.

**Figura 6. Plataforma SDM, sección de alertas.**



<http://201.245.176.195:8083/SDMplataforma/alertas.html>

Continuando con la sección de siniestralidad, los datos que se manejan corresponden a la base de datos SIGAT (Sistema de Información Georreferenciado de Accidentes de Tránsito), la cual es alimentada por la policía de tránsito frente a los siniestros ocurridos y se tienen datos.

La información que es subida a la base de datos es la latitud, longitud y dirección del siniestro, la fecha de ocurrencia, formulario y código del accidente, la gravedad, clase, causa, placas e información de los actores viales involucrados.

Esta herramienta permitió cargar y visualizar 586.041 accidentes viales georreferenciados ocurridos entre el año 2007 y 2018 en Bogotá.

El usuario puede filtrar la información por el año, mes, día y hora, mostrando la cantidad de siniestros, georreferenciados en un mapa y generando gráficos estadísticos, en donde se evidencia la cantidad de siniestros hora a hora, por gravedad, clase, número

de muertos por días, actor vial muerto y causas de siniestros por días, con el fin de que los expertos puedan analizar las estacionalidades según el tipo de siniestro y los actores involucrados.

Esta sección permite un análisis específico de los siniestros por corredor, con lo cual se puede priorizar los corredores y los tramos en donde más ocurren siniestros para evidenciar posibles causas y asignar recursos que mitiguen los accidentes.

**Figura 7. Plataforma SDM, sección de siniestros.**



<http://201.245.176.195:8083/SDMplataforma/siniestralidad.html>

Finalmente, la última sección de la plataforma muestra los datos de los comparendos impuestos, donde estos datos constan de latitud, longitud, localidad, dirección, fecha, código y descripción de la infracción. Esta información se carga todo el tiempo por medio de la aplicación interna de la entidad SIMUR (Sistema de Información de Movilidad Urbana) guardando los datos de los comparendos impuestos desde el 2012.

Acá se visualiza la cantidad de comparendos impuestos y los tipos de comparendos georreferenciados a partir de la interacción del usuario con la plataforma, mediante la selección temporal (año, mes, día y hora) de los datos, así como el filtrado espacial (localidad) y la elección de atributos (tipo de comparendo).

Las gráficas que se presentan, muestran la cantidad de comparendos y tipos, por localidad, lo cual presenta una información muy importante con la cual se puede mirar la cantidad de comparendos por tipo de infracción, para así evidenciar cual es la norma que se incumple más para posteriormente hacer campañas ciudadanas entorno a la infracción más recurrente. Así mismo, se puede identificar la localidad y ubicación en donde se generan mayor cantidad de comparendos, con lo cual se identifican estas

zonas para así generar mayor presencia de las autoridades con el fin de disminuir el incumplimiento de la norma.

A partir del histórico de los datos, se puede evaluar los días de la semana en que se presentan mayor cantidad de comparendos y así analizar si existe un patrón temporal o un día en específico en donde las personas no cumplen con las normas y evaluar la gestión de las autoridades.

**Figura 8. Plataforma SDM, sección de comparendos.**



<http://201.245.176.195:8083/SDMplataforma/comparendos.html>

## 10 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La metodología implementada permitió el desarrollo de múltiples tableros, independientemente de los datos o el área de movilidad al cual va dirigido el uso del tablero, ya que todos poseen la misma estructura espacio temporal de los datos, y a partir de su diseño e implementación permitió generar análisis y conclusiones frente al comportamiento de la movilidad reflejado en los datos.

La herramienta web cumplió con el objetivo de implementar el modelo de analítica visual y visualización de gran cantidad de datos heterogéneos, permitiendo al usuario realizar consultas complejas y detalladas mediante una expresividad visual, a través del diseño de la visualización y el uso de controles intuitivos y fáciles de utilizar.

El sistema web es versátil y liviano, por tanto, la visualización y análisis de la información se puede realizar desde un computador hasta en un dispositivo móvil, permitiéndoles a los expertos tomar decisiones en campo.

La plataforma permite la integración de datos de distintas áreas de movilidad con lo cual permitió a los expertos consultar múltiples fuentes de datos desde un solo lugar para así proceder a la creación de indicadores y generación de informes frente al comportamiento del transporte en la ciudad.

Como trabajo a futuro se propone aumentar las funcionalidades gráficas para la representación de los resultados a parte del diagrama de barras. Así mismo se desea mostrar la información en tiempo real, mediante la implementación de Tableau Server, con el cual se puede publicar toda la información almacenada y obtenida en “real time”.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Plan Maestro de Movilidad – PMM- Indicadores de gestión, Documento ejecutivo, <http://www.movilidadbogota.gov.co/web/plan-maestro-movilidad>, 2017.

Nemocón C, Tiberio J (2017). Exploración de datos espacio – temporalis para la analítica visual en sistemas urbanos. 12CCC Congreso Colombiano de Computación.

Andrienko G, Andrienko N (2010). Space, time and visual analytics Space. International Journal of Geographical Information Science, Vol 24.

Visualizing Data, Fry B, Oram A. United States. (2008).

Andrienko G, Andrienko N (2002). Interactive Visual tools for spatial multi criteria Decision Making Visual Analytics and Technology, IEEE.

Illuminating the Path, Visual data exploration, Cook, United States (2005).

# **LA SEGURIDAD VIAL EN LOS BRT EN VENEZUELA. CASOS BUSCARACAS Y TROMERCA**

**Rosa Virginia Ocaña.**

Universidad Simón Bolívar y Asociación de Investigadores y Expertos en Movilidad y Transporte Urbano Sostenible (EMTUS), Caracas, Venezuela,  
rosavocana@gmail.com

**Silvana Farfán**

Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela,  
silvanafb161@gmail.com

## **RESUMEN**

La seguridad vial es un aspecto importante en la planificación y operación de los corredores de autobuses con carril exclusivo, principalmente porque estos se implantan en grandes arterias urbanas y atraen gran volumen de usuarios; lo que puede crear una de las causas más importantes de accidentes viales. En esta investigación se analizaron los aspectos de seguridad vial en la planificación, diseño y operación de los sistemas de autobuses BusCaracas y Tromerca, con el fin de identificar la influencia que han tenido en la producción de accidentes de tránsito en las avenidas por donde transitan. Esto se logró a través de la caracterización de los sistemas BRT de cada ciudad, la evaluación de su calidad bajo los estándares internacionales y el procesamiento de los datos estadísticos de accidentes de tránsito ocurridos en cada una de las avenidas el cual transitan. Estos resultados demuestran que la seguridad en un corredor de autobuses depende más del diseño y comportamiento de los carriles de tránsito mixto que de la configuración del sistema de autobús en sí mismo, dado que la mayor parte de los accidentes no involucra los BRT.

## **1. INTRODUCCION**

La seguridad vial es un aspecto importante en la planificación y operación de los corredores de autobuses con carril exclusivo, principalmente porque estos se implantan en grandes arterias urbanas y atraen gran volumen de usuarios; lo que puede crear una de las causas más importantes de accidentes viales. Los accidentes de tránsito se corresponden con una de las principales causas de muerte en el mundo. De acuerdo a la Organización Mundial de La Salud, todos los años más de 1,2 millones de personas fallecen como consecuencia de accidentes en las vías de tránsito y otras 50 millones sufren traumatismos. Quienes mueren por esta causa son peatones, motorizados, ciclistas y pasajeros de transportes públicos, esta cifra es aún mayor en los países y comunidades más pobres del mundo.

En la actualidad una de las tantas medidas que han implementado las autoridades de diferentes países para aumentar los niveles de movilidad en menor tiempo, con mayor seguridad vial y protección para los usuarios de sistemas de transportes público masivo en las ciudades, son los *Bus Rapid Transit* (BRT o transporte público masivo en autobuses). Esta separación acarrea importantes ventajas desde el punto de vista de seguridad, así como también la presencia de personal de vigilancia, cámaras, buen sistema de alumbrado, y mantenimiento constante de las señales de tránsito, calles, aceras e infraestructuras del servicio.

Existen diversos ejemplos que corroboran que los sistemas BRT contribuyen a reducir la frecuencia de accidentes e incidencias. La Orange Line (BRT) de Los Ángeles, EUA, demuestra tasas de siniestralidad sustancialmente más bajas que el Metro Rapid (un servicio de transporte en autobús convencional), que opera en condiciones de tránsito mixto. En Guadalajara (México), 95% de los pasajeros afirman del sistema BRT que se sienten seguros viajando en él; en Guayaquil (Ecuador) y Ciudad de México registraron una disminución significativa del número de accidentes<sup>47</sup>. Este último ha sido catalogado como el más seguro de su tipo en Latinoamérica, pues ha reducido en un 67% los accidentes de tránsito, tomando en cuenta que en las principales avenidas por donde transitan, ha disminuido el tránsito de vehículo particular, eliminado la circulación de transporte público de empresas privadas y reforzado la seguridad<sup>48</sup>.

Sin embargo, la implementación en cualquier arteria urbana de un sistema de este tipo, atrae grandes volúmenes de peatones, aumentando el riesgo de accidentalidad provocado por la imprudencia y poco respeto a las señales de tránsito de las personas, o por la infraestructura, mantenimiento u operación del sistema. Tal es el caso del TransMilenio en Bogotá (Colombia), en el cual el número de accidentes por millón de pasajeros creció durante el año 2011, cifra que alcanzó los 12.400 casos, mientras que en 2010 se registraron 9.700. El 43% de estos accidentes corresponde a caídas dentro del autobús, y el 57% restante se les atribuye al atropello a peatones, choques contra infraestructuras y entre autobuses por descuidos humanos, revisión mecánica y al mal estado de la malla vial<sup>49</sup>.

El objetivo de este trabajo es analizar la situación actual de la seguridad vial en los corredores de los BRT implantada en Caracas (BusCaracas) y Mérida (Tromerca).

---

<sup>47</sup> Daimler, AG. BRT en la ciudad de México: Corredor Línea 3 de Metrobús. Ejemplo de una exitosa solución BRT en una de las ciudades más pobladas del Mundo. Noviembre 2011. Disponible: [http:// www.mercedes-benz.com/brt](http://www.mercedes-benz.com/brt).

<sup>48</sup> Asesoría de Comunicación de Asociación Latinoamericana de Sistemas Integrados y BRT (SIBRT). SIBRT en la lucha para disminuir los accidentes de tráfico. 2011. Disponible: <http://www.sibrtonline.org/news/12/>.

<sup>49</sup> Transmilenio Bogotá. Informe de gestión del sistema Transmilenio. 2011. Disponible: [http://www.transmilenio.gov.co/WebSite/Contenido.aspxID=TransmilenioSA\\_TransmilenioEnCifras\\_EstadisticasGenerales](http://www.transmilenio.gov.co/WebSite/Contenido.aspxID=TransmilenioSA_TransmilenioEnCifras_EstadisticasGenerales).

Se trató de una investigación exploratoria y descriptiva, en la cual también se midieron variables y se estudiaron relaciones de causa-efecto (explicativa) y se llevó a cabo revisión documental y trabajo de campo, por lo que se usó diseño mixto.

## **2. CASOS DE BRT DE CIUDADES LATINOAMERICANOS**

El Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT, por sus siglas en inglés de Bus Rapid Transit), es un sistema de alta calidad basado en buses que proporcionan movilidad urbana rápida, cómoda de relación favorable costo-beneficio, a través de la provisión de infraestructura de carriles segregados, operación rápida y frecuente, excelencia en el mercado y servicio al cliente.

El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) en su guía de Planificación de Sistemas BRT (2010), recopiló una serie de características comunes encontradas en sistemas de transporte con carril exclusivo de los más exitosos implementados a nivel mundial; estas características pueden ser definidas en conjunto como un servicio de "BRT completo" o un servicio "ideal" de transporte público. Deben contar con: Infraestructura física: - Carriles segregados o carriles solo-bus a lo largo de la mayoría de la troncal del sistema o los corredores del centro de la ciudad. - Existencia de una red integrada de rutas y corredores. - Estaciones mejoradas que son convenientes, cómodas, seguras y protegidas a condiciones climáticas. - Las estaciones que dan acceso a nivel entre la plataforma y el piso del vehículo. - Estaciones espaciales y terminales que facilitan la integración física fácil entre rutas troncales, servicios de alimentación y otros sistemas de transporte masivo (si aplica). - Mejorías del espacio público circundante. Operaciones: - Servicio frecuente y rápido entre orígenes y destinos principales. - Capacidad amplia para demanda de pasajeros a lo largo de los corredores. - Abordaje y desembarque rápido de pasajeros. - Recaudo y verificación de la tarifa antes de abordar. - Integración de tarifa entre rutas, corredores y servicios alimentadores. Estructura de negocios e institucional: - Entrada al sistema restringida a operadores prescritos bajo un negocio y estructura administrativa reformada (es decir, un sistema cerrado). - Procesos licitados competitivamente y totalmente transparentes para adjudicación de contratos y concesiones. - Gestión eficiente que resulta en la eliminación o minimización de subsidios del sector público hacia la operación del sistema. - Sistema de recaudo de la tarifa operado y gestionado independientemente. - Seguimiento del control de calidad por parte de una entidad o agencia independiente. Tecnología: - Tecnologías de vehículos de baja emisiones y ruido. - Tecnologías de recaudo y verificación de tarifa automática. 25 - Gestión del sistema a través de un centro de control centralizado, utilizando aplicaciones del Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS) tales como localización automática de vehículos. - Prioridad semafórica o separación de nivel en intersecciones. Mercadeo y

servicio al cliente: - Identidad distintiva para el sistema - Excelencia en servicio al cliente y provisión de facilidades claves para los usuarios. - Facilidad de acceso entre el sistema y otras opciones de movilidad (tales como personas a pie, bicicletas, taxis, transporte colectivo, vehículos motorizados privados, etc). - Infraestructura especial para facilitar el acceso a grupos en desventaja física, tales como los niños, personas de la tercera edad y los discapacitados físicamente. - Mapas de rutas, señalización y/o pantallas de información en tiempo real, que son localizados de manera visible dentro de estaciones y/o vehículos.

El caso más emblemático de BRT en América Latina es el de la ciudad de Curitiba, Brasil, no solo por ser el primero (1974) y más completo, sino por su constante desarrollo e innovación, constituyéndose en la Red Integrada de Transporte (RIT) más completa. Consta de 356 líneas de autobuses operados por 23 empresas privadas y 21 terminales y atiende una demanda de 2 millones de pasajeros por día. El servicio es operado por buses de bajas emisiones y ruido. También de una autoridad planificadora llamada Urbanización de Curitiba S.A. (URBS). La gestión del sistema se realiza a través de un centro de control centralizado. Existe integración física y tarifaria, además de la atención a la personas con discapacidades físicas constituye una prioridad de la RIT. RIT es un sistema de transporte perfectamente planificado y organizado tal como la teoría lo establece: avenidas concebidas para priorizar el transporte público, carriles exclusivos para líneas expresas, los autobuses circulan por los carriles centrales (no siendo entorpecidos por los vehículos particulares que doblan a la derecha), líneas rápidas de la periferia al centro, conexión circular entre los distintos sectores de la ciudad, integración entre todas las líneas, cruces a distinto nivel, etc.

En Curitiba en los corredores del RIT, ha existido un descenso en los accidentes de tránsito con un índice de mortalidad baja, ubicándose por debajo del total de Brasil. En promedio, ocurrieron 4,87 muertos por cada 10.000 vehículos en 1998.

**Tabla 1: Accidentes de tránsito en la ciudad de Curitiba**

Tipo victimas	1995	1996	1997	1998
Mortales	409	363	440	319
No mortales	8.209	7.929	7.860	7.046
Atropellamientos	1.864	1.722	1.500	1.528
Muertes/10.000 veh.	7,57	6,40	7,11	4,87

Otro caso bastante conocido en América Latina es el Transmilenio de Bogotá, Colombia, el cual inició operaciones en el año 2000. Se trata de un BRT con 113 kilómetros de vías exclusivas para 2.027 buses que circulan a una velocidad promedio



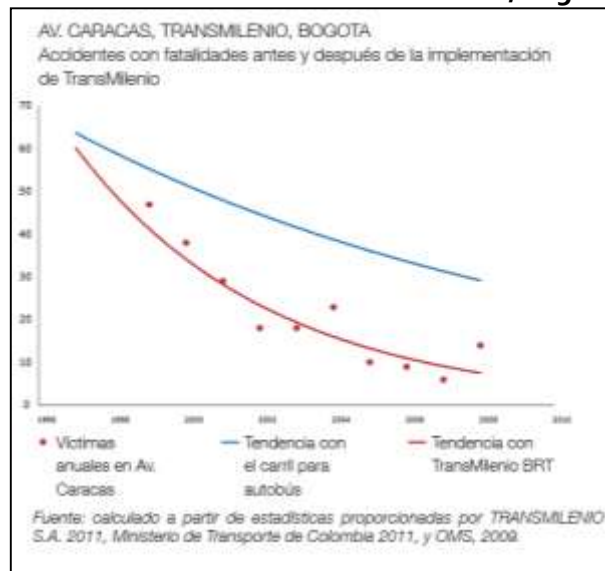
de 26 km/h. El Transmilenio atiende actualmente una demanda de 4.000.000 pasajeros/día.

Es importante denotar que el sistema Transmilenio aunque cumple con gran parte de los elementos de un BRT, convive con un sistema tradicional artesanal de servicio de transporte público urbano (busetas) y cumple solo parcialmente el territorio de la Bogotá.

De acuerdo a estudios realizados, luego de la implantación de Transmilenio, en los corredores hubo una disminución de accidentes de tránsito en un 86,4% de accidentes leves y del 97,6% en accidentes mortales. Por otra parte, también hubo una disminución de la delincuencia en los ejes del BRT debido a la mayor presencia policial en las estaciones y sitios aledaños.

Sin embargo, a pesar de estas estadísticas favorables iniciales, el sistema en los últimos años ha presentado diferentes accidentes por factores humanos, técnicos y ambientales. Entre algunas de las causas se han identificado el deterioro con gran facilidad de las calles, por el desplazamiento constante y peso en las ruedas, y, en los últimos años el sistema pasó de atender una demanda de 1.450.000 pasajeros/día a 4.000.000 de pasajeros/día, mientras que las expansiones de troncales planeadas originalmente no han sido ejecutadas.

**Figura 1: Accidentes de tránsito en Av. Caracas, Bogotá (2011)**



Como puede observarse en la Figura 1, precedente, en la Av. Caracas de Bogotá, existe una tendencia hacia la alza de los accidentes de tránsito en los últimos años.

### **3. CASOS DE BRT EN VENEZUELA**

En Venezuela existen actualmente diversos sistemas que aunque se autocalifican de BRT, no cumplen las condiciones mínimas para serlo. A los fines de esta investigación se tomaron 2 casos, el Trolebús de Mérida (Tromerca) y el BusCaracas.

#### **3.1. Caso Tromerca. Trolebús de Mérida**

El Trolebús de Mérida fue el primer sistema BRT puesto en marcha en Venezuela, en julio de 2007 por la Gobernación del Estado Mérida. El sistema está compuesto por 1 canal exclusivo de 18,2 Km, operado por trolebuses eléctricos articulados, alimentados por un riel de contacto. La red se encuentra entre la población de Ejido y Mérida, áreas conurbadas. El sistema circula en contravía, operación que según cierta literatura presenta alta peligrosidad<sup>50</sup>, puesto que los peatones, usuarios y conductores deben estar alertas en el momento de circular por aceras y avenidas paralelas a este sistema de transporte masivo.

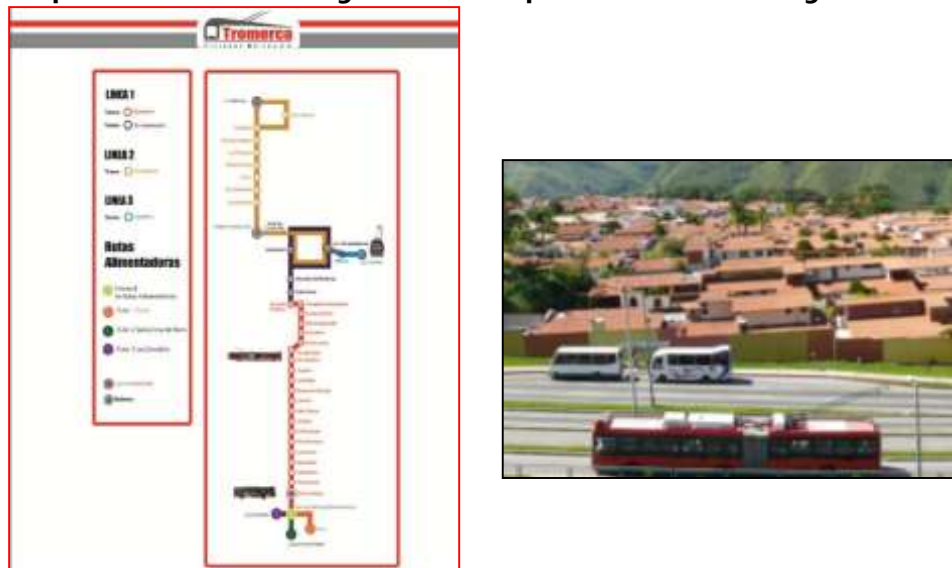
El trolebús de Mérida está implantado en el Corredor vial Centenario - Monseñor Chacón – Andrés Bello – 16 de Septiembre – Don Tulio Febres. Se trata de una Red integrada de rutas y corredores conformada por el trolebús, una línea de Metrocable denominado Trolcable, 8 rutas alimentadoras llamadas BusMérida, y 5 Rutas Turísticas.

El Trolebús está conformado por 23 Estaciones (2 terminales y 17 intermedias), cuenta con un trazado de 20,12 km., una flota de 45 autobuses articulados que circulan a una velocidad promedio de 30 km/h. para atender una demanda de 40.000 pasajeros/día.

---

<sup>50</sup> Wright, L.I. y Hook, W. Guía de Planificación de Sistemas BRT (Spanish Version). Institute for Transportation & Development Policy (ITDP). 2010. pp 154.

**Figura 2: Esquema del Sistema Integrado de Transporte de Mérida e imagen del trolebús**



El sistema de Mérida convive con el sistema tradicional de transporte público urbano de la ciudad organizado por pequeñas asociaciones civiles de conductores y operado mayoritariamente por vehículos combis, microbuses y minibuses.

### **Caso BusCaracas.**

El sistema de transporte BusCaracas, opera desde el 3 de octubre de 2012 en la ciudad de Caracas, como sistema de transporte superficial de autobuses articulados dentro de las rutas de transporte superficial de la Compañía Anónima Metro de Caracas. El corredor cubre 6 kilómetros, comprendidos por las avenidas Nueva Granada y Fuerzas Armadas, ubicadas en sentido norte-sur de la ciudad.

Dentro de las líneas del Metro de Caracas, el BusCaracas se considera la Línea 7. Cuenta con 11 estaciones (2 terminales y 9 intermedias), tiene un trazado de 5,2 km, una flota de 45 autobuses articulados que circula a una velocidad promedio de 30 km/h y atiende una demanda de 22.400 pasajeros/día.

Para su inauguración no se tomó en cuenta la necesidad de realizar campañas informativas a la población sobre el funcionamiento del nuevo del sistema y las medidas en el tránsito que debían tomar los conductores, peatones y motorizados con respecto al carril exclusivo. Quizás esto fue consecuencia de la confusión creada por los distintos organismos públicos que participaron en distintas etapas de la planificación, construcción y puesta en marcha del corredor.

**Figura 3: Imagen de estación, canal exclusivo y bus articulado del BusCaracas**

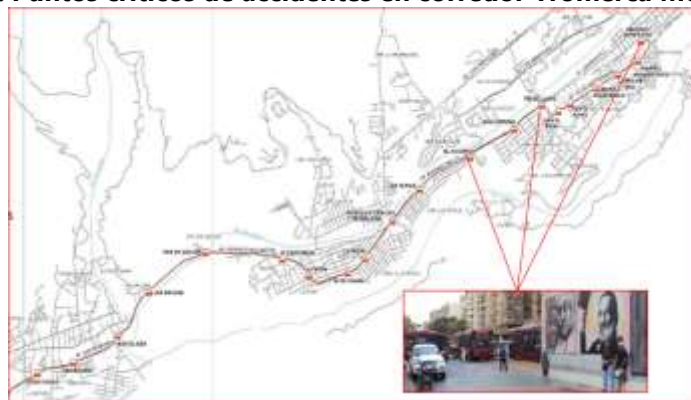


En lo que respecta al transporte público, que se suponía que absorbería este nuevo sistema, aun continua operando en la vía de tránsito mixto paralela al corredor BusCaracas. A pesar de esfuerzos de negociación realizados por la Alcaldía del Municipio Libertador y el Ministerio de Transporte Terrestre con los conductores, continúan operando el servicio paralelo al Buscaracas, generando imprudencias de parte de los conductores y peatones, congestión y caos en las vías, además de contaminación producto de emisiones de gases contaminantes procedentes de una flota en mal estado.

#### **4. ESTUDIOS DE TRÁNSITO Y ACCIDENTES EN CORREDORES DE BRT EN MÉRIDA Y CARACAS**

En el año 2005, la ciudad de Mérida contaba con más de 50.000 vehículos (FAVENPA, 2008). En la actualidad, el parque automotor en el estado Mérida debe estar cercano a 100.000 vehículos, situación que genera congestión, bajas velocidades, elevados tiempos de viajes, caos en las intersecciones y retraso en el sistema de transporte.

**Figura 4: Puntos críticos de accidentes en corredor Tromerca Mérida 2016**



La figura 4 muestra los puntos críticos de accidentes en el corredor BRT de Mérida. La mayor parte de los accidentes se produce en los carriles de tránsito mixto y no

involucra los autobuses BRT, por lo que es importante conocer las distintas medidas que se aplican para mejorar y para mantener la seguridad vial en el área. Al realizar el examen de las estadísticas de tránsito, los principales problemas encontrados en Tromerca fueron: invasión del carril exclusivo por vehículos particulares y motos, falta de equipamiento y carencia de mapas de rutas en las estaciones, ausencia de acuerdos con transportistas que operan en las vías del corredor, semáforos no sincronizados, falta de mantenimiento de los vehículos.

En el caso del BusCaracas, antes de que se comenzaran los trabajos de construcción del sistema, las cifras de los accidentes de tránsito eran las más alta de todo el periodo. A partir del 2009, con la puesta en marcha de los primeros trabajos en la construcción, las cifras se han mantenido estable y con ciertos ascensos en determinados meses. En 2012, después de iniciadas las operaciones, los accidentes se redujeron en un 35% y en 2014 los accidentes de tránsito habían disminuido en un 39%.

**Figura 5: Puntos críticos de accidentes en corredor BusCaracas 2016**



La figura 5 muestra los puntos críticos de accidentes en el corredor BusCaracas. Entre los principales problemas encontrados en este sistema, se encuentran la falta de comunicación y coordinación entre los distintos entes oficiales que intervienen, para establecer estrategias y ejecutar acciones, con miras al funcionamiento eficiente del sistema y la seguridad vial, falta de campañas informativas a la población, carencia de equipamientos y mapas de rutas en las estaciones, ausencia de efectivos encargados de la seguridad y manejo de tránsito en el corredor, falta de personal en las estaciones del sistema. Asimismo, el corredor fue diseñado y construido con una sección bastante estrecha en comparación con las dimensiones de los autobuses y se mantienen las rutas de transporte público paralelas al BusCaracas.

El cuadro siguiente presenta una comparación de las estrategias y medidas de seguridad vial en los sistemas de transporte BusCaracas y Tromerca con respecto a las implantadas en diferentes corredores de ciudades de Latinoamérica.

**Tabla 2: Comparación de las estrategias y medidas de seguridad vial BRT de AL con BusCaracas y Tromerca**

N°	Estrategias y medidas del BRT	Latinoamérica	BusCaracas	Tromerca
1	Limitar el acceso a sus corredores solamente para los operadores y vehículos especiales de BRT, de emergencia y en algunos casos de entes gubernamentales	X	X	X
2	Sistema Integrado de Monitoreo en las estaciones y terminales	X		
3	Equipos de posicionamiento en tiempo real de la flota de autobuses	X	X	X
4	Personal de vigilancia y efectivos de tránsito	X		X
5	Presencia de operadores del sistema en las estaciones	X		X
6	Prioridad semafórica o separación de nivel en intersecciones.	X		
7	Infraestructura especial para facilitar el acceso a grupos en desventaja física	X	X	X
8	Mapas de rutas, señalización y/o pantallas de información en tiempo real, que son localizados de manera visible dentro de estaciones y/o vehículos.	X		X
9	Cruces semaforizados	X	X	X
10	Oficinas de atención al público, oficinas móviles y puntos de información en los lugares de gran afluencia	X		
11	Campaña informativa del funcionamiento del sistema de transporte	X		
12	Sanciones a quienes ingresen a la vía exclusiva del sistema, sin la notificación respectiva	X		
13	Campañas de concienciación a la población al momento de circular por calles y avenidas, así como a respetar las señales de tránsito	X		
14	Desincorporación del servicio de transporte público colectivo de los carriles mixtos	X		
15	Infraestructura que facilite la integración física entre líneas y modos de transporte	X		X

Como puede observarse, tanto en BusCaracas como en Tromerca no se han implantado numerosas medidas necesarias de seguridad vial.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los BRT, como sistemas de transporte público masivo, son unas de las soluciones implantadas con más popularidad, ya que por su modo de operación, contribuye a disminuir los tiempos de viajes de las personas y los accidentes en las vías urbanas. Si bien estos sistemas han sido exitosos en muchas ciudades, también pueden causar accidentes viales. De allí que sea necesario considerar factores físicos, humanos, ambientales e institucionales que puedan generar fallas en el sistema.

La seguridad vial es un aspecto importante en la planificación y operación de los corredores de autobuses con carril exclusivo, principalmente porque éstos se implantan en grandes arterias urbanas y atraen gran volumen de usuarios.

Esta investigación se centró en un análisis de la seguridad vial tras la implantación de un servicio de transporte público en carril exclusivo en dos ciudades venezolanas, con miras a una contribución en relación con las medidas de acompañamiento que deben considerarse en la realización de nuevos proyectos de este tipo. En ella se analizaron los aspectos de seguridad vial en la planificación, diseño y operación de los sistemas de autobuses BusCaracas y Tromerca, de Venezuela.

Los resultados arrojaron que el Trolebús de Mérida cumple con más elementos de BRT, fue ejecutado en forma más ordenada, clara y respondiendo a una planificación. El Buscaracas presenta falencias, que lo califican como BRT con deficiencias. Muchas de ellas pueden explicarse por el largo y tortuoso camino que siguió su planificación, ejecución y puesta en marcha.

Los dos BRT estudiados presentan carencias en cuanto a estrategias y medidas de seguridad vial. Se constató que no solo debe realizarse un diseño adecuado y contar con las estrategias y acciones necesarias. También deben ejecutarse y mantenerse en el tiempo. Los resultados demuestran que la seguridad en un corredor de BRT depende más del diseño y comportamiento de los carriles de tránsito mixto que de la configuración del sistema BRT en sí mismo. Se constató que tanto en el corredor BusCaracas como en el Trolebus de Mérida, la mayor parte de los accidentes no involucra los BRT.

### **Referencias bibliográficas**

- Asesoría de Comunicación de Asociación Latinoamericana de Sistemas Integrados y BRT (2011). SIBRT en la lucha para disminuir los accidentes de tráfico. Disponible: <http://www.sibrtonline.org/news/12/>. Consultado en enero de 2013.
- Bonfanti F, Cardozo O, Parras A. (2009) Metodología de análisis del transporte público de pasajeros con Sistemas de Información Geográfico (SIG). Disponible: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/01-Sociales/2006-S-049.pdf>. Consultado en Febrero de 2013.
- Daimler, AG. BRT en la ciudad de México: Corredor Línea 3 de Metrobús. Ejemplo de una exitosa solución BRT en una de las ciudades más pobladas del Mundo. Noviembre 2011. Disponible: <http://www.mercedes-benz.com/brt>. Consultado en Noviembre de 2012.
- Duduta N., Adriaola-Steil C., Wass C., Hidalgo D. y Lindau L. (2012). Seguridad vial en corredores de autobús. Lineamientos para integrar la seguridad peatonal y vial en el planeamiento, diseño y operación de corredores BRT. Disponible: <http://www.sibrtonline.org/downloads/emb2012-seguridad-vial>. Consultado en Diciembre de 2012.
- Farfán S. (2016). Análisis de la seguridad vial en los BRT. Casos Buscaracas y Tromerca. Tesis Maestría Universidad Simón Bolívar. Caracas.
- Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre. (2012). Informe Técnico anual de Accidentes de Tránsito en Venezuela.
- Muro, A. (2011). Proceso de Negociación con los Operadores de Transporte en el diseño de los BUSRAPID TRANSIT-BRT- en las ciudades Venezolanas. Caso: BusCaracas a TransMaracay. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial. (2009). Disponible: [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/report/gsrrs\\_summary\\_es.pdf](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/gsrrs_summary_es.pdf). Consultado en diciembre de 2012.
- Transmilenio Bogotá. Informe de gestión del sistema Transmilenio. (2011). Disponible: <http://www.transmilenio.gov.co/WebSite/Contenido.aspxID>. Consultado en enero de 2013.

Wright, L.I. y Hook, W. (2010). Guía de Planificación de Sistemas BRT (Spanish Versión). Institute for Transportation & Development Policy. Nueva York. 3ra edición.



# **REDUCCIÓN Y ELIMINACIÓN DE LESIONES GRAVES Y MUERTES ASOCIADAS A SINIESTROS: ISO 39001 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL**

**Marcelo Popovich**

Empresa Mixta de Transporte Rosario S.A., Rosario, Santa Fe, Argentina.

marcelopopovich@gmail.com

## **RESUMEN**

La seguridad vial (SV) es un tema de preocupación mundial. Se estima que anualmente mueren 1.3 millones de personas y entre 20 y 50 millones, sufren lesiones en vías públicas, y que este nivel va aumentando. En ese sentido, debemos entrenar correctamente a los conductores y a todo el personal que interviene en temas relacionados con la SV, y para ello debemos recurrir a métodos validados, accesibles y reconocidos internacionalmente, como pueden ser las normas ISO de Gestión. Específicamente contamos con la norma ISO 39001 "Sistemas de Gestión de Seguridad Vial. Dicha norma integra las buenas prácticas de SV de la IRAM 3810, con los elementos de gestión de la ISO 9001, convirtiéndose en el documento ideal para estandarizar, capacitar y prevenir o minimizar siniestros viales. La norma ISO 39001 es absolutamente necesaria para aplicar en una Organización, ya que tiene una mirada abarcativa que no solo incluye al conductor, sino que considera las actividades del personal de taller, de inspección en calle, de los repuestos adquiridos, etc. Entre otros requisitos nos obliga a evaluar los riesgos potenciales y trabajar sobre su mitigación, establecer objetivos de siniestralidad corporativos e individuales, coordinar los recursos, capacitar y difundir conciencia sobre la SV, comunicar novedades, preparar respuestas ante emergencias, establecer planes de mejora y finalmente controlar y monitorear el desempeño Vial, mediante investigaciones de siniestros, auditorías internas y revisiones por la Dirección de los indicadores y metas establecidas.

## **9. INTRODUCCIÓN**

### **9.1 La norma ISO 39001**

La norma internacional ISO 39001:2012 – Road traffic safety (RTS) management systems. Requirements with guidance for use, es una norma que proporciona herramientas para reducir, y finalmente, eliminar la incidencia y riesgos de muerte y lesiones graves asociadas a siniestros viales en la vía pública.

La experiencia a nivel mundial ha demostrado que se pueden obtener reducciones considerables de muertes y lesiones graves, mediante la adopción de un sistema de seguridad integral enfocado a la seguridad vial.

Un claro ejemplo es la política de seguridad vial de Suecia, país con la menor tasa de fallecidos en siniestros viales en la actualidad, y donde el estado toma como consigna

el plan "Visión Zero Initiative" a partir de una resolución parlamentaria de 1997, convirtiéndose en un hito en la SV.

Al igual que el concepto "Cero defecto" proveniente de la industria armamentista, aeroespacial y automotriz, no deja de ser una aspiración, una meta casi utópica, pero que genera una importante reducción en la gravedad de los siniestros y muertes.

En éste contexto debemos decir que la aplicación de la norma ISO 39001 por si sola, no lleva a la eliminación de muertes o afectaciones graves permanentes: Es necesario aplicar acciones globales que consideren la concientización, los vehículos seguros, el diseño y estado de las vías, la correcta señalización y otros factores, que dependen de los estamentos gubernamentales. Igualmente desde las empresas de transporte es adecuada su aplicación y reduce significativamente los siniestros con culpabilidad.

## **10. ESTRUCTURA DE LA NORMA**

### **2.1 Índice**

La ISO 39001 presenta correlación entre otras normas internacionales en lo que respecta a su ordenamiento:

1. Introducción
2. Objeto y campo de aplicación
3. Documentos normativos para consulta
4. Términos y definiciones
5. Contexto de la Organización
6. Liderazgo
7. Planificación
8. Soporte
9. Operación
10. Evaluación del desempeño
11. Mejora

Los requisitos normativos, se describen a partir del elemento 4 en ellos las acciones o actividades a cumplimentar, se expresan como un "debe". Dentro de los debe, se incluyen, como ejemplos:

- Establecer, implementar y mantener registros y procedimientos,
- Revisar el Sistema de Gestión.
- Establecer políticas,
- Demostrar liderazgo y compromiso.

A continuación realizaremos un breve resumen desglosado, de cada uno de los elementos normativos mandatorios y que contengan requisitos específicos. Al final de cada elemento se describen en forma genérica, los documentos recomendables para cumplir con los requisitos de esta norma. No se detallan los registros asociados.

## **2.2 Elemento 4: Contexto de la Organización**

- Conocimiento de la organización y su contexto.
- Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.
- Determinación del alcance del sistema de gestión de SV.
- Sistema de gestión de SV.

Éste elemento se centra en determinar el rol de la Organización en el sistema de tránsito, la identificación de los procesos y actividades asociadas al igual que los requisitos internos y externos. En función de ellos nos obliga a establecer el alcance de nuestro sistema, y el sistema en sí mismo, incluidos los procesos necesarios y sus interacciones. Un mapa de procesos que contenga las operaciones internas, partes interesadas, documentos y límites, entre otros, es la base sobre la que se inicia la creación de un paquete documental.

Documentos:

- (ISO 9001 4.1) = Mapa de procesos (Conocimiento de la Organización y su contexto)
- (ISO 9001 4.2) = Matriz de requisitos legales y de terceros (Comprensión de las necesidades y expectativas)
- (ISO 9001 4.3) = Documentar alcance del sistema de SV (Alcance)
- (ISO 9001 4.4) = Paquete documental completo (Sistema de gestión de SV)

## **2.3 Elemento 5: Liderazgo**

- Liderazgo y compromiso.
- Política.
- Funciones, responsabilidades y autoridades en la organización.

Éste elemento apela al compromiso de la Dirección definiendo actividades centrales de planificación de acciones estratégicas para la consecución de los objetivos. Además indica establecer las políticas, los objetivos y los recursos necesarios para su cumplimiento.

También exige que la Dirección difunda y comunique las políticas, además de asegurarse que la capacitación y la motivación del personal, se concrete. Todo se

resume a que la Dirección esté convencida que es el camino y el diseño de un organigrama estratégico, que contemple todas las patas del negocio.

Documentos:

(ISO 9001 5.1) = General

(ISO 9001 5.2) = Política (Política)

(ISO 9001 5.3) = Organigrama y perfiles de puesto (Funciones, responsabilidades y autoridades)

## **2.4 Elemento 6: Planificación**

- General
- Acciones para tratar riesgos y oportunidades
- Factores de desempeño de SV
- Objetivos de SV y planificación para lograrlos

Éste elemento incorpora la gestión de riesgos como herramienta preventiva, exigiendo que se establezcan claramente, para luego establecer objetivos relacionados y realizar seguimiento mediante mediciones de desempeño. Claramente establece que cada objetivo debe ser respaldado por un plan consistente, donde se determinen acciones, responsables, plazos, recursos y métodos de control posteriores. Es el elemento de planificación preventiva, donde se evalúan los riesgos, sus potenciales consecuencias y la forma de mitigarlos/eliminarlos.

Documentos:

(ISO 9001 6.1) = General

(ISO 9001 6.2) = Matriz de riesgo (Acciones para riesgos y oportunidades)

(ISO 9001 6.3) = Matriz de identificación de actores de riesgo (Factores de desempeño)

(ISO 9001 6.4) = Tabla de indicadores y objetivos (Objetivos de SV y planificación)

## **2.5 Elemento 7: Soporte**

- Coordinación
- Recursos
- Competencia
- Toma de conciencia
- Comunicación
- Información documentada

En éste elemento normativo se establece que deben coordinarse las actividades de soporte del servicio (procesos de apoyo), teniendo en cuenta consultas internas y externas. También deben estar claramente asignados los recursos económicos, materiales y de personal. Al respecto se centra en la identificación de las competencias necesarias, la capacitación, la toma de conciencia y la comunicación.

Se le otorga especial importancia a la gestión de documentación, estableciendo los requisitos para la confección, actualización, y control de la misma, centrándose en la disponibilidad de documentos vigentes.

Documentos:

(ISO 9001 7.1) = Organigrama/mapa de procesos comunicacional (Coordinación)

(ISO 9001 7.2.) = Presupuesto anual por áreas (Recursos)

(ISO 9001 7.3.) = Perfiles de puesto (Competencia) y Procedimiento de capacitación

(ISO 9001 7.4.) = Capacitación/sensibilización (Toma de conciencia)

(ISO 9001 7.5.) = Proceso de comunicación (Comunicación)

(ISO 9001 7.6.) = Procedimiento control de documentos (Información documentada)

## **2.6 Elemento 8: Operación**

- Planificación y control operacional
- Preparación y respuesta ante emergencias

Dentro de éste elemento se considera el establecimiento de los criterios generales y la verificación de la eficacia de los mismos. Se establecen los procesos en documentos y se ejecutan. Desde el aspecto correctivo, deben redactarse planes de emergencia consistentes con la severidad y ocurrencia, y deben realizarse simulacros donde se identifiquen fallas y oportunidades de mejora.

Documentos:

(ISO 9001 8.1.) = Procedimientos operativos (Planificación y control operacional)

(ISO 9001 8.2.) = Procedimientos de seguridad (Preparación y respuesta ante emergencias)

## **2.7 Elemento 9: Evaluación de desempeño**

- Seguimiento, medición, análisis y evaluación
- Investigación de siniestros e incidentes viales
- Auditoria interna
- Revisión por la Dirección

Dentro del proceso de evaluación se deben establecer indicadores y objetivos, según la teoría MAREA, y tomar acciones en función de los resultados observados, luego del correcto análisis de los mismos.

También otorga gran importancia a las investigaciones de siniestros e incidentes viales, con el objeto de determinar las causas subyacentes (causa raíz) y la toma inmediata de acciones correctivas y si corresponde, preventivas.

Las auditorías internas y la revisión por la Dirección son dos actividades requeridas, que independientemente de eventos puntuales, ofrecen una visión global y abarcativa de los procesos y sus resultados.

Documentos:

(ISO 9001 9.1.) = Procedimientos de inspección y ensayos

(ISO 9001 9.2.) = Procedimiento de investigación de siniestros

(ISO 9001 9.3.) = Procedimiento de auditoría interna

(ISO 9001 9.) = Procedimiento de revisión por la Dirección

## **2.8 Elemento 10: Mejora**

- No conformidades y acciones correctivas
- Mejora continua

La importancia de la detección y tratamiento de las no conformidades, quedan plasmadas en éste elemento, siguiendo la secuencia lógica para sostener la mejora continua: Detección de la no conformidad, corrección inmediata, evaluación de consecuencias, conformación de un equipo de trabajo, determinación de las causas potenciales, reales y raíz, implementación de acciones que prevengan a futuro las recurrencias y medición de la eficacia y eficiencia de dichas acciones, a lo largo del tiempo.

Documentos:

(ISO 9001 10.1.) = Procedimiento de no conformidades y acciones correctivas

(ISO 9001 10.2.) = Procedimiento de mejora

## **11.CONCLUSIONES**

La norma ISO 39001 toma algunos elementos comunes a otras normas de gestión con mayor difusión, como pueden ser la ISO 9001 o ISO 14001, incorporando planificación, control de documentos, identificación de no conformidades, auditorías internas, revisión por la dirección y mejora, a diferencia de otras normas como la IRAM 3810

que define solamente "buenas prácticas para la SV" sin llegar a profundizar en los procesos citados.

Una alternativa a la implementación de la ISO 39001, es la implementación conjunta de ISO 9001 e IRAM 3810, aunque la recomendación es implementar directamente la ISO 39001. Aquellas empresas que ya cuentan con la ISO 9001, tienen allanado el camino ya que los elementos más complejos, se repiten.

La Norma ISO 39001 posee tres anexos que agregan claridad a la hora de interpretar sus requisitos, que como en toda norma, al ser de aplicación universal, son muy genéricos:

- ANEXO A (Informativo): Guía para el uso de ésta norma
- ANEXO B (Informativo): Trabajo internacional relacionado con estructuras de gestión de SV.
- El ANEXO C (Informativo) establece la correspondencia de cada elemento con las normas ISO 9001 e ISO 14001, para el establecimiento de un Sistema Integrado.

La norma ISO 39001 no pretende proporcionar uniformidad en la estructura de los sistemas de gestión de SV o en la documentación. Cada Organización debe adaptar los requisitos en función de sus recursos, idiosincrasia y contexto, sin dejar de cubrir todos los requisitos.

También permite exclusiones, siempre que éstas no afecten la capacidad de la Organización para establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente el desempeño vial.

Tampoco es necesario (excepto cuando es requisito de los entes reguladores), certificar la norma mediante intervención de los entes certificadores. Es recomendable si su implementación aunque la decisión sea no certificarla.

El sistema de gestión especificado en ésta norma centra a la Organización en sus objetivos y metas de SV y guía la planificación de las actividades que lograrán dichas metas, mediante el uso de un sistema seguro y estandarizado, enfocado en la SV.

El franco compromiso con la prevención de los siniestros viales, es una obligación moral y económica de los empresarios y solidariamente de sus empleados.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AENOR – ISO (2013) – *Sistema de gestión de seguridad vial. Requisitos y recomendaciones de buenas prácticas* - España

IRAM - ISO. (2015) *IRAM-ISO 39001 Sistema de gestión de la seguridad vial - Requisitos*. IRAM. Buenos Aires.

ISO (2008) *ISO 9001 Quality managements systems – Requeriments* - ISO. Ginebra.

ISO (2004) *ISO 14001 Enviromental managements systems – Requeriments* - ISO. Ginebra.

ISO (2011) *ISO 19011 Guidelines for auditing managements systems* - ISO. Ginebra.



# **LA SEGURIDAD VIAL EN CUBA Y LOS USUARIOS MÁS VULNERABLES DE LAS VÍAS**

**Tania Ivón Sosa Ibarra.**

Universidad "José Martí Pérez", Sancti Spíritus, Cuba. ivon@uniss.edu.cu

**Alberto Medina León.**

Universidad "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba .alberto.medina@umcc.cu

**Teresa Mercedes Alonso Hidalgo.**

Escuela de Educación Vial y Conducción, Sancti Spíritus, Cuba

## **RESUMEN**

Anualmente en el mundo pierden la vida por los accidentes de tránsito aproximadamente 1,2 millones de personas y quedan discapacitadas entre 20 y 50 millones. Constituyen la octava causa mundial de muerte y la primera entre los jóvenes de 15 a 29 años. El factor humano se erige en la principal causa de su ocurrencia y la mitad de las muertes que acontecen en las carreteras del mundo se produce entre los usuarios menos protegidos en el complejo sistema del tránsito: peatones, ciclistas y motociclistas. Cuba no se encuentra ajena a esta situación. En este trabajo se realiza un análisis de la seguridad vial en el país, sus principales causas y factores de riesgo, constituyendo el elemento humano el mayor responsable en la ocurrencia de los accidentes y se destaca la incidencia de los peatones, ciclistas y los jóvenes en las estadísticas, como uno de los elementos más vulnerables en el sistema vial. Se ofrecen recomendaciones válidas para ser practicadas por los usuarios de la vía y que contribuyan a una mayor concientización social, la mejora de la seguridad vial y la disminución de la accidentalidad.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los accidentes de tránsito están considerados por las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud como una epidemia mundial y constituyen un problema de salud pública que influye en el desarrollo socio-económico de los países.

En el mundo, cada año pierden la vida por los accidentes de tránsito aproximadamente 1,2 millones de personas, lo que significa más de 3 000 muertes al día, y quedan discapacitadas entre 20 y 50 millones, con la consiguiente carga psicológica y social en las personas y la economía. (OMS, 2011)

Según el Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial presentado en el 2015 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), los accidentes de tránsito se erigen en una de las tres causas principales de mortalidad para las personas de 5 a 44 años de edad y constituyen la primera entre los 15 y 29 años, y la tercera entre los 30 y 44 años. (OMS, 2015)

Este estudio destaca que el 92 % de los fallecidos se registran en los países de bajos y medios ingresos que, en contraposición, presentan un 52% de los vehículos registrados en el mundo. Las tasas de mortalidad de 20.1 por 100 000 habitantes en países de ingresos medios y de 18,3 en los de ingresos bajos constituyen un reflejo de la situación de la seguridad vial en esos países.

En estos eventos, es el factor humano la principal causa de su ocurrencia y la mitad de las muertes que acontecen en las carreteras del mundo se produce entre los usuarios menos protegidos en el complejo sistema del tránsito: peatones, ciclistas y motociclistas. A pesar de esta demostrada fragilidad, en un gran porcentaje de los casos, las personas evidencian tener muy poca conciencia del riesgo y cometen imprudencias que son, sin dudas, las causantes de los accidentes.

En América Latina y el Caribe, más del 50 % de las muertes por el tránsito ocurren entre los usuarios vulnerables de las vías: el 27 % son peatones, el 20% son motociclistas y el 3.7% son ciclistas., mientras que el 23.8 % son ocupantes de autos, sin embargo, en América del Norte los mayores valores de las víctimas se presentan en un 70 % en los ocupantes de automóviles.(OPS,2016)

Cuba no se encuentra ajena a esta situación. En este trabajo se presenta una valoración de las características de la seguridad vial en el país, y la creciente tendencia de los usuarios más vulnerables en las estadísticas de la accidentalidad con una alta incidencia de los peatones. Esta situación define la necesidad de implementar medidas que, con un enfoque integral y cooperativo, puedan abarcar la amplia gama de riesgos que existen para estos sectores de la población en las carreteras.

En el Plan Estratégico Nacional de seguridad vial 2018-2030 de Cuba, se establecen líneas estratégicas enfocadas a la concientización social y gubernamental así como a la educación y formación vial. De esta forma, se privilegia la necesidad de elevar la cultura vial de la población como vía para lograr actitudes responsables y una movilidad segura de los usuarios en las vías, que posibilite la disminución de la accidentalidad y la mejora de la seguridad vial, con la valoración de que existe una correlación entre el nivel cultural de un país, su desarrollo socioeconómico y su tasa de accidentalidad vial.

## **2. DESARROLLO**

## 2.1 La seguridad vial

La seguridad vial pudiera definirse como la no producción de accidentes en la vía. Sin embargo, existe la posibilidad de que se produzcan estos hechos y, además, aumenta si se tiene en cuenta que entre los elementos que intervienen en el sistema vial (hombre, vía, vehículo y el entorno vial), la mayor implicación la tienen las personas.

De esta forma, se privilegia la consideración del enfoque sistémico de la seguridad vial al establecer la necesidad de un sistema seguro de transporte vial tomando en cuenta el error humano y la falibilidad del cuerpo humano. Por ello, es un derecho de los ciudadanos y un deber de todas las administraciones públicas, que los accidentes de tránsito disminuyan y sus consecuencias sean lo menos lesivas posibles para las personas y la sociedad.(OMS,2015)

Esta consideración lleva entonces a la valoración de que la seguridad vial puede verse desde dos puntos de vista: el primero, asociado al conjunto de acciones, funciones y estrategias que, en forma integral, se ejecutan para garantizar el desplazamiento seguro de los vehículos y las personas; y el segundo, se identifica con aquellos comportamientos que los usuarios deben tener en la vía pública (tanto como peatones, conductores o pasajeros) orientados a propiciar su seguridad y la de los otros.

Es por tanto, un bien común que implica prevenir los accidentes de tránsito, en su mayoría evitables, si se toman las precauciones necesarias. Los países que mayores progresos han hecho en materia de seguridad vial son aquellos que han adoptado este enfoque integral.

En septiembre del 2015, las Naciones Unidas aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que comprende los 17 Objetivos que reemplazan a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 (ODS), se definen dos metas relacionadas con la seguridad vial:



**ODS 3 - Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades:**

**Meta 3.6:** Para 2020, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo.



## **ODS 11 - Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles:**

**Meta 11.2:** Para 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación vulnerable, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.

La inclusión de estas metas constituye un avance significativo para la seguridad vial. Es un reflejo del reconocimiento cada vez mayor del enorme precio que se cobran los traumatismos causados por los accidentes de tránsito, al ser una de las causas de muerte más importantes en el mundo, y erigirse en la principal causa de fallecimiento en personas con edades comprendidas entre los 15 y los 29 años. También constituye un reconocimiento de la pesada carga que los accidentes de tránsito imponen a la economía nacional y a las familias, y, por tanto, de su pertinencia en los programas de desarrollo y de medio ambiente que se abordan en los ODS.(OMS,2015)

### **2.2 Elementos de la seguridad vial**

En la seguridad vial intervienen cuatro elementos que se relacionan entre sí, ya que cómo ellos actúan y como se acciona sobre ellos, así será la seguridad en la vía (Sedenko, 2006):

- El hombre
- La vía
- Los vehículos
- El entorno vial

Cada uno de estos elementos no se pueden ver de forma separada, sino como componentes que, cuando se interrelacionan, influyen en la seguridad vial. Las interrelaciones son variadas, y la más importante es, sin lugar a dudas, la vía y el hombre, sin descartar la necesidad de conocer las características de los vehículos y el entorno vial que influye en ellos. Sin embargo, los estudios demuestran que el hombre

es el responsable de la mayoría de los accidentes. En su relación con los otros elementos, el usuario de la vía, es el que conduce un vehículo, realiza maniobras de acuerdo a su capacidad, a las características climáticas imperantes y a las condiciones de las vías; también lo es el pasajero y el peatón que circula por la vía.

Entre los usuarios más vulnerables de las vías están los peatones que son las personas que, sin ser conductores o pasajeros de un vehículo, transitan por la vía.

Ocupan una posición en la calzada o en el área de circulación de los vehículos y se convierten en un componente del tránsito, dotado de movilidad, capacidad de maniobra, velocidad, exigiéndosele el mismo grado de responsabilidad del resto de los usuarios de la vía, pero que a su vez, constituyen el sector más frágil. Son considerados también peatones:

- Las personas impedidas físicas que se trasladan en artefactos especiales, ya sean de motor o no, conducidos por ellas o por otras personas.
- Los niños que conducen bicicletas o que se desplazan en patinetas, patines o carriolas.
- Los bebés que se transportan en su coche.

Además, requieren atención especial:

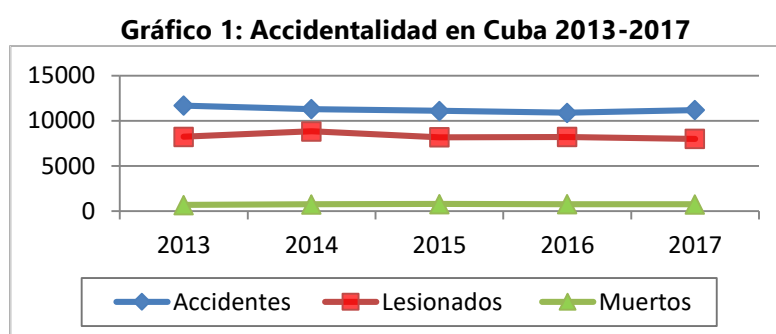
- Los niños y adolescentes: Por sus inesperadas reacciones. En numerosas ocasiones hacen uso de las vías para jugar o asistir a la escuela; cuando van de paseo solos, con sus padres o amigos; si van en bicicletas o en improvisados vehículos, o cruzan despreocupadamente las vías, mientras escuchan música. No tienen noción exacta del peligro y absortos en sus actividades, en muchas ocasiones son los más expuestos a accidentes.
- Los ancianos: Por la lógica limitación de sus facultades, son más proclives a hacer uso de la vía muchas veces solos, e inmersos en «su mundo interior», no prestan la debida atención al tránsito.
- Los operarios de las vías: Por sus posibles descuidos en la realización de sus tareas.

Los peatones, en muchas ocasiones, se integran al sistema del tránsito completamente distraídos y constituyen el elemento más débil y desprotegido en este sistema. Los estudios de la accidentalidad de tránsito en el mundo, demuestran que en estos eventos, los peatones tienen entre el 16 y el 18 % de morir atropellados y entre un 85 y un 90 % de probabilidades de resultar lesionados, muchas veces gravemente. Esto

indica que el ser humano, en su condición de peatón, motociclista o ciclista, es el responsable, de un lamentable accidente a causa de su negligencia.(OMS,2015).

### 2.3 Incidencia de los usuarios más vulnerables en la accidentalidad

En Cuba en los últimos cinco años se ha mantenido una tendencia similar en la accidentalidad, no obstante se aprecia en el 2017 un ligero aumento de los accidentes y una disminución de los fallecidos y de los lesionados, es decir, hubo un ligero aumento en la accidentalidad y una disminución de su peligrosidad. (Gráfico 1)



Fuente: Elaboración propia

Los accidentes de tránsito se erigen en la quinta causa de muerte en Cuba y la primera en las edades comprendidas entre los 15 y 49 años. La tasa de fallecidos por 100 000 habitantes se comportó en 6.67, por debajo del año 2016 y de la media regional.

Las principales causas de muerte están relacionadas con el factor humano. No prestar la debida atención al vehículo y no respetar el derecho de vía, tributan el 60% de los accidentes, el 56% de los fallecidos y el 56% de los lesionados, constituyendo el exceso de velocidad el factor más peligroso al reportar un fallecido cada 6 hechos.

Si se analizan los promedios diarios se aprecia que cada día en Cuba:

- Se reporta un accidente cada 47 minutos.
- Fallece una persona cada 12 horas.
- Se reporta un lesionado cada 1 hora.
- Muere cada 2 días 1 persona mayor de 61 años o más.
- Uno de cada 3 fallecidos es un peatón.

Más del 60% de las muertes y más de la mitad de los lesionados que acontecen en las calles del país, se produce entre los usuarios menos protegidos de las vías de tránsito: peatones, ciclistas y motociclistas. Al analizar las características de los hechos se destaca que en Cuba el atropello a peatones se ubica en el segundo lugar y el atropello a ciclistas en el tercer lugar.

El atropello a peatón, continúa manifestándose como el tipo de accidente más peligroso, contribuye con mayor morbi-mortalidad con el 32% de las víctimas fatales y el 12% de lesionados en el país.



Reporta como promedio 1 atropello cada 6 horas, con 1 fallecido cada 36 horas y en cada hecho ocurrido hay 1 peatón lesionado. Se evidencia con mayor repercusión en las personas comprendidas entre los 61 y 70 o más años de edad y el 13% fueron menores de 1 a 15 años de edad, de ellos 9 fallecidos y 24 lesionados graves.

Entre las principales causas:

- El conductor: Exceso de velocidad y no prestar la debida atención a la conducción del vehículo.
- El peatón fue responsable del 11% de los atropellos en que participa.
- Baja percepción del peligro en conductores y peatones.
- Imprudencia de peatones.
- Pérdida de facultades físicas y mentales en las personas mayores de 65 años.

Al analizar la accidentalidad en los niños y jóvenes, los datos muestran que también los mayores valores de víctimas se evidencian en la condición de peatones y en las edades de 15 a 19 años, que representan el 39.8% de los fallecidos en esa categoría, lo que evidencia la necesidad de adoptar estrategias que contribuyan a la disminución progresiva de estos valores. (Tabla 1).

**Tabla 1: Fallecimientos por edades en niños y jóvenes y por tipo de vehículos**

	MUERTOS POR EDADES					% DEL TOTAL POR VEHÍCULO				% TOTAL GENERAL
	0-4	5-9	10-14	15-19	TOTAL	0-4	5-9	10-14	15-19	
No especific.	1	0	0	4	5	20	0	0	80	1,4
Auto	7	6	8	27	48	14,6	12,5	16,7	56,3	13,4
Ómnibus	0	1	0	1	2	0	50	0	50	0,6
Caída_veh.	5	5	6	15	31	16,1	16,1	19,4	48,4	8,7
Camión	2	3	2	9	16	12,5	18,8	12,5	56,3	4,5
Ciclo	4	4	14	32	54	7,4	7,4	25,9	59,3	15,1
Moto	5	1	0	19	25	20	4	0	76	7
Peatón	14	25	38	51	128	10,9	19,5	29,7	39,8	35,8
Tractor	0	0	2	1	3	0	0	66,7	33,3	0,8
Vuelco	4	8	12	22	46	8,7	17,4	26,1	47,8	12,8
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>42</b>	<b>53</b>	<b>82</b>	<b>181</b>	<b>358</b>	<b>11,7</b>	<b>14,8</b>	<b>22,9</b>	<b>50,6</b>	

Fuente: Ministerio de Salud Pública.

A partir del análisis de los rasgos de la accidentalidad en el país se reconoce que las principales causas de muerte relacionadas con los accidentes de tránsito están asociadas con el factor humano. Esta situación lleva a la necesidad de adoptar medidas y estrategias que posibiliten contribuir a elevar la concientización social y gubernamental sobre la necesidad de la mejora de la seguridad vial y con ello, la movilidad segura.

#### 2.4 Perspectivas en el reforzamiento de la seguridad vial en Cuba

Una de las líneas de actuación para solucionar este problema es la adquisición de valores viales en los ciudadanos, lo que significa la formación de una conciencia vial en la población y el incremento de acciones para el fortalecimiento del enfrentamiento y exigencia, así como en la gestión de la seguridad vial.

En la actualidad se realiza el rediseño del Plan Estratégico de Seguridad Vial para el periodo 2018-2030, en correspondencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En este plan se establece una línea estratégica enfocada a la educación y formación vial y que se rige por tres objetivos estratégicos:

1. Lograr una inclusión efectiva de la educación vial en todos los niveles de educación.
2. Desarrollar acciones enfocadas a la educación vial para el logro de cambios culturales en la comunidad con la inserción de nuevas prácticas, procedimientos e incentivos.
3. Incrementar las acciones y espacios de debate y divulgación de la seguridad vial en el país.



El principal reto para los organismos responsables y las Comisiones Nacional y Provinciales de Seguridad Vial es disminuir las muertes y los traumatismos causados por el tránsito, por lo que se debe trabajar en:

- Brindar un mayor apoyo a las personas que caminen o usen bicicletas, promoviendo soluciones locales a las áreas de paseo y las calles afectadas.
- Reducir la incidencia de los factores de riesgos (velocidad, consumo de alcohol, teléfonos móviles) y aumentar el uso de equipos y medios de protección.
- Promover políticas y el desarrollo de la infraestructura que favorezcan el tránsito seguro para los usuarios más vulnerables en la vía como los peatones, ciclistas y motociclistas en las carreteras y las vías urbanas.
- Fortalecer los sistemas de vigilancia y mejorar la calidad de los datos sobre grupos de mayor riesgo y también en las zonas de mayor riesgo.
- Mejorar las políticas de transporte público de pasajeros, brindando mayor énfasis a los principios seguridad, equidad y accesibilidad.
- Promover e impulsar una nueva cultura vial a partir del sistema educativo, que apunte a mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos; para ello es necesario fortalecer el programa de Educación Vial y proveer materiales para la enseñanza en todos los niveles educacionales.

### **3. CONCLUSIONES**

Cuba se enfrenta a un escenario donde el factor humano se erige en el principal responsable en la ocurrencia de los accidentes de tránsito, lo que se convierte en un importante elemento a considerar por su impacto social y económico y en el desarrollo sostenible del país.

La seguridad vial debe ser abordada desde una perspectiva estratégica e intersectorial que permita avanzar en la reducción de los accidentes del tránsito, con la aplicación de los principios de la planeación estratégica para contribuir a la reducción sostenida de la accidentalidad con un enfrentamiento más eficaz a las causas que los originan.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Ley No.109 Código de Seguridad Vial. (2011).Gaceta Oficial No. 040 Ordinaria de 17 de septiembre de 2010, República de Cuba.

Organización Mundial de la Salud. (OMS). (2011). Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020.Ginebra.Suiza. Recuperado de:  
[http://www.who.int/roadsafety/decade\\_of\\_action/](http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/)

Organización Mundial de la Salud. (2013). Seguridad peatonal. Manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales. ISBN 978 92 4 350535 0.Ginebra.OMS.Recuperado de:  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/128043/1/9789243505350\\_spa.pdf?ua=1&ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/128043/1/9789243505350_spa.pdf?ua=1&ua=1)

Organización Mundial de la Salud. (OMS).(2015). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Ginebra. Suiza. WHO/NMH/NVI/15.6.Recuperado de:  
[http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_traffic/es/](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/es/)

Organización Panamericana de la Salud. (2016). La seguridad vial en la Región de las Américas. Washington, DC: OPS, 2016. ISBN 978-92-75-31912-3. Recuperado de :<http://www.paho.org>

# **ESTRUCTURACIÓN DE UNA PROPUESTA NO PRESUPUESTADA PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL Y LA GESTIÓN DE LA MOVILIDAD URBANA MEDIANTE LA FIGURA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO-PRIVADA. CASO DE ESTUDIO: VILLAHERMOSA, TABASCO**

**Juan Raúl Téllez Benavides**

SEMEX S.A. de C.V. Monterrey. México. rtellez74@gmail.com

**Jesús Ramón Uzcátegui Miranda**

SEMEX S.A. de C.V. Monterrey. México. uzcategui.miranda@gmail.com

## **RESUMEN**

El presente trabajo presenta una compilación del proyecto preparado como Propuesta No Presupuestada, por iniciativa de la empresa SEMEX S.A. de C.V. al Gobierno del Estado de Tabasco en México, para aplicar un plan integral a 10 años para la ciudad de Villahermosa, enfocado en la mejora en la seguridad vial y por consiguiente en la movilidad urbana, contemplando la instalación, operación y mantenimiento de un sistema multifuncional que incluye la red de semáforos, sensores Bluetooth para estimación de tiempos de viaje, pantallas de mensaje variable para información al usuario y dispositivos para el control de velocidad con la posibilidad de generar la consecuente sanción a través de la figura de las fotomultas. Siendo así, se presenta información que se sustenta en el cumplimiento del objetivo del proyecto, apoyado en información derivada del análisis técnico y financiero que se aplicó para el caso de estudio, realizado para el Gobierno del Estado, lo cual le otorga la estructura necesaria a partir del diagnóstico de la situación actual, la descripción del proyecto, la prospección de la situación con proyecto, la evaluación del proyecto (que incluye los costos sociales y los indicadores de rentabilidad), el análisis de sensibilidad y riesgo, y la evaluación de factibilidad.

## **11.INTRODUCCIÓN**

El estado de Tabasco en México y particularmente la ciudad de Villahermosa -su capital- tienen los más altos índices de siniestralidad por accidentes de tránsito del país.

Las naciones que han logrado mejores resultados reduciendo el número de muertos en accidentes de tránsito, son aquellas en donde se han aplicado políticas integrales que incluyen, entre otros componentes, la fiscalización automatizada de las normas de tránsito mediante "fotomultas", sobre todo para evitar que se conduzca con exceso de velocidad que, por mucho, es la principal causa de fallecimientos por accidentes de tránsito.

Respecto a la definición de cuál es la mejor forma de vigilar que se cumpla el

reglamento de tránsito, las experiencias internacionales indican que el uso de la tecnología de fotomultas ha tenido mucho éxito para disminuir los accidentes de tránsito y sus consecuencias fatales, incluidos países de Latinoamérica. Es por eso que se pretende la instalación de tecnología de punta para fiscalizar los excesos de velocidad, los cruces en rojo y el exceso de carga, entre otras infracciones.

Por otro lado, en zona urbana, son necesarias acciones como una señalización vial adecuada junto con sistemas semafóricos coordinados mediante un Centro de Control y, que a través del uso de pantallas dinámicas se brinde información a los automovilistas en tiempo real sobre las mejores opciones para llegar a sus destinos e informar sobre incidentes de tránsito, aparte de apoyar en la consecución de campañas de educación vial. Estos, son componentes importantes para mejorar la movilidad, ya que mediante la sincronización y coordinación de los semáforos se puede lograr la disminución de las demoras en el tránsito rodado y mejorar los tiempos de traslado.

El principal problema a resolver con el proyecto planteado como caso de estudio, es el de los elevados índices que implican muertos y lesionados en accidentes de tránsito en la ciudad de Villahermosa, por lo que se procura incrementar la seguridad vial vigilando que se cumpla el reglamento de tránsito y sobretodo que no se sobrepasen los límites de la velocidad máxima permitida en la circulación de vehículos automotores, pues circular con exceso de velocidad es la principal causa de accidentalidad vial y la mejor forma para evitarlos es infraccionar a los que violen la reglamentación al respecto.

Al mismo tiempo que se controlan los excesos de velocidad, se busca una mejora integral en la movilidad, optimizando la señalización e introduciendo tecnología para coordinar los semáforos, de forma que exista una circulación fluida sin tantas interrupciones en los cruceros, es decir que disminuyan las demoras innecesarias que se tienen en los traslados, causadas por una ineficiente sincronización de los dispositivos semafóricos, al mismo tiempo que se informa a los automovilistas de las incidencias del tránsito y de las vialidades más despejadas con pantallas informativas.

Para mejorar la movilidad y apoyar en las campañas de educación vial, no hay duda de que se requiere tener una señalización suficiente y en buenas condiciones, al igual que se requiere un sistema de pantallas informativas para apoyar en las promociones del proyecto e informar sobre incidentes en la red vial y mejores opciones para que los usuarios las consideren en su toma de decisiones en los viajes que realizan.

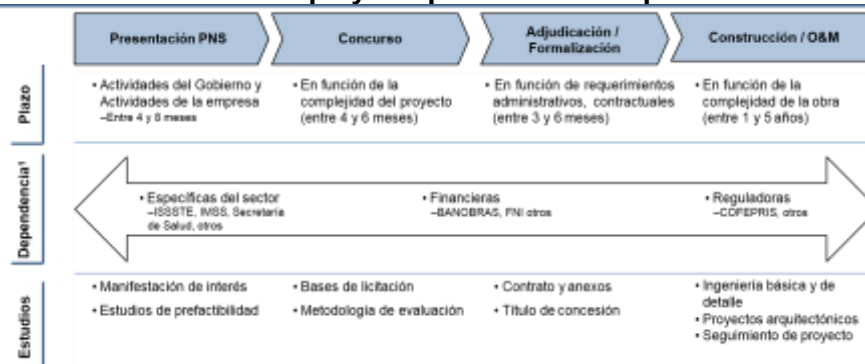
La coordinación de los semáforos mediante un sistema de control central para organizar los flujos vehiculares y minimizar las demoras es un método de ingeniería de tránsito que no presenta controversias, aunque habría que asegurar que existan los técnicos capacitados para operar el sistema en sí y administrar el centro de control, mediante un sistema integrador de dispositivos de ITS (todos los que se han nombrado).

Para el abordaje de esta grave situación, una de las formas novedosas de hacerlo es a través de la presentación de una *Propuesta No Solicitada* (proyecto) por ante las autoridades con facultad para la administración del tránsito en las ciudades, de parte de las empresas privadas, para que mediante la aplicación de una gestión integral del tránsito a través de la figura de Asociación Público-Privado (APP), sea posible contribuir con la autoridad en la implementación de tecnología -siendo que normalmente no se cuenta con presupuesto público para ello- y que con eso se tengan las herramientas para la aplicación de la normativa y las leyes que rigen la materia, de una manera más exhaustiva, para que en un período de tiempo predeterminado, previo análisis financiero, se pueda implementar un proyecto que procure, entre otros indicadores, la disminución de los muertos/lesionados por accidentes de tránsito y la mejora de la movilidad integral de un área urbana.

Este es el caso que expone el presente trabajo, en el que la empresa mexicana SEMEX ha tenido un involucramiento directo como promotor de la idea por ante el Gobierno de Tabasco, en el año 2017, para que dicho proyecto entre en operaciones en el 2018 durante 10 años, al menos como pretensión original.

## 12. CONCEPTUALIZACIÓN Y FUNDAMENTOS

**Figura 1: Ciclo de vida de un proyecto por APP iniciado por una PNS en México**



*Fuente: IDOM Consulting. México, 2016.*

Las Propuestas No Solicitadas (PNS) son un recurso que puede presentar una

empresa privada en México para realizar un proyecto de infraestructura a través de una APP, entendiendo que la participación de las dependencias es a lo largo de todo el proyecto. En función de la complejidad del proyecto, una PNS puede tomar aproximadamente 1 año, desde su presentación hasta la adjudicación del contrato.

A nivel mundial, este recurso se emplea principalmente para impulsar proyectos de infraestructura en áreas como energía, agua y saneamiento, transportes y telecomunicaciones. Sin embargo, América Latina representa únicamente el 6% del total de proyectos realizados por PNS a nivel mundial.

A pesar de esto, algunos países de América Latina presentan lecciones valiosas que pueden servir para el caso Mexicano, como lo son los casos de Brasil, Colombia y Chile, que han logrado capitalizar las inversiones de la empresa privada en proyectos diversos de infraestructura y logístico, con mucho éxito e incluso creando un marco jurídico especializado que le otorga certeza legal a este tipo de formas de cogestión.

En México, sobretodo las experiencias de este tipo han estado orientadas a proyectos de estructuras penitenciarias y hospitalarias, con gobiernos locales y a nivel federal.

Para presentar una PNS en México, la empresa privada debe seguir un proceso de 6 pasos que puede tener como resultado una propuesta procedente o no procedente. Cuando una empresa presenta una PNS, la entidad pública debe dar su visto bueno para seguir adelante y posteriormente definir si será Procedente o No Procedente, todo ello básicamente sustentado en la Ley de APP y su reglamento.

En el asunto que se presenta como caso de estudio, ya el proyecto de “Mejora Integral en la Movilidad y Seguridad Vial en Villahermosa” fue acogido por el ejecutivo estatal y pasó por el Congreso del Estado para su consideración, resultado aprobado en diciembre de 2017, para posteriormente proseguir con el resto de pasos que conlleven a una licitación pública.

### **13. DEFINICIÓN DEL PROYECTO PRESENTADO COMO PNS**

La conceptualización del proyecto de “Mejora Integral en la Movilidad y Seguridad Vial en Villahermosa” radica en que Tabasco y en particular Villahermosa tienen los mayores índices de fallecidos en accidentes de tránsito en todo México, representando un grave problema social por las consecuencias emotivas y

económicas que esto implica.

El problema de los elevados indicadores de mortandad debidos a la necesidad que tienen las personas de movilizarse, debe enfrentarse de una manera integral, porque aunque la principal causa por la que se dan los accidentes de tránsito es el exceso de velocidad, combatir dicha causa sin mejorar el entorno en que las personas hacen sus viajes no es sostenible en el mediano plazo.

Con medidas fiscalizadoras que desincentiven el conducir con exceso de velocidad se reducen significativamente los muertos –principalmente- y lesionados en accidentes de tránsito; pero si esta medida no va aparejada con una mejora sustancial en la sincronización de los semáforos y en la información sobre mejores rutas a los automovilistas, resultará que aumentarán los tiempos de traslado causando malestar social y afectando la productividad de la ciudad.

Por otro lado, para disminuir las muertes de peatones y ciclistas, no es suficiente controlar los límites de velocidad de los autos, se requiere una mejor señalización que los proteja y que segregue los flujos del tránsito de peatones y ciclistas respecto a los vehículos automotores.

Atención especial merecen los motociclistas, dado que en Villahermosa y en todo Tabasco se tienen los más altos porcentajes de todo el país en la participación de las motos en accidentes de tránsito. Este problema año a año se va incrementando y ello no se soluciona tan solo con el control de la velocidad excesiva, sino que se requieren soluciones integrales como se han dado en otros países como España.

Desafortunadamente para enfrentar las causas que propician los accidentes de tránsito no es suficiente enfocarse en programas de capacitación de conductores, agentes de tránsito y rescatistas, se requiere de inversión en infraestructura y de recursos que financien a ésta.

El proyecto presentado como caso de estudio acá, consiste en mejorar la señalización vial necesaria para evitar los accidentes de tránsito, los sistemas de información al usuario que prevengan los accidentes y le informen a los conductores de los incidentes y las mejores rutas para llegar a sus destinos, el sistema de sincronización de semáforos que permita circular a una velocidad moderada pero más fluida y continua, sin muchas demoras en las intersecciones, la señalización que permita proteger de los vehículos motorizados a peatones y ciclistas y, el establecimiento de un sistema de fiscalización automática de la normatividad de tránsito mediante la figura de las foomultas, admitida en la

legislación local, para evitar los excesos de velocidad de los vehículos motorizados que es la principal causa de la elevada siniestralidad vial.

#### **14. DIAGNÓSTICO DE LA SEGURIDAD VIAL**

Para contextualizar, en México las muertes por accidentes de tránsito se encuentran entre las diez principales causas de muerte, significando un 2.5% del total, siendo que en el año 2014 se registraron 15,881 defunciones, cifra un 0.9% menor que el año previo. Con ello, se calcula una tasa de 13.3 fallecidos por cada 100 mil habitantes. De acuerdo con el Informe sobre la Situación de la Seguridad Vial en la Región de las Américas (OMS/OPS, 2015), México ocupa la posición número 20, de 32 países que conforman esta región. A nivel nacional, es Tabasco quien tiene la mayor tasa de mortandad en accidentes de tránsito, y el problema parece que se va agravando anualmente, según cifras de la Secretaría de Salud mexicana. La cantidad de muertos en accidentes de tránsito por cada 100,000 habitantes en este Estado mexicano en el año 2015, que es el último del que se cuenta con información oficial, es de 27.4, más del doble que el promedio nacional que es de 13.3, y de otros estados comparados, cuyas tasas son similares a la nacional.

En el estado de Tabasco, las muertes en accidentes de tránsito y transporte terrestre representan porcentualmente el 4.9% del total de personas fallecidas, prácticamente duplicando la proporción que éstos significan a nivel nacional. No se tienen las principales causas en todos los tipos de accidentes de tránsito, solamente existe información sobre las causas de estos a nivel estatal para las carreteras federales, sin embargo hay un estudio para el 2012 del Centro de Experimentación y Seguridad Vial México (CESVI), que aplica para los accidentes de cualquier tipo, mostrando que en el 80% de los casos es el conductor el responsable del accidente de tránsito y que la causa principal es el conducir con exceso de velocidad.

#### **15. FUNDAMENTOS Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

Los sistemas seguros de movilidad tienen en cuenta las necesidades de todos los usuarios de la vía pública. La aplicación de medidas de seguridad en el diseño de los proyectos de infraestructura vial puede mejorar considerablemente la seguridad vial de todos los usuarios de las facilidades. Ello es especialmente cierto cuando el diseño y el mantenimiento de las vías parten de planteamientos que promuevan la seguridad, teniendo en cuenta la posibilidad de error humano. Intervenir sirviéndose de la infraestructura para ayudar a controlar la velocidad y



reducir la probabilidad de accidentes, además de aplicar medidas que mitiguen la gravedad de los accidentes, reduciría la mortalidad y los traumatismos ocasionados por los accidentes en el transporte rodado.

En la actualidad, 147 países exigen la realización de algún tipo de auditoría de seguridad vial en las vías nuevas, aunque el alcance de estas, y, por tanto, su calidad, varían considerablemente. La seguridad de la infraestructura existente también debe evaluarse con regularidad, en especial las carreteras donde hay un mayor riesgo de accidente. Actualmente, 138 países evalúan la seguridad vial de parte de su red viaria. Del mismo modo, 91 países aplican políticas que permiten separar físicamente los usuarios vulnerables de las vías de tránsito donde se circula a gran velocidad.

Así mismo, la OMS recomienda seguir las siguientes acciones en favor de la seguridad vial en las ciudades: (1) Mejorar la legislación especializada creando un marco jurídico amplio y estricto; (2) Aplicar medidas para reducir la velocidad estableciendo límites de 50 km/h o menos en zona urbana; (3) Atacar la conducción bajo efectos de alcohol y/o drogas minimizando su ocurrencia; (4) Mejorar el uso y calidad de los cascos de motocicleta; (5) Aumentar el uso del cinturón de seguridad; (6) Introducir mejoras en el sistema de retención infantil para su transportación en vehículos; (7) Establecer normas más exigentes para garantizar la fabricación y venta de vehículos seguros.

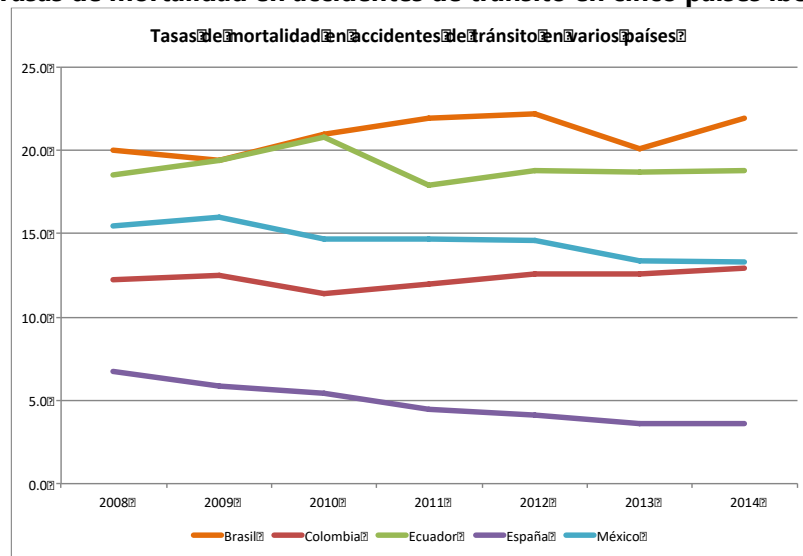
Mejorando la seguridad vial se logran efectos positivos relevantes en la movilidad y la accesibilidad, mediante el impulso al uso progresivo de modos de transporte más armónicos con el medio ambiente y la convivencia ciudadana. Los resultados conllevan: aumento en la actividad física, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y niveles de ruido, menos congestión y mejor calidad de vida con ciudades más humanas y amables.

Aparte de México, entre los países de Iberoamérica que han implantado sistemas de fiscalización del exceso de velocidad mediante fotomultas se encuentran Brasil, Colombia y Ecuador. En ese sentido, se muestra cuáles son los resultados que ellos han obtenido reduciendo los índices de accidentes, a nivel de todo el país y por las tasas de mortalidad del año 2014, los índices no parecen ser mejores a los que se tienen en México, por eso es necesario adentrarse más en el estudio de cada país y así poder tener claro el efecto que tiene este tipo de medida.

En el Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial (OISEVI), que es un instrumento de cooperación internacional integrado por las máximas

autoridades de seguridad vial de los países miembros, se puede encontrar información sobre la tasa de mortalidad en accidentes viales. En 2014, España logró alcanzar una tasa de 3.6 muertos por cada 100,000 habitantes, luego de registrar tasas muy elevadas. Se han elegido entonces a estos cuatro países antes mencionados, porque interesa conocer la efectividad que han tenido los sistemas de fiscalización electrónica o fotomultas, como referencia para el proyecto y, es precisamente en estos países donde se ha implantado dicha práctica, siendo que en España se viene haciendo desde hace más de 10 años, en Brasil y Colombia desde 2012 y, más recientemente en Ecuador en 2015.

**Figura 2: Tasas de mortalidad en accidentes de tránsito en cinco países iberoamericanos**



*Fuente: OISEVI.*

## 16. FACTIBILIDAD Y PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

El Proyecto de Asociación Público Privada para la “Mejora Integral en la Movilidad y Seguridad Vial en Villahermosa”, es una propuesta no solicitada respaldada en la “Ley de Asociaciones Público Privado del Estado de Tabasco y sus Municipios” para desarrollar la infraestructura vial con instalación, operación y mantenimiento de señalización de tránsito, incluyendo señales verticales y semáforos, equipos de fiscalización electrónica de tránsito o fotomultas, sistemas de procesamiento de datos, imágenes y videos.

El proyecto tiene dos directivas centrales que conducen las acciones para los objetivos principales: Control del Tránsito y Mejora en la Movilidad. Este proyecto de APP establece como uno de sus principios rectores la vida, valor supremo que debe ser protegido para lograr un desarrollo humano integral de habitantes del Estado de Tabasco. Por lo que el Gobierno de Tabasco realiza un trabajo

interdisciplinario con la intención de analizar las problemáticas de movilidad y seguridad vial del Estado y definir las acciones, responsabilidades, metas e inversiones que privilegien los desplazamientos en condiciones de seguridad para todos los usuarios de las vías.

La información recabada con las inversiones propuestas, será un marco de referencia para la definición de las políticas públicas de seguridad vial y movilidad urbana, con el fin de reducir los accidentes viales y las consecuencias en muertos y heridos, así como mejorar la movilidad de las personas y mercancías en las vialidades de Villahermosa.

Este proyecto se estructura teniendo como referencia las experiencias y las recomendaciones que sobre la materia formuló la Organización de las Naciones Unidas a través del Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 (ONU, 2011).

- *Objetivo General:* Lograr mejorar la seguridad vial y la movilidad en las vialidades de la ciudad de Villahermosa-Tabasco, a través del fortalecimiento institucional, educación vial, implantación de equipos automáticos de vigilancia de la normatividad vial, readecuación de los cruceros e integración de las informaciones en uno Centro de Control y Operaciones.
- *Objetivos Específicos:*
  - A. Fortalecer la capacidad de información de la autoridad estatal mediante pantallas informativas, para apoyar en campañas de educación vial y permitir una gestión integral de una movilidad más segura y eficiente;
  - B. Implantar equipos de seguridad vial para promover comportamientos, hábitos y conductas seguras de los usuarios de la vía;
  - C. Planear y mantener las vías con estándares de seguridad vial para todos, propiciando una adecuada movilidad urbana con sistemas semafóricos coordinados mediante un Control Central, disminuyendo los tiempos de traslado de los viajes;
  - D. Fortalecer la capacidad de respuesta a los problemas viales, mejorando la atención a los ciudadanos en hechos viales y problemas de congestión.
- *Misión:* Fomentar una cultura de movilidad integral con seguridad vial, mediante el fortalecimiento institucional, con educación vial, seguridad vial, remodelación de la infraestructura de señalización y un centro de control y operaciones, buscando preservar la vida, la integridad física de los ciudadanos y agilizar los desplazamientos.
- *Visión:* En el corto plazo, Villahermosa será una ciudad referente en movilidad segura y ágil, con políticas públicas que priorizan los programas de seguridad vial,

en los cuales, los ciudadanos tienen un comportamiento responsable y acatan las normas de tránsito, las instituciones públicas y privadas planean y desarrollan infraestructura vial que garantiza condiciones seguras para la movilidad, y para disminuir los tiempos de traslado, atendiendo de manera oportuna, los incidentes viales para la preservación de la vida y mejorar la competitividad de la ciudad.

- *Metas.*

- I. Reducir el número de muertos y heridos por accidentes viales, tomando en cuenta el crecimiento poblacional y el del parque vehicular.
- II. Controlar automáticamente el flujo total de vehículos en las vías públicas bajo vigilancia del Gobierno de Tabasco, clasificándose según clase y tomando informaciones de velocidad y peso.
- III. Generar datos estadísticos del flujo de vehículos para planificación y operación adecuada del tránsito.
- IV. Garantizar un flujo vehicular seguro, con respeto a los límites de velocidad establecidos por la normatividad de tránsito, en las vías con mayores flujo vehicular en Villahermosa, Tabasco.
- V. Rescatar el carácter social, privilegiando a los menos favorecidos (peatones) condicionando la velocidad de los vehículos a niveles de seguridad compatibles con la vía.
- VI. Aumentar la movilidad urbana, mejorando los tiempos de desplazamiento en las vías públicas, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos Tabasqueños.
- VII. Informar a los usuarios de la vía mediante pantallas informativas sobre campañas de educación vial y las mejores opciones para disminuir los tiempos de viaje.

El proyecto incluye la ampliación de la infraestructura de señalización y semaforización para 97 nuevas intersecciones, lo que significa que la capacidad instalada actual prácticamente se incrementará en dos terceras partes, lo cual permitirá gestionar mejor el tránsito con un centro de control durante 10 años, y como las fotomultas se instalarán en 151 carriles de las vialidades con mayor flujo vehicular, no se prevé que se requieran más inversiones durante los 10 años que implica el proyecto funcionando.

Las metas se cuantifican en función de la experiencia en otras ciudades y países, por lo que con el proyecto de "Mejora Integral de la Movilidad y Seguridad Vial en Villahermosa Tabasco" de una forma bastante conservadora, se espera reducir el número de muertos respecto a la tendencia que toma en cuenta el crecimiento poblacional y del parque vehicular el primer año con beneficios sociales en 16

personas menos muertas y 64 lesionados graves menos como consecuencia de los accidentes de tránsito, los siguientes años el número de fatalidades reducidas se mantendría en un 5%.

Respecto a la mejoría en la movilidad, con la coordinación centralizada de los semáforos y sistemas de información a los automovilistas incluidos en el proyecto, es factible con relativa facilidad disminuir las demoras en un 37.88%, y así abatir los tiempos de recorrido promedio en un 15.33% respecto a la tendencia que toma en cuenta el crecimiento poblacional y del parque vehicular, para que el tiempo de viaje promedio con el proyecto se reduzca de 15 minutos con 37 segundos a 13 minutos con 14 segundos.

*Factibilidad:* El proyecto es técnicamente viable, dado que se ha demostrado que con los sistemas de fiscalización electrónica de las normas de tránsito mediante fotomultas, se han logrado reducir los índices de accidentes de tránsito en más de un 10% en todos los lugares donde se han implementado bajo condiciones de estabilidad en el tamaño de la flota de vehículos automotores. En el proyecto se asumieron escenarios conservadores al suponer que la reducción de la siniestralidad será de alrededor del 5% respecto a la tendencia de crecimiento.

Respecto a la reducción de las demoras de tránsito, también se ha optado por un escenario conservador, ya que tan solo se supone una mejora en los tiempos de traslado de un 15.33%, cuando en otras partes del país, la implementación de sistemas centralizados de semáforos han alcanzado disminuciones de los tiempos de viaje de un 24%.

Adicionalmente se está proponiendo un amplio sistema de información a los automovilistas con pantallas de mensaje variable en LED, que les permitirá tomar decisiones sobre cuáles son las trayectorias óptimas para llegar a los destinos en menor tiempo. Legalmente, para poder implementar un sistema de fiscalización electrónica del tránsito mediante fotomultas, lo más conveniente es que sea la propia autoridad la que se encargue de imponer las sanciones y otorgar los derechos de audiencia, de forma que el prestador de servicios solo sea el encargado de instalar los equipos, darle mantenimiento y de proporcionar toda la información a la autoridad para que sea ésta quién decida emitir una infracción de tránsito.

Aunque toda esta logística queda a potestad de la autoridad decidir cómo se realice. Asimismo, es conveniente que el Reglamento de Tránsito haga referencia específicamente a los esquemas de fiscalización electrónica de la normatividad

de tránsito mediante fotomultas, y algo muy importante es que los ingresos de la empresa prestadora de servicios no dependan de las multas que se apliquen.

Respecto a la factibilidad ambiental, es muy evidente que al disminuir las demoras, los motores de los vehículos permanecerán menos tiempo encendidos, lo que implica menores contaminantes a la atmósfera. Finalmente como el proyecto se realizará sobre las vialidades que actualmente tiene la ciudad, no se requiere afectar a particulares ni adquirir derechos de vía adicionales.

A todas luces el proyecto es una propuesta con una amplia rentabilidad social, por lo cual es muy recomendable su ejecución en tiempo y forma, considerando lapsos de tiempo acordes para realizar las inversiones, iniciar la operación y el posterior mantenimiento por una empresa con exigencias y remuneraciones que aseguren el éxito en las políticas públicas de la materia de acción directa.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Gobierno del Estado de Tabasco (2017). Análisis Costo-Beneficio de un Proyecto de Mejora Integral en la Movilidad y Seguridad Vial en Villahermosa. Villahermosa, México.

IDOM Consulting (2016). Las Propuestas No Solicitadas como Instrumento para Impulsar Proyectos de Infraestructura. Ciudad de México, México.

# **APLICACIÓN DEL MODELO DE PREDICCIÓN DE ACCIDENTES EN VÍAS DE USO EXCLUSIVO DE BRT, SEGÚN EL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL (HSM 2010) DE ESTADOS UNIDOS, ESTUDIO DE CASO: CIUDAD DE BOGOTÁ, TRONCAL CARACAS.**

**Kelly Andrea Rodríguez Polo**

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia,  
kelly.rodriguez-p@mail.escuelaing.edu.co

**Santiago Henao Pérez**

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia,  
santiago.henao@escuelaing.edu.co

## **RESUMEN**

Los sistemas de buses de tránsito rápido (*BRT*, por sus siglas en inglés) son una alternativa para satisfacer la necesidad de transporte público masivo de las ciudades. De acuerdo a lo anterior, es imperativo realizar estudios de accidentalidad a este tipo de sistemas de transporte para definir políticas de mejora en la seguridad vial. Considerando que el Manual de Seguridad Vial (*HSM*) publicado en el 2010 presenta una metodología clara y general para evaluar el potencial futuro de frecuencias de accidentes y la gravedad, en este trabajo se realiza la aplicación de esta metodología en carriles exclusivos del sistema de transporte de masivo de la ciudad de Bogotá (Transmilenio), troncal avenida Caracas donde se presenta el mayor índice de accidentalidad del sistema. Para esto, se utilizan las estadísticas de accidentes de los años 2012 a 2016 y, las características geométricas y operaciones del corredor dentro del método predictivo para vías arterias urbanas y suburbanas descrito en el capítulo 12 del *HSM*. A partir de esta información se desarrollan funciones de desempeño de seguridad (*SPFs*) propias para las vías de uso exclusivo del *BRT*, considerando que las funciones presentadas en el manual provienen principalmente de las condiciones locales y geográficas de los Estados Unidos y, no contemplan un análisis individual de los carriles exclusivos. Los resultados presentados permiten evidenciar que las funciones de desempeño de la seguridad deben contemplar factores adicionales a la longitud y volumen de tránsito anual y, la necesidad de contar con funciones específicas para esta modalidad de transporte.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Un gran número de ciudades están empezando a considerar el BRT como una alternativa de sostenibilidad para atender las necesidades de transporte masivo (Hook, 2005). Los beneficios en la seguridad vial de los sistemas de buses con carriles exclusivos para BRT han sido resumidos en varios trabajos recientes como cita Duduta et al. (2012) y Keong-Goh et al. (2013). Sin embargo, en la revisión de literatura no se ha encontrado una metodología específica para evaluar la seguridad de esta modalidad de transporte.

En cuanto a avances en la temática, en Bogotá para el año 2005 se publicó el manual de auditorías de seguridad vial con la finalidad de definir las estrategias para contribuir a la disminución de los índices de accidentalidad en la ciudad considerando todos los modos de transporte (Alcaldía mayor, 2005). No obstante, este contempla solo los primeros 5 años de experiencia en el uso del Transmilenio a la fecha de su publicación y no involucra modelos de predicción de accidentes. Aunque se han implementado algunos cambios en los corredores, no existe una clara evidencia que este tipo de cambios resulten en una mejora de la seguridad (ej. Duduta et al. 2012).

Las evaluaciones de seguridad vial pueden realizarse mediante estimación de accidentes, en esta medida, el manual de seguridad vial (HSM, 2010) presenta una metodología práctica y general, considerando tres elementos principales; factor de calibración, el modelo para unas condiciones base y las funciones de rendimiento de seguridad (SPFs). Aunque algunas SPFs son presentadas dentro del manual de seguridad se sugiere dentro del mismo el desarrollo de estas funciones de acuerdo a las condiciones locales de estudio. Lu et al. (2014) uso la bondad de ajuste y cuatro años de datos de accidentes (2007-2010) del estado de la Florida para desarrollar las funciones de rendimiento de la seguridad (SPFs, por sus siglas en inglés) en tramos de vías para áreas urbanas y rurales. Estas fueron desarrolladas empleando modelo de regresión binomial negativo (NB, Negative Binomial). Los resultados de la bondad del ajuste mostraron que las SPF desarrolladas presentan un mejor ajuste que el modelo calibrado usando los SPFs del manual HSM (2010). Brimley et al. (2012) calibra las SPFs del HSM y desarrolla nuevos modelos para carreteras Rurales de dos carriles en cada dirección en el estado Utah empleando 3 años de estadísticas de accidentes. Ese estudio determinó que las variables significativas son el volumen diario promedio anual (AADT), la longitud del segmento, límite de velocidad y el porcentaje del AADT compuesto de camiones.

En esta investigación se implementó y calibró el modelo de predicción de accidentes presentado en el manual HSM (2010), adecuado a las condiciones de las vías troncales del sistema de Transmilenio, como una alternativa para evaluar las estrategias que permitan reducir los accidentes en este tipo de vías. A partir del desarrollo del modelo, se presenta un análisis de los factores de modificación de accidentes que pueden ser aplicados al BRT de Bogotá y el factor de calibración del modelo del corredor, sus particularidades y alcance. Para esto, en la primera sección de este estudio presenta la descripción del tramo, reportes de accidentalidad y condiciones de operación. Posteriormente, se describe las condiciones bases y los factores de modificación empleados. La metodología para la calibración del modelo y el desarrollo de las funciones de rendimiento de seguridad son expuestos en la sección tres. La sección cuarta se discute el análisis de los resultados y las conclusiones se presentan en la parte final del documento.



## **2. EVALUACIÓN DE LA AVENIDA CARACAS CON EL HSM**

### **2.1 Localización y preprocesamiento de los datos.**

La ciudad de Bogotá tiene en su actualidad 11 corredores de troncales para uso exclusivo de Transmilenio, la troncal con mayor índice de accidentes es la Avenida Caracas el análisis que se llevó a cabo en esta vía es esta ubicada en el tramo comprendido entre la Calle 11 Sur hasta la calle 76. Los datos de accidentalidad corresponden a los años (2012-2016) suministrados por parte de la Secretaría Distrital de Movilidad, y fueron valorados de acuerdo con lo recomendado en el HSM (2010) Capítulo 12 y en Srinivasan et al. (2013).

La información de accidentalidad presentada estaba caracterizada de la siguiente manera: clasificación del "lugar" se define como intersección o tramo de vía, la dirección hace referencia a la (nomenclatura) y la clase de accidente reportada denominaba como (Atropello, Choque, Caída del Ocupante u Otro), al depurar y organizar los datos se realizó una nueva reclasificación del lugar de accidente, siguiendo los siguientes criterios:

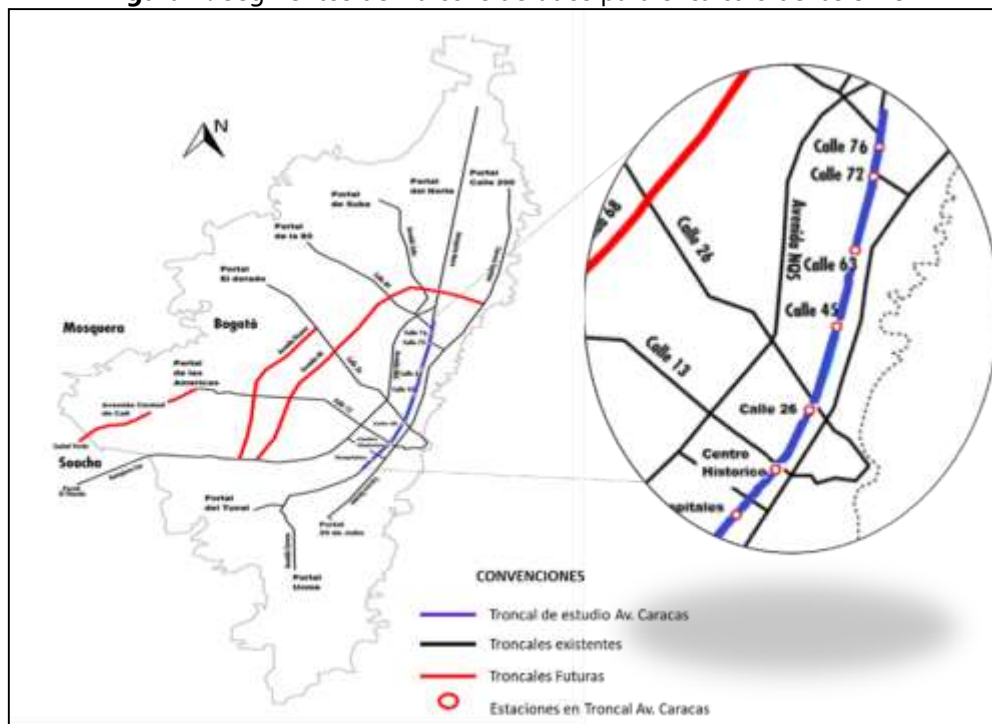
- Si el accidente ocurre en una dirección localizada en la esquina de una intersección pero en la misma queda una estación, el accidente se relaciona con la parada en la estación y por tanto se asocia al tramo de vía correspondiente donde se encuentra dicha estación.
- Todos los accidentes tipo atropello que registran una dirección en la esquina de una intersección son asociados a accidentes sobre la intersección.
- Las caídas de los ocupantes son asociadas a los respectivos tramos a menos de que la hayan reportado en la intersección.
- Los choques que registran una dirección donde se ubica una intersección son asociados a los accidentes sobre la intersección.
- Para la clase de accidentes "otros" no se realiza ninguna modificación del lugar.

Los accidentes son además categorizados en choques de múltiples vehículos, un solo vehículo y totales (sin incluir los que involucran peatones y/o ciclistas). Para medir la geometría de la carretera (e.g. ancho de carril, número de carriles, ancho del separador, etc.) se utilizó el mapa iterativo de Bogotá del IDECA (2018). Los volúmenes de tráfico fueron suministrados por la Secretaría de Movilidad para algunos años y se proyectaron considerando el crecimiento del parque automotor de la ciudad de Bogotá.

El estudio desarrollado se centró en el corredor "Caracas" en toda su extensión y una parte del corredor "Caracas Sur – Usme" (entre las calles 11Sur y la calle 6). Los segmentos de tramos de vía fueron seleccionados teniendo en cuenta la presencia de intersecciones peatonales como vehiculares y una longitud mínima de 160m (0.1 millas, Safety Analyst 2018). Como resultado, los tramos identificados presentan longitudes entre 160 m y 542 m.

Las secciones del corredor sin accidentes y/o con datos de accidentes muy altos fueron excluidas del análisis como parte del proceso de clasificación de la información. Los tramos de vía considerados en el análisis se presentan en la figura 1. La velocidad máxima permitida en estos corredores es de 60 Km/h (Global BRT Data 2018), lo que lo sitúa en una categoría de velocidad intermedia o alta (mayor a 48 Km/h, HSM 2010) y están categorizados como urbanos (i.e. rodeados de más de 5000 habitantes, HSM 2010).

**Figura 1.** Segmentos de vía considerados para el cálculo de las SPFs



## 2.2 Condiciones base SPFs

Las funciones de desempeño de la seguridad han sido formuladas usando información de los Estados Unidos, es necesario especificar las condiciones base de los corredores evaluados. Un comparativo de las condiciones base identificada para los corredores del BRT y las presentadas en el HSM para los tramos de vía 4D (4 carriles, 2 en cada dirección con separador) se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1. Comparativo de las condiciones base del Transmilenio vs HSM (2010).**

Condición	Carriles exclusivos BRT	HSM (2010)
<b>Tramos de vía (worksheet 1a Chapter 12 – HSM)</b>		
Ancho de Carril	3.60 m (12 ft)	3.60 m (12 ft)
tipo de bahía de parqueo	Ninguna	Ninguna
Ancho del separador	370 (12.2 ft)	4.60 m (15 ft)
Iluminación	Presente	Ninguna
Control de Velocidad (Cámaras o Tableros)	Ninguno	Ninguno
Densidad de obstáculos fijos en los márgenes de la carretera (objetos cada 300 m)	Ausente*	Ausente
Distancia al borde del obstáculo fijo	Ausente*	Ausente

\* Estos datos no fueron recolectados sobre los corredores estudiados ya que no hay accidentes de solo daños con un solo vehículo involucrado en los sitios de estudio.

### 2.3 Factores de Modificación de Accidentes

Para comparar las SPFs desarrolladas para los carriles del BRT con las SPFs establecidas en el manual de seguridad es necesario utilizar los factores de modificación de accidentes (CMFs – Crash Modification Factors). La tabla 2 resume los factores que fueron aplicados al modelo presentado por el HSM para obtener resultados equivalentes con las SPFs desarrolladas específicamente para la ciudad de Bogotá.

**Tabla 2. Factores de Modificación de accidentes utilizados cuando se emplean las SPFs del HSM**

Condición	Valor CMF
Ancho del separador (Table 12-22, HSM)	1.05
Iluminación en tramos (Equation 12-34, HSM)	0.91

### 2.4 Participación de los diferentes actores de acuerdo con las condiciones locales

Empleando la metodología establecida en el apéndice A.1.3 del HSM 2010 se actualizó el factor de ajuste de atropello de peatones ( $f_{pedr}$ ) para tramos de vía e intersecciones mediante la expresión:

$$f_{pedr} = \frac{K_{ped}}{K_{non}} ; \text{(Ec. 1)}$$

Donde  $K_{ped}$  y  $K_{non}$  son respectivamente las frecuencias de accidentes observadas para atropello de peatones, y totales sin contar peatones y ciclistas. El factor de ajuste de atropello de ciclistas ( $f_{biker}$ ) no fue ajustado ya que solo se reportaron un total de 3 y 6 accidentes para tramos de vía e intersecciones correspondientemente. Considerando 42 y 29 atropellos ocurridos en el periodo de estudio se encontró un valor de  $f_{pedr} = 0.457$  para tramos de vía y  $f_{pedr} = 0.453$  para intersecciones. Debido a que los factores

de ajuste de accidentes con peatones son de casi el 50%, estos generan una gran incidencia en los accidentes totales sobre el corredor y es importante trabajar en la implementación de medidas que reduzcan estos índices. Adicionalmente, al comparar los valores con los reportados en el Manual de Seguridad (2010) para el tipo de tramo e intersección en arterias urbanas (0.019 y 0.022 respectivamente), se evidencia que es necesario calibrar estos valores para obtener predicciones confiables que permitan implementar metas en cuanto a la seguridad de operación del BRT de Bogotá.

La contribución de accidentes que no involucran peatones y/o bicicletas se presenta a continuación; un 13% involucran múltiples vehículos (7.9% con heridos y/o muertos y, 4.7% con solo daños) y, un 50% involucran un solo vehículo (48.8% con heridos y/o muertos y, 1.6% con solo daños). Es importante destacar que la alta cantidad de accidentes que involucran un solo vehículo está asociada con la caída de los ocupantes durante el frenado o puesta en marcha de los vehículos articulados.

### **3. METODOLOGÍA**

Los modelos más comunes para el desarrollo de SPFs son Poisson y binomial negativo (Lu et al. 2014). Las regresiones con una distribución tipo Poisson han sido utilizadas para modelar la relación entre los tipos de accidentes y variables independientes como la geometría de la vía y hora del día (Kraus et al. 1993) y, para modelar la relación entre el tipo de accidente, la severidad, volúmenes de tráfico entre otras (Khan et al. 1999).

Sin embargo, los parámetros estimados por este medio puede introducir parcialidad e inconsistencias debido a que la varianza es restringida a la media en este tipo de regresión y, la varianza en el número de accidentes suele exceder la media (Lu et al. 2014). Esta situación no es un problema para los datos utilizados en este estudio como se evidencia en la tabla 3, donde la varianza solo supera por muy poco la media para tres casos (13% en promedio). De acuerdo a lo anterior una regresión tipo Poisson es usada en esta investigación el desarrollo de las SPFs.

El accidente más frecuente reportado en la base de datos para un solo vehículo ocurre por la caída del ocupante que generalmente ocurre en los tramos donde hay una estación del BRT (39 accidentes). En consecuencia, el análisis de las SPFs se presenta tanto para tramos con o sin estaciones con la finalidad de identificar las diferencias en cantidad de accidentes para ambas situaciones y su relación con la presencia de la estación.

Las variables consideradas para el análisis de los tramo son el Volumen promedio diario anual de vehículos tanto del BRT ( $AADT_{BRT}$ ) como del carril mixto ( $AADT_{MIX}$ ), la Longitud

del tramo ( $L$ ), el número de pasos peatonales ( $P_{\text{peat}}$ ), el número de servicios troncales de la estación ( $S_{\text{tronca}}$ ), la longitud de la estación ( $L_{\text{estac}}$ ), la demanda de pasajeros (o número de ingresos a la estación), el número de portales de salida de la estación ( $N_{\text{Salidas}}$ ), el número de cruces vehiculares y el número de vías secundarias que con interrumpidos en el tramo de estudio ( $Acc$ ), obstáculos ( $obst$ ), el número de semáforos Vehicular ( $Sem_{\text{Veh}}$ ) y ingreso o salida de ruta troncal ( $inter$ ). Es importante tener en cuenta que en el caso de tramos de vía, los volúmenes utilizados corresponden a ambas direcciones y por tanto las SPFs predecirán los accidentes de ambos sentidos (Safety Analyst, 2018).

La forma de la función utilizada para describir el número de accidentes es en general, la forma del modelo del SPFs usado en los análisis de seguridad (Lu et al. 2014), i.e. un modelo exponencial que combina linealmente el efecto de cada una de las variables consideradas (ver tabla 4). El ingreso o rechazo de cada una de las 13 variables consideradas se evalúa mediante el valor-P del modelo generado (reportado en la tabla 4). Un total de 9 ecuaciones fueron determinadas.

Un total de 81 accidentes para tramos fueron usados para generar los modelos tomados de los años 2012, 2014 y 2016. La validación de los modelos se realiza con los datos de accidentes reportados para el año 2015 (i.e. diferentes a los utilizados en la generación de los SPFs). La bondad del ajuste se determinó mediante la desviación media absoluta (MAD, por sus siglas en inglés), error cuadrático medio (MSPE, por sus siglas en inglés) y de Freeman-Tukey R-cuadrado ( $R^2_{FT}$ ). Un valor alto de  $R^2_{FT}$  indica un mejor modelo. Por otro lado, bajos valores de MAD y MSPE indica un mejor ajuste del modelo a los datos utilizados.

$$R^2_{FT} = 1 - \frac{\sum \hat{e}_i^2}{\sum (f_i - \bar{f})^2}; \text{ (Ec. 2)}$$

donde,  $\hat{e}_i$  es el residuo (entre los accidentes observados y predichos),  $\bar{f}$  es el promedio de los  $f_i$  para los sitios considerados (para incluir los accidentes observados). El MAD y MSPE son estimados como:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum |y_i - \mu_i|; \text{ (Ec. 3)}$$

$$MSPE = \frac{1}{n} \sum (y_i - \mu_i)^2; \text{ (Ec. 4)}$$

Donde  $n$  es el tamaño de la muestra de segmentos de todos los sets de datos de la predicción,  $y_i$  es la frecuencia de accidentes observados en el segmento  $i$  y  $\mu_i$  es la predicción de accidentes observados en el segmento  $i$ .

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los parámetros estadísticos del set de datos utilizados en el análisis se presentan en la tabla 3 y las SPFs son presentadas en la tabla 4 para los diferentes casos estudiados. Donde K es el parámetro de sobre-dispersión de la SPF y C es el factor de calibración cuando se emplea las SPFs del HSM. Los resultados muestran que en el caso de accidentes, la cantidad de accidentes esperados es constantes, por tanto, las variables estudiadas no presentan una relación estadística clara con la frecuencia de accidentes.

De igual forma, de acuerdo con la tabla 4, cuando se unen los accidentes de múltiples vehículos con un accidentes de un solo vehículo en tramos con presencia de estaciones, las variables estudiadas no permiten describir de forma adecuada el fenómeno de los choques ( $P\text{-valor} = 0.51 > 0.05$ ). Desde la tabla 4 es claro que variables como el número de salidas de la estación, y el número de vías que corta el tramo no presentan una relación representativa con el número de accidentes.

**Tabla 3. Características de los datos de entrada para cálculo de SPFs**

Categoría	Estación	Modelo	Observ.	Accid.	Media	Varianza	K	P-valor	C
<i>Análisis de Seguridad usando las SPFs del manual HSM</i>									
Múltiples Vehículos	N/A	Lineal	N/A	N/A	N/A	N/A	1.32	N/A	1.99
Un solo Vehículo	N/A	Lineal	N/A	N/A	N/A	N/A	0.86	N/A	12.9
<i>Análisis de Seguridad usando las SPFs para las condiciones locales</i>									
Múltiples Vehículos	Si	Lineal	45	8	0.1778	0.1949	1.03	0.0529	N/A
	No	Lineal	45	9	0.1875	0.1981	0.677	0.00255	N/A
	Ambos	Lineal	93	17	0.1828	0.1945	1.01	0.0741	N/A
Un solo Vehículo	Si	Constante	45	32	0.7111	1.0737	1.51	0.1237	N/A
	No	Constante	48	32	0.6667	0.5248	0.787	0.012	N/A
	Ambos	Constante	93	64	0.6882	0.7821	1.14	0.00615	N/A
Múltiples Vehículos y Un solo Vehículo	Si	Constante	45	40	0.8889	1.1465	1.29	0.51529	N/A
	No	Lineal	45	41	0.8542	0.6804	0.683	0.0202	N/A
	Ambos	Constante	93	81	0.8710	0.8962	1.200	0.0405	N/A

**Tabla 4. SPFs para los tramos del carril exclusivo del BRT.**

<b>Categoría del accidente</b>	<b>Estación en el tramo</b>	<b>Ecuación</b>
<b>Múltiples Vehículos</b>	Si	$N = \exp(-18.24 - 3.1811 * \ln(AADT_{BRT}) + 4.4175 * \ln(AADT_{MIX}) + 1.9338 * \ln(L))$
	No	$N = \exp(-30.46 + 3.4954 * \ln(AADT_{BRT}) + 0.39848 * \ln(inter))$
	Ambos	$N = \exp(2.3963 - 0.1283 * \ln(AADT_{BRT}) + 1.5749 * \ln(L))$
<b>Un solo Vehículo</b>	Si	$N = \exp(-0.34093) = 0.71$
	No	$N = \exp(-0.40547) = 0.67$
	Ambos	$N = \exp(-0.37372) = 0.69$
<b>Totales (No peatones o Bicicletas)</b>	Si	$N = \exp(-0.11778) = 0.89$
	No	$N = \exp(-1.3914 + 1.7686 * \ln(Sep) + 0.19853 * \ln(Inter))$
	Ambos	$N = \exp(-0.13815) = 0.87$

Mediante una revisión de los coeficientes presentados en la tabla 4, se puede observar que el coeficiente que acompaña al volumen promedio diario de BRTs es negativo tanto para los tramos que presentan estaciones como cuando se combinan todos los tramos en el caso de accidentes de múltiples vehículos, lo cual puede deberse a que una mayor cantidad de vehículos genera un comportamiento más cuidadoso por parte de los conductores y un tráfico más lento que reduce la probabilidad de un accidente.

Los factores de calibración (tabla 3) evidencian que las SPFs del HSM subestiman el número de accidentes. En el caso de los accidentes de un solo vehículo se constata que el modelo no considera la caída de ocupante ( $C = 12.9$ ) para el caso específico de este medio de transporte. La tabla 4 también muestra que la cantidad de accidentes se encuentra muy influenciado por la presencia de una estación (i.e. un mayor valor de  $N$ ).

La validación de las SPFs desarrolladas para el BRT de Bogotá y el modelo calibrado usando las SPFs desde el HSM son presentadas en la tabla 5. Los accidentes reportados en el año 2015 fueron empleadas para este propósito, es importante notar que este año no fue utilizado previamente para el desarrollo de las SPFs. La tabla 5 presenta la bondad del ajuste en cada caso. Los resultados de la tabla 5 muestran que la calidad del ajuste se reduce cuando se desarrollan SPFs involucrando tanto los accidentes con vehículos múltiples como de un solo vehículo (es decir, los valores del MAD y MSPE son mayores comparados con los valores para las SPFs desarrolladas para cada caso de manera independiente). Los valores que representan el mejor ajuste para cada categoría (múltiples vehículos, un solo vehículos y combinando ambos) aparecen sombreados en la tabla e indican que las estimaciones más precisas se logran en general, cuando no hay presencia de estación dentro del tramo estudiado. Para la mayoría de casos evaluados, se evidencia que el ajuste logrado cuando se emplean las HSM desarrollada para las condiciones de Bogotá es más alto que al emplear el modelo

calibrado del HSM. De acuerdo a lo anterior, se recomienda utilizar estas últimas para realizar las estimaciones de accidentes dentro de los estudios de seguridad vial.

**Tabla 5. Parámetros de calidad del ajuste (validación)**

Categoría	Estación	SPFs del manual HSM			SPFs específicas BRT Bogotá		
		MAD	MSPE	R <sup>2</sup> <sub>FT</sub>	MAD	MSPE	R <sup>2</sup> <sub>FT</sub>
Múltiples Vehículos	Si	0.2873	0.1249	0.1110	0.2829	0.1905	0.6487
	No				0.3136	0.2706	1.4741
	Ambos				0.2647	0.1266	0.1265
Un solo Vehículo	Si	0.7557	0.8058	0.0938	0.8193	0.9401	0.0268
	No				0.6663	0.5689	0.0114
	Ambos				0.7399	0.7507	0.0190
Múltiples Vehículos y Un solo Vehículo	Si	N/A	N/A	N/A	0.9407	1.2123	0.0103
	No				0.6749	0.6235	0.0231
	Ambos				0.7950	0.9032	0.0046

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los diferentes tipos de análisis presentados en este estudio es importante destacar en primera instancia que una de las problemáticas más del sistema de transporte de masivo de Bogotá está asociada con el comportamiento del peatón, el cual está presente en el 45.7% de los accidentes reportados por la secretaria de movilidad entre los años 2014 a 2016.

Las funciones de rendimiento de la seguridad para las condiciones locales del BRT de Bogotá fueron desarrolladas y validadas, demostrando un nivel similar o superior de ajuste cuando se compara con el modelo calibrado empleando las SPFs del manual HSM.

Otros reportes en el desarrollo de SPFs (CMF Clearinghouse (2016) para diferentes estados (e.g. Alabama, California) consideran la velocidad, el nivel de riesgo del borde de la vía, entre otras. Sin embargo, de acuerdo a la limitada cantidad de accidentes reportados en los corredores incluidos, no son considerados en el presente estudio.

Un estudio que incluya todos los corredores es recomendado para ampliar las conclusiones del presente trabajo.

Los modelos de las SPFs desarrollados permitirán estimar el efecto de diferentes modificaciones en los corredores y condiciones de operación del BRT y, permitirán definir lineamientos sobre las mejoras que se pueden implementar en el desempeño



seguro del BRT de Bogotá en los próximos años. Adicionalmente, el modelo puede ser usado para estimar la accidentalidad esperada en nuevos corredores que se deseen implementar y que manejen unas condiciones similares de operación y diseño.

## Referencias

- Lu, J., Haleem, K., Gan, A., & Alluri, P. (2014). Safety Performance Functions for Florida's Freeways. In *T&DI Congress 2014: Planes, Trains, and Automobiles* (pp. 321-331).
- HSM (2010). *Highway safety manual* (Vol. 1). AASHTO. National Research Council (US). Transportation Research Board. Task Force on Development of the Highway Safety Manual, & Transportation Officials. Joint Task Force on the Highway Safety Manual. (2010).
- Safety Analyst, (2018). Develop Agency SPF: From SafetyAnalyst Wiki. AASSTHO: American Association of State Highway and Transportation Officials. Disponible en: [http://www.safetyanalyst.org/spf\\_dev\\_guidelines/Developing%20SPFs%20with%20State%20or%20Local%20Highway%20Agency%20Data.pdf](http://www.safetyanalyst.org/spf_dev_guidelines/Developing%20SPFs%20with%20State%20or%20Local%20Highway%20Agency%20Data.pdf) Consultado el 31 de marzo de 2018.
- CMF Clearinghouse (2016). State SPF Calibration and Development Efforts. *U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration and maintained by the University of North Carolina Highway Safety Research Center* Fecha de consulta: 31 de marzo de 2018. Disponible en: [http://www.cmfclearinghouse.org/collateral/StateSPFCalibrationandDevelopmentEfforts\\_07\\_2016.xlsx](http://www.cmfclearinghouse.org/collateral/StateSPFCalibrationandDevelopmentEfforts_07_2016.xlsx)
- Kraus, J. F., Anderson, C. L., Arzemanian, S., Salatka, M., Hemyari, P., & Sun, G. (1993). Epidemiological aspects of fatal and severe injury urban freeway crashes. *Accident Analysis & Prevention, 25*(3), 229-239.
- Khan, S., Shanmugam, R., & Hoeschen, B. (1999). Injury, fatal, and property damage accident models for highway corridors. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1665*, 84-92.
- Srinivasan, R., Carter, D., & Bauer, K. (2013). Safety performance function decision guide: SPF calibration vs SPF development. Federal Highway Administration–Office of Safety Report.
- IDECA (2018). Mapa de Bogotá. Infraestructura de Datos Espaciales del Distrito Capital (IDECA), Alcaldía Mayor de Bogotá, Fecha de consulta: 1 de febrero de 2018. Disponible en: <http://mapas.bogota.gov.co/>
- Ortegón Cáceres, L. Y. (2014). *Estudio geométrico a desnivel para posibles intersecciones vehiculares en la Caracas, tramo calle 76-calle 28* (Doctoral dissertation, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito).
- Global BRT Data. Across Latitudes and Cultures - Bus Rapid Transit (ALC-BRT), financed by the Volvo Research and Educational Foundations (VREF), Santiago, Chile. Fecha de consulta: 31 de marzo de 2018. Disponible en: <https://brtdata.org/>

# **CÓMO UTILIZAR LA TECNOLOGÍA EN FAVOR DE LA SEGURIDAD VIAL Y LA MOVILIDAD. LA EXPERIENCIA DE SEMEX EN “SMART MOBILITY”**

**Jesús Ramón Uzcátegui Miranda**

SEMEX S.A. de C.V. Monterrey. México).  
uzcategui.miranda@gmail.com

**Juan Raúl Téllez Benavides**

SEMEX S.A. de C.V. Monterrey. México.  
rtellez74@gmail.com

## **RESUMEN**

El presente trabajo acoge una recopilación de algunas de las soluciones más resaltantes, que ha aplicado la empresa mexicana SEMEX S.A. de C.V., bajo el concepto de "Smart Mobility", en favor de la seguridad vial y la movilidad, entendiéndolo que ello propicia un desarrollo sustentable que abarca los componentes: Medio Ambiente, Desarrollo Urbano, Infraestructura, y Movilidad y Transporte. Se presenta la experiencia general en proyectos con esta orientación y la descripción de dos casos de éxito en los que la empresa ha participado en México y se mencionan otras en suelo azteca y en otros países. Al mismo tiempo se presentan los beneficios que la implantación de estos proyectos han aportado en las distintas áreas de actuación, tal y como se ha venido trabajando a lo largo de los años, con proyectos de integración de tecnología avanzada: Sistemas Centralizados de Gestión de Tránsito (Semáforos); Sistema Centralizados de Video-Vigilancia Urbana (CCTV) y Detección Automática de Incidentes (DAI); Sistema Automático para el control de Barreras de Ferrocarril; Sistemas de Recolección Automatizada de Datos de Tránsito (ETD); Sistemas de Paneles de Mensajes Variables (PMV); Sistemas de Prioridad para Buses (TSP); Sistemas Centralizados de integración de equipos ITS y de Comunicaciones en Carreteras.

## **17.INTRODUCCIÓN**

La utilización de las vías urbanas en ciudades de importancia en los distintos países –sobre todo en la región latinoamericana-, se evidencia cada vez más, entendiéndolas como los centros administrativos, financieros, políticos, comerciales y culturales, que concentran un sinnúmero de viajes motorizados y no motorizados, algunos de los cuales incluso son excesivos respecto a la capacidad funcional y geométrica para las cuales fueron concebidas las facilidades viales. A esto se añade la falta de planificación urbana cónsona con la dinámica del crecimiento de las ciudades.

Es por ello, que la optimización de la operación de dicha red y el mantenimiento vial, deben ser tareas prioritarias para las autoridades, en cada uno de los niveles de gobierno. Por esta razón, en estas vialidades se debe garantizar una adecuada

"transitabilidad", siendo que este factor tiene una repercusión directa en el quehacer diario y en el normal desarrollo de los procesos de cada país.

Por lo anteriormente expuesto, se debe hacer un gran esfuerzo en generar opciones de tratamiento integral en las vías de características locales, marcando la diferencia con las de alto tránsito, para mantener niveles de convivencia aceptables, que permitan humanizar espacios en la ciudad, que eviten la migración de esos viajes de paso a las vialidades no diseñadas para ello (locales y colectoras secundarias).

Es así como en el proceso de planificación y gestión de las ciudades, se debe tener en cuenta intervenciones de áreas urbanas diferenciadas que permitan incluir proyectos que equilibren y pongan en el mismo plano de análisis, variables como: ahorro de tiempos de viaje en los distintos modos de transporte y la seguridad vial, haciendo de esta última una constante transversal a todas las acciones que permitan que todos los elementos del tránsito cohabiten en el mismo entorno, con los mismos derechos y al mismo tiempo, sin que ello menoscabe una movilidad acorde a las expectativas del usuario y a las necesidades del espacio urbano o interurbano que se está interviniendo.

Actualmente, en la vialidad urbana de ciudades pequeñas, medianas y grandes en Latinoamérica, acontece una serie de irregularidades que perjudican el desempeño óptimo de la red vial. Es notable, la cada vez mayor ocurrencia de accidentes de tránsito, según lo demuestra la tendencia del registro oficial en cada país, tanto así que se ha convertido en un problema de salud pública como lo ha catalogado la Organización Mundial de la Salud y, es previsible y constatable la desmejora en la calidad de los niveles de servicio, producto del fenómeno de congestión, lo que trae como consecuencia una afectación directa a la capacidad y demoras en las vías. En la convergencia de vías locales o intersecciones donde no existen dispositivos para un control riguroso del tránsito, son significativas estos incidentes, resultando más afectados los elementos vulnerables del tránsito, como peatones y ciclista, aparte de los usuarios del transporte público superficial.

Este fenómeno viene dándose con mayor frecuencia, a través del tiempo, por un aumento de la población urbana, así como también por una deficiente cultura vial. El incremento de la población y del parque automotor, ha dado como resultado una saturación temprana en la capacidad vial y un exacerbado uso del transporte público colectivo y masivo, generando congestionamiento, sin las regulaciones que amerita.

Es para atender los fenómenos urbanos -e interurbanos- descritos, la razón por la cual la empresa mexicana SEMEX -y el resto de empresas que conforman el holding *Signal Group*- se ha abocado a generar soluciones en tecnología vial, invirtiendo en ingeniería y desarrollo propio para crear productos y servicios innovadores que introduzcan una mayor eficiencia y seguridad vial para los usuarios de las vialidades en México, los demás países que conforman Latinoamérica y el resto del mundo donde se tiene presencia.

En el caso específico del desarrollo sustentable en ciudades, SEMEX, desde hace más de 50 años, ha provisto soluciones que involucran sistemas inteligentes en un entorno multifuncional en el que la movilidad urbana es de las principales áreas de oportunidad para mejorar calidad de vida, atendiendo el desempeño del tránsito y su interacción con el espacio público y el resto de componentes. Esto, porque para SEMEX construir una "Smart City" representa un compromiso a largo plazo con las nuevas tecnologías y la innovación, entendiéndolo como un proceso iterativo que nunca acaba, que implica una responsabilidad con la evolución de la sociedad.

Para hacer que esto sea algo tangible, se ha ideado la posibilidad de ofrecer soluciones de sistemas inteligentes en transporte (ITS, por sus siglas en inglés) con configuración modular, flexible y escalable, con la intención de que sean la movilidad y la accesibilidad las privilegiadas, a través de: (1) Gestión simultánea de estrategias de regulación de tránsito; (2) Interoperatividad con bases de datos y aplicaciones externas, compatibles y complementarias; (3) Compatibilidad e integración de equipos ITS; (4) Prioridad a transporte público y vehículos de emergencia; (5) Información de tránsito en tiempo real y disposición de esta data en las distintas plataformas digitales.

## **18. PRESENTACIÓN CORPORATIVA**

SEMEX S. A. DE C.V., es una empresa de vanguardia integradora de tecnología avanzada para satisfacer las exigentes demandas de la movilidad moderna, con herramientas que permiten el diseño, el desarrollo, la implantación y el seguimiento de soluciones orientadas a mejorar ciudades a partir de una Movilidad Inteligente -*Smart Mobility*-.

La Empresa cuenta con más de 50 años de experiencia en el Diseño, Fabricación e Instalación de Semáforos; Señalamientos viales y Dispositivos ITS -*Intelligent Transport Systems*-, lo que distingue a SEMEX como el "Líder en Tecnología Vial".

La planta matriz se localiza en México, en el municipio de Guadalupe, Estado de Nuevo León; siendo su ubicación estratégica para cubrir los mercados nacional e internacional desde el corazón industrial del país -el Área Metropolitana de Monterrey-, pero además es la única empresa en el ramo de tecnología vial con ingeniería y desarrollo (I+D) propio, todo hecho en dicho país norteamericano.

Desde México se distribuyen al mundo los productos que se manufacturan dirigidos al segmento del control de tránsito y la tecnología vial, contando con presencia comercial en los cinco continentes. Esto se ha fortalecido y afianzado cuando a partir de 2003 se constituye el conglomerado de empresas SIGNAL GROUP, del cual forma parte SEMEX junto con Rayolite, *Peek Traffic* y *NorthWest Signal*, que son empresas muy reconocidas en Norteamérica.

Los productos, sistemas y equipos que se producen y proveen, se apegan a los protocolos internacionales para su aplicación en todas las ciudades de México y el mundo y, con ello cumplir con los estándares internacionales (principalmente, Normas NEMA y protocolo NTCIP) y facilitar la exportación, convirtiéndolos en soluciones competitivas a nivel global.

SEMEX ofrece y garantiza la "*Integración Total*", tanto para el diseño, la implementación y el mantenimiento de sus Equipos y Productos: Dispositivos ITS, Controles de Tráfico, Semáforos, Sistemas de CCTV y Detección de Incidentes, Pantallas de Mensaje Variable, Señalamientos viales, Dispositivos para protección de obras, Marcaje horizontal, etc.

Así mismo, existe una gama de dispositivos periféricos, complementarios para los sistemas de gestión de tránsito, tales como: sensores de tráfico, radares, dispositivos de prioridad de emergencias, entre otros, para los que SEMEX, puede desarrollar cualquier interfaz que permita monitorear todos estos elementos auxiliares desde su Sistema Integral de Movilidad Inteligente (Spinnaker - Smart Mobility).

SEMEX brinda todo el respaldo y soporte técnico, como premisas de confiabilidad que distingue a la empresa como responsable ante la comunidad de técnicos y especialistas del tránsito, además del sector de gobierno en sus tres niveles. Cuenta con una vasta experiencia en el mercado mexicano, por lo que hoy en día se tiene presencia en poco más del 80% de todas las intersecciones semaforizadas existentes en las ciudades de ese país. De igual manera, en el Continente Americano se cuenta con más de 60,000 intersecciones semaforizadas con tecnología propia (hardware y software).

La Empresa ha venido implementado con éxito reconocido a través de los años, proyectos de integración de tecnología avanzada, entre los que se cuentan: (1) Sistemas Centralizados de Gestión de Tráfico (Semáforos); (2) Sistema Centralizados de Video-Vigilancia urbana (CCTV); (3) Sistema Automáticos para

el control de Barreras de Ferrocarril; (4) Sistemas de recolección automatizada de datos de tráfico; (5) Sistemas de Paneles de Mensajes Variables (PMV); (6) Sistemas de prioridad para transporte público en semáforos; (7) Sistemas centralizados de integración de equipos ITS y de comunicaciones en Carreteras. Así mismo, SEMEX ofrece distintos servicios, acordes a las necesidades del cliente, para poder abordar desde la concepción del proyecto, en la etapa de planeación, hasta su instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento, según se requiera.

Algunos casos de éxito en México, Latinoamérica y el mundo, se listan a continuación:

- Monterrey, Méx.: SINTRAM (Sistema Integral de Tránsito Metropolitano) con 538 intersecciones semaforizadas; ECOVÍA (Sistema de Transporte Integrado con Autobuses Modernos, tipo BRT, que forma parte del Sistema Integrado de Transporte Metropolitano) con 71 intersecciones semaforizadas y sistema de Prioridad al Transporte –TSP-. Incluye: ingeniería, diseño, suministro, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de un sistema integral de tránsito centralizado.
- Guadalajara, Méx.: MACROBÚS (Sistema de Transporte Masivo tipo BRT, que forma parte de la red de corredores de la Zona Metropolitana de Guadalajara, que funciona como un sistema tronco-alimentador) con 78 intersecciones semaforizadas. Incluye: suministro e instalación de red de semáforos para el Corredor Calzada Independencia.
- Querétaro, Méx.: Sistema Centralizado de Semáforos para la ciudad de Querétaro con 250 intersecciones; QROBus (Sistema de Transporte Urbano para la ciudad de Querétaro) con 30 intersecciones semaforizadas en dos corredores: Constitución de 1917 y Av. De la Luz, con prioridad de bus. Incluye: ingeniería, diseño, suministro e instalación de la red de semáforos, comunicaciones y del centro de control de movilidad.
- Hermosillo, Méx.: Sistema Centralizado de Semáforos de 109 intersecciones; incluye: suministro e instalación del sistema avanzado para gestión de tránsito.
- Ciudad de México, Méx.: INFOVIAL (Sistema Vial de Apoyo a la Gestión de Tránsito). Incluye: suministro, instalación y mantenimiento de 341 sensores tipo RTMS, 84 video-detectores y Sistema de Gestión y Monitoreo.
- Villahermosa, Méx.: Mantenimiento, Rehabilitación y Operación (MRO) de Libramiento de Villahermosa. Incluye: suministro, instalación, operación y mantenimiento de equipamiento ITS, Comunicaciones, Centro de Control de Operaciones (hardware, software, site, sala de monitoreo), Señalamiento horizontal y vertical y, defensas.

- Intersecciones ferroviarias en México: 360 cruces a nivel nacional. Incluye: suministro e instalación de semáforos, barreras de seguridad, CCTV, señalamiento vertical y software de gestión (CF Central).
- Lima, Perú: El Metropolitano (Sistema Metropolitano de Transporte –BRT-) con 75 intersecciones semaforizadas. Incluye: adquisición y puesta en marcha de red de semáforos del COSAC I (Corredor Segregado de Alta Capacidad o Corredor 1).
- San José, C.R.: Sistema Centralizado de Semáforos de 500 intersecciones. Incluye: adquisición y puesta en marcha del sistema de semáforos, CCTV, pantallas de mensaje variable, centro de control (incluido software de gestión).
- San Pedro Sula, HND.: Sistema Centralizado de Semáforos con 46 intersecciones. Incluye: suministro e instalación de red de semáforos, comunicaciones, centro de control de tránsito.
- San Salvador, SLV.: Sistema Centralizado de Semáforos con 44 intersecciones. Incluye: Suministro e Instalación de Semáforos, Cámaras y Software de Gestión.
- Norteamérica: 1) *EE.UU.* – Suministro de controladores y sistema de control de operación en Sevierville, TN (para 40 intersecciones semaforizadas); Seattle, WA (para 150 intersecciones); Virginia, DOT (para 100 intersecciones); Cheyenne, WY (para 30 intersecciones). Suministro de controladores: 3000 en Chicago, IL y 12000 en New York, NY. 2) *Canadá* – Suministro de 1000 controladores en Toronto, ON.

## **19. DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS CASOS DE ÉXITO**

### **19.1. SINTRAM en Área Metropolitana de Monterrey, México**

El SINTRAM es un sistema centralizado para el control de la operación o funcionamiento de los semáforos del Área Metropolitana de Monterrey (AMM). Fue concebido para funcionar en tiempo real a través de una red de comunicación propia que le permite enviar y recibir información del comportamiento del tránsito desde el punto de origen y hasta su centro de control ubicado estratégicamente en la urbe regiomontana.

El sistema opera mediante una red conformada por 19 zonas geográficas determinadas en función de las actividades de la población. Cuando se diseñó se le incluyeron 20 cámaras de monitoreo (comunicadas por fibra óptica hasta el Centro de Control) y 20 paneles de mensaje dinámico para información al usuario; este equipamiento ya en desuso por falta de reinversión.

El sistema SINTRAM es administrado a través de un fideicomiso conformado por el

Gobierno del Estado de Nuevo León (30% de aporte) y 7 de los 13 municipios (70% del aporte de manera proporcional en función de la cantidad de intersecciones centralizadas de cada uno) del AMM.

El proyecto surge de la necesidad de aportar solución a los problemas crecientes de congestión, accidentes y contaminación provocados por el incremento en el uso del automóvil en el AMM. Por iniciativa del Gobierno del Estado se identificaron y desarrollaron proyectos de alto beneficio social para optimizar el uso de la infraestructura vial existente en la ciudad. En ese marco de esfuerzos, se conformó un grupo de trabajo integrado por representantes del Gobierno del Estado y de 7 de los municipios metropolitanos, quienes identificaron como acción prioritaria la implementación de un sistema centralizado de semáforos.

Como resultado del proceso de investigación, el grupo de trabajo concluyó que un sistema óptimo para la ciudad debería cumplir con los siguientes atributos: (1) el sistema debía ser adaptativo (reconocer las condiciones específicas de tránsito en cada intersección y actuar en función de ellas, adecuando fases semaforicas y mantener sincronización), basado en promedios históricos o modelos matemáticos; (2) el sistema debía ser en tiempo real, de manera que el tiempo máximo entre la llegada de información de campo recabada por el sistema y las acciones tomadas en consecuencia no debería ser mayor a 3seg. (delay); (3) la contratación debía estar basada en lo que en cuanto a mejora en la fluidez vial, con base en resultados, ofrecieran los participantes en una licitación pública internacional, garantizando así la correcta aplicación de los recursos públicos y el buen desempeño en el transcurso del tiempo. Con estos requerimientos se otorgó un contrato llave en mano por 10 años.

En las bases de licitación se estableció el procedimiento para la medición de la mejora, a partir de estudios continuos de tiempos de recorridos (vehículo flotante), incrementos del flujo de tránsito, entre otros, y una metodología que fue reconocida por el Banco Mundial –ente financista del proyecto- como la más apropiada e incluso, posteriormente, se aplicó en otras experiencias similares en el mundo. El consorcio ganador fue el mexicano francés "SEMEX-Gertrude", con una oferta del 24% de mejora y un costo de inversión de un poco más de US\$10.000.000,00. El proyecto fue inaugurado formalmente en mayo de 2001, cuando se concluyó el proceso de centralización de las intersecciones incluidas y desde entonces hasta 2011, fue operado y mantenido por la Empresa.

En líneas generales, el sistema permite optimizar el tiempo de verde de cada una de las ramas de todas las intersecciones instaladas. Para lograr esta tarea, cuenta con una serie de detectores (espiras electromagnéticas y luego se han incorporado video detectores) que cada segundo informan de los % de ocupación de la vialidad, los



volúmenes vehiculares, la formación de colas y el intervalo vehicular. Con esta información el sistema determina, cada segundo, cuáles luces deben estar en verde y cuales ya no son necesarias, otorgando prioridad de paso a los afluentes o movimientos más cargados. Las ventajas de operación son sustanciales, pues el sistema puede dar por sí sólo el tiempo de verde necesario para cada afluente y repartir el tiempo de ciclo restante según las necesidades del flujo vehicular. Todo esto se hace de manera automática.

El potente sistema creado para el AMM destaca por ser *Centralizado*, pues la información del desempeño del tránsito se recibe en el puesto central y una sola estación de trabajo es capaz de calcular los tiempos para todos los semáforos del sistema. También, es *Adaptativo* porque modifica los tiempos de verde de cada semáforo en función de los vehículos que detecta y, todo esto en *Tiempo Real* porque cada segundo toma información de campo y se adapta a ella.

El sistema está preparado para escalar al doble de su tamaño original y para incorporar más funciones, tales como: detección y apoyo a vehículos de emergencia; detección y tratamiento de problemas de contaminación; ayuda e información dinámica a usuarios vía telefónica e internet; generar programas especiales para eventos masivos. Algunos hitos del SINTRAM:

- Único proyecto integral centralizado en tiempo real con más de 500 intersecciones semaforizadas en México (inaugurado con 547 cruces y a 2016 ya se había escalado a 705).
- 10 años de evaluación oficial cada 4 meses (por la Universidad Autónoma de Nuevo León) con resultados positivos según los beneficios logrados para la red vial en Monterrey: con una media de 24,19% de mejora continua en la fluidez.
- El sistema ha sido capaz de absorber sin inconvenientes mayores –se encuentra operando a pesar de la falta de reinversión–, la gestión de un parque vehicular que ha pasado de 700.000 a 2.000.000 vehículos entre 1999 y 2016, a pesar, de no haber sido actualizado a nivel de servidores, aplicaciones y equipos (son los que se instalaron en origen) y ser víctima de la destrucción del 35% de los sensores de datos por desgaste, no reposición al recarpetear o vandalismo.
- En la actualidad en el AMM existen cerca de 900 intersecciones semaforizadas, de las cuales cerca del 80% están integradas al SINTRAM. El sistema creado fue tan robusto, que luego de culminado el contrato (2011), han transcurrido aprox. 7 años y la administración del tránsito en el AMM no ha colapsado. Aunque la necesidad de rescate y actualización de este proyecto se hace cada día más evidente y necesaria en favor de la movilidad urbana en la ciudad.

## **19.2. ECOVÍA en Área Metropolitana de Monterrey, México**

En 2014, inició operaciones la primera línea del sistema de transporte masivo superficial ECOVÍA, enlazando en 33 km de recorrido troncal a 3 municipios del AMM (Guadalupe, San Nicolás de Los Garza y Monterrey) a través del corredor Lincoln-Ruiz Cortines, beneficiando a una población objetivo de 435mil habitantes (INEGI, 2010) en una franja de 800m a lo largo del corredor, para movilizar actualmente cerca de 90mil pasajeros/día (aunque fue diseñada para transportar hasta 120mil).

El corredor opera con un carril por sentido, segregados y al centro, construidos en concreto, interconectándose con las líneas 1 y 2 de Monterrey de forma directa e indirecta. Tiene 39 estaciones intermedias, 2 terminales de integración en los extremos, con operación de autobuses climatizados del tipo padrón, de piso bajo, a gas natural, y dotado de sistema de recaudo automatizado.

Este corredor acoge 71 intersecciones semaforizadas, que fueron seccionadas en tres bloques para una operación más controlada en cuanto a su sincronización, integradas al SINTRAM y con la particularidad de que fue dotado del sistema *EMTRAC* para la prioridad de los buses en los cruces.

Los autobuses fueron dotados de equipos de a bordo (VCU, por sus siglas en inglés: *Vehicle Computer Unit*) y los controladores complementados por su respectivo detector de prioridad, en este caso, configurados para prioridad absoluta bajo los criterios de: truncamiento de fase, verde extendido y salto de fase, dependiendo la necesidad in situ. El que los autobuses cuenten con esta computadora embarcada, permite también su monitoreo de geoposicionamiento en el centro de control de transporte del sistema.

Con la incorporación de la operación de la red semafórica del sistema BRT, se logró mayor eficiencia, al lograr disminuir, en promedio, en 12–14min el tiempo de recorrido por autobús de un ciclo total completado en el corredor.

## **19.3. QUERÉTARO (BRT)**

El Sistema Integrado de Transporte "QroBus" fue concebido a tres niveles: físico, operativo y tarifario. Es en la integración física del sistema que se inserta el concepto de Prioridad de Paso a Vehículos de Transporte Público, con el que se pretende "se reduzcan los tiempos de cruce de las intersecciones y además se dé prioridad al paso de las unidades de transporte público en casos en los que tales vehículos, por alguna razón, tengan un desfase en el cumplimiento de su itinerario y requieran estabilizar su programa de servicio".

Cabe destacar que el sistema cuenta con una infraestructura con carriles de uso dedicado o preferente en algunos tramos del corredor troncal, pero también se trata de un sistema de rutas de "operación abierta", lo que permite traslados directos una vez que se ha abordado la unidad de una ruta determinada sin limitarse a desplazarse por un solo carril específico, por lo que pueden entrar y salir del eje exclusivo, aprovechando la infraestructura dedicada y favoreciendo a su vez, los desplazamientos directos; lo que reduce el número de trasbordos.

Para lograr esto, el diseño del proyecto incluyó "la prioridad de paso garantizada" como parte indispensable para una operación eficiente. Con ello, lo que se previó fue el hecho de dar prioridad a las unidades de transporte público que circulen sobre los ejes prioritarios de transporte, la cual deberá darse en dos tiempos: a) permanentemente, a través de estrategias de explotación de semáforos en la que la circulación global tenga los menores tiempo de detención considerando el flujo de las unidades de transporte público pero también la del resto de vehículos (óptimo global); b) temporalmente en casos en los que, por alguna razón, los vehículos de transporte público presenten desfases importantes respecto a su programa de servicio. En este caso, el Centro de Control de la flota (Estatal) indicará al Centro de Control de Semáforos (Municipal y ejecutado por SEMEX prácticamente en paralelo a este proyecto) la necesidad de modificar las estrategias de explotación de semáforos en un eje en específico a fin de regularizar los programas de operación de las unidades. Para ello se requiere de semáforos equipados para recibir información que permita implementar estrategias de explotación en los ejes de transporte público. Para instrumentar estrategias de explotación coordinada de semáforos (en los casos de intervención temporal para dar prioridad de paso a las unidades de transporte público), se requiere que el centro de control transmita, en tiempo real, la información sobre la modificación de los tiempos de ciclo de una determinada cantidad de dispositivos de regulación de la circulación en las intersecciones actuales.

De la red de 8 ejes estructurantes, apenas entraron en operación el 1 y el 7 en 2017, completamente ajustados a la planeación del proyecto, en su componente tránsito, antes descrita. El Eje Constitución 1917 (el 1) tiene 9.3km de carril preferente en lateral derecho, 4.1km de carril exclusivo, 8 estaciones cerradas en camellón central y 23 paraderos abiertos, 1 estación de transferencia, 1 ruta que recorre todo el eje y 14 rutas reestructuradas que tocan el eje en una o varias estaciones, 22 autobuses de 12m y 161 autobuses de 9m, todos con puertas izquierda y derecha, y 21 intersecciones semaforizadas. El Eje Av. De La Luz (el 7) cuenta con 2.6 km de carril exclusivo, 13 paraderos abiertos a la derecha, 9 intersecciones semaforizadas, 1 ruta que recorre todo el eje y 10 rutas reestructuradas que tocan el eje, 193 autobuses de 9 metros. Los proyectos de: (1) Modernización de la infraestructura semaforizada para los ejes estructurantes en avenidas Constitución 1917 y La Luz (incluyó reemplazo de la

infraestructura existente por una nueva más moderna y controladores de última generación en 36 intersecciones, de las cuales 6 no están en los ejes anteriormente mencionados; y (2) Centralización de 220 intersecciones semaforizadas (incluidos los dos ejes estructurantes del proyecto de BRT) e implementación de un nuevo centro de control de tráfico; corrieron por cuenta de SEMEX, aunque los entes contratantes fueron diferentes.

Estos 2 ejes cuentan con nueva tecnología semafórica utilizando controladores modelo C-3000 de SEMEX, así como con estructuras semafóricas modernas y con una señal novedosa tipo display como semáforo del autobús. El nuevo sistema de transporte *Qrobús* tiene considerado dentro de sus alcances, contar con los 3 niveles de tratamiento prioritario (pasiva, activa y adaptativa o integrada) y cuentan con los siguientes componentes tecnológicos para lograrlo: (1) Un subsistema de semáforos capaz de gestionar la prioridad al transporte; (2) Un subsistema de prioridad al transporte que por sí mismo puede dar prioridad activa y cuenta con la capacidad de integrarse con un sistema de gestión de flota para dar prioridad adaptativa (o prioridad integrada); y (3) un subsistema de gestión de flota con información en tiempo real de la situación operativa de todos los vehículos operando en el sistema de transporte. Para que estos alcances en el funcionamiento del sistema de prioridad al transporte se puedan constatar en la operación, depende directamente de la capacidad y fiabilidad del sistema de semáforos y del sistema de gestión de flota existente; este último no estuvo a cargo de SEMEX y es administrado directamente por la autoridad estatal.

Para una mayor comprensión y conceptualización de los componentes tecnológicos del sistema de prioridad al transporte, estos se clasificarán con base a los siguientes niveles de operación: (1) Nivel 0 – Operación de campo. En este nivel de operación se encuentran todos los componentes tecnológicos internos (equipos a bordo de autobús y detector de prioridad) y externos (sistema de semáforos y sistema de gestión de flota) que operan en campo; (2) Nivel 1 – Concentración de información. Nivel que cuenta con los equipos de apoyo que se utilizan para la descarga de información y envío de parámetros de configuración a los equipos de operación de campo; (3) Nivel 2 – Bases de datos y administración del sistema. Nivel de operación en donde se administra el sistema y se realiza todo el procesamiento de la información proveniente del sistema de prioridad al transporte; (4) Nivel 3 – Monitoreo y regulación. En este nivel se encuentran los equipos de control (centro de control) a partir de donde se genera la información para toman de decisiones en tiempo real y post-operación.

Cabe señalar, que los componentes internos son todos los equipos y software propios del sistema de prioridad al transporte. Los componentes externos son el sistema de semáforos y el de gestión de flota, que son componentes que si bien infieren en el funcionamiento del sistema de prioridad al transporte, no forman parte integral del

mismo. *SEMEX-PEEK* ha desarrollado un algoritmo único en el mercado que proporciona la recuperación del ciclo semafórico después de una acción de prioridad de transporte, permitiendo retomarlo de forma coordinada, para minimizar las distorsiones en el resto de la red vial.

# O USO DE SINAIS WI-FI PARA ESTIMAÇÃO DE PARES ORIGEM DESTINO DE USUÁRIOS DO TRANSPORTE PÚBLICO EM ÔNIBUS

**Marcos Roriz Junior**

Engenharia de Transportes – Universidade Federal de Goiás – Aparecia de Goiânia – GO – Brasil  
marcosroriz@ufg.br

**Ronny Aliaga Medrano**

Engenharia de Transportes – Universidade Federal de Goiás – Aparecia de Goiânia – GO – Brasil  
ronnymarcelo@ufg.br

**Kamilla Cruvinel**

Engenharia de Transportes – Universidade Federal de Goiás – Aparecia de Goiânia – GO – Brasil  
kamilla@engtransportes.grad.ufg.br

## RESUMO

Diversas iniciativas de Sistemas Inteligentes de Transporte têm empregado métodos computacionais para analisar e compreender a movimentação dos passageiros, a matriz de origem-destino, no sistema de transporte público urbano. Tais métodos, usualmente, realizam esta análise através do processamento de dados históricos de bilhetes eletrônicos dos passageiros. No entanto, tais abordagens apresentam uma dificuldade em compreender a movimentação completa dos passageiros, uma vez que, usualmente, não há dados de saída dos bilhetes eletrônicos. Com intuito de contrapor esta limitação, este artigo apresenta um método que explora os sinais Wi-Fi emitidos pelos smartphones de passageiros, para estimar a matriz origem-destino do sistema de transporte público urbano. Para isso, o método explora a potência e frequência do sinal dos pacotes de sondagens de rede Wi-Fi emitidos pelos smartphones dos passageiros. Utilizando a potência do sinal é possível estimar a distância do smartphone, já a frequência lhe dá quanta vezes o sinal foi percebido ao longo do tempo. Combinando estes dados com dados de localização GPS é possível estimar o par origem-destino dos passageiros. Os resultados iniciais apontam que o presente método conseguiu capturar automaticamente uma matriz de origem-destino semelhante (67.5%) a matriz real observada em campo. Além disso, os resultados indicam que a limitação do método proposto decorre da necessidade de que os passageiros possuam smartphones e que estes aparelhos estejam com o Wi-Fi ligado (mesmo que não conectado a uma rede).

## 1. INTRODUÇÃO

O transporte público urbano de ônibus têm sofrido uma queda expressiva na demanda de passageiros nos últimos anos (BARBERA et al., 2013; FREUDIGER, 2015; ORANSIRIKUL et al., 2014)(SOARES, 2016). Entender o deslocamento da pessoas, a matriz origem-destino (OD), neste sistema de transporte possibilita compreender os locais e fatores envolvidos nesta queda e, conseqüentemente, a capacidade de propor melhorias e otimizações no sistema (ARBEX; DA CUNHA, 2017; CHEN et al., 2016).

Neste sentido, diversas iniciativas de Sistemas Inteligentes de Transporte (*Intelligent*

*Transportation Systems* – ITS) têm empregado métodos computacionais para analisar e construir uma matriz OD a partir da movimentação dos passageiros do sistema de transporte (ARBEX; DA CUNHA, 2017; KUSAKABE; ASAKURA, 2014; MA et al., 2013). Tais métodos, usualmente, realizam a construção da matriz OD através do processamento de dados históricos de bilhetes eletrônicos dos passageiros (PELLETIER; TRÉPANIÉ; MORENCY, 2011). Para isso, realiza-se o cruzamento entre o bilhete eletrônico de embarque do passageiro com as localizações das estações do sistema de transporte.

Métodos baseados em bilhete eletrônico apresentam dificuldade em compreender a movimentação completa dos passageiros, o respectivo par origem-destino, (PELLETIER; TRÉPANIÉ; MORENCY, 2011; ZHENG, 2015). Isto ocorre porque, usualmente, não há dados de saída dos bilhetes eletrônicos, apenas de entrada. Para contornar isso, estes métodos desenvolveram heurísticas para estimar os possíveis locais de desembarque (destino) utilizado pelo passageiro (MA et al., 2013). Por exemplo, algumas abordagens utilizam a estação de embarque do próximo bilhete eletrônico usado pelo passageiro para determinar o local de desembarque da viagem prévia, se assumindo que o mesmo está retornando de sua viagem daquela estação. Tais métodos e heurísticas possuem uma série de limitações (KUSAKABE; ASAKURA, 2014). Especificamente, destaca-se a dificuldade em capturar o percurso da movimentação do passageiro na ocorrência de transbordo. Mesmo contendo os dados de entrada e de possível saída (estimada), o método dificilmente conseguirá capturar a rota utilizada pelo passageiro.

Com intuito de contrapor as limitações dos métodos baseados em bilhete eletrônico, este artigo apresenta um novo método que explora uma diferente fonte de dados para estimativa da matriz OD: os *smartphones* dos passageiros. Nos últimos anos observou-se um aumento expressivo na quantidade e uso de *smartphones* com conectividade à internet e sensores de localização. Por exemplo, segundo MARI (2017), estima-se que o número de *smartphones* no Brasil esteja em torno de 198 milhões, um número próximo ao tamanho da população do país, que é de aproximadamente 200 milhões de pessoas.

Grande parte desses *smartphones* possibilitam a conexão à redes sem fio IEEE 802.11, também conhecidas como rede Wi-Fi, (CROW et al., 1997). O padrão IEEE 802.11 define uma série de pacotes e protocolos para realizar a descoberta e conexão do dispositivo com um roteador. Dentre esses pacotes, destaca-se aqueles do tipo *probe requests*, ou requisições de sondagem (CUNCHE; KAAFAR; BORELI, 2014). Esses são emitidos periodicamente pelos dispositivos para varrer e descobrir pontos de acesso próximos, isto é, roteadores que forneçam uma rede Wi-Fi. Todos os dispositivos com que possuem um *chip* Wi-Fi emitem esse sinal, mesmo que não esteja conectado a uma rede Wi-Fi. Isto é feito para atualizar a lista de redes Wi-Fi próxima ao dispositivo.

É possível monitorar esses pacotes utilizando um computador *sniffer* (FREUDIGER, 2015). A interceptação desses dados possibilita não somente identificar o *smartphone* que o emitiu, pois é enviado um identificador do mesmo no pacote, mas também estimar a distância do dispositivo através do sinal de potência no receptor. Estudos recentes mostram que é possível detectar a presença e ausência de usuários em um ambiente utilizando os pacotes Wi-Fi; (BARBERA et al., 2013; BONNÉ et al., 2013).

Nesse sentido, este artigo visa investigar a viabilidade de se utilizar os sinais oriundos dos pacotes Wi-Fi, emitidos pelos *smartphone* dos passageiros, como fonte de dados para construção da matriz origem-destino dos mesmos. Para isso, o trabalho propõe um método que realiza automaticamente a coleta, análise e construção da matriz OD dos passageiros. O método proposto combina dados oriundos dos pacotes Wi-Fi com dados de localização GPS para estimar os locais de embarque e de desembarque dos passageiros. Para avaliar o método, foi feita a programação do mesmo na linguagem Python e sua implantação na plataforma de *hardware* Raspberry PI 3-B (RICHARDSON; WALLACE, 2014). Utilizou-se este sistema em um teste de campo para capturar a matriz OD dos passageiros a partir dos dados coletados e analisados. Para avaliar esta matriz, como a quantidade de viagem e locais de embarque e desembarque, utilizou-se uma matriz feita manualmente pelos pesquisadores. Estes resultados iniciais indicam que os pares de origem-destinos capturados pelo método representam 67.5% do total de pares da matriz feita manualmente.

A fim de detalhar o método proposto, divide-se este artigo em cinco seções. A seção 2 discorre sucintamente sobre os conceitos fundamentais do método, em especial sobre o funcionamento do protocolo IEEE 802.11. A seção 3 descreve os passos do método, incluindo as etapas de coleta, análise e construção da matriz OD. A seção 4 apresenta o experimento utilizado e a análise sobre os resultados obtidos. Por fim, a seção 5 apresenta a conclusão e trabalhos futuros para lidar com as limitações do método proposto.

## **2. WI-FI COMO MEIO DE LOCALIZAÇÃO DE USUÁRIOS**

O método descrito por este artigo se baseia na utilização dos sinais Wi-Fi emitido pelos *smartphones* dos passageiros para construção sua matriz de deslocamento (OD). A fim de sustentar essa discussão, essa seção discorre sucintamente sobre o funcionamento da tecnologia e como a mesma pode ser utilizada para detecção da presença e ausência dos passageiros.

O Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônico (IEEE) é uma organização sem fins lucrativos que se dedica ao avanço de tecnologias eletrônicas, em especial as utilizadas



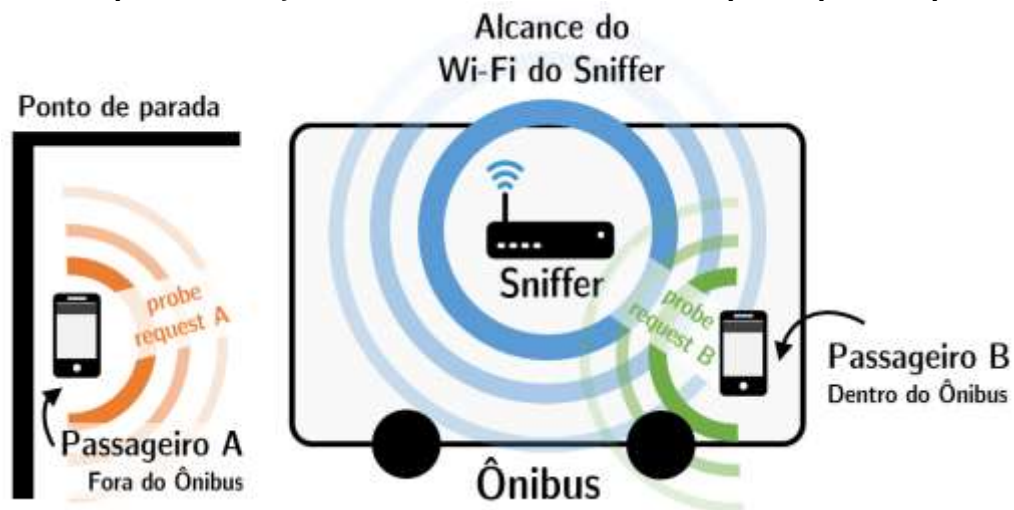
para realizar a comunicação entre dispositivos computacionais. Dentre elas, pode-se destacar o papel da IEEE na pesquisa e padronização da especificação, protocolo, da tecnologia de rede sem fio IEEE 802.11, também conhecido como rede Wi-Fi (CROW et al., 1997). Essa especificação descreve todas as atividades necessárias, em forma de processo/protocolo, para realizar a comunicação entre os dispositivos.

A especificação determina um processo de sinalização e troca de pacotes para realizar cada uma dessas atividades, como descoberta e conexão (GAST, 2005; PERAHIA; STACEY, 2013). Dentre essas pode se destacar o processo de descoberta de rede, como ilustrado. Para realizar essa tarefa, o padrão utiliza um processo que sonda dispositivos próximos definindo um pacote dados denominado *probe request*, ou requisição para sondagem. *Smartphones* emitem periodicamente esse pacote para buscar pontos de acesso próximos (FREUDIGER, 2015; GAST, 2005). Pontos de acesso que recebem esse pacote enviam de volta uma mensagem do tipo *probe reply*, ou resposta de sondagem, para o emissor contendo os dados da rede, tais como nome e endereço IP. Essa atividade é realizada independente do *smartphone* estar conectado ou não a uma rede, pois a mesma serve atualizar a lista de pontos disponíveis.

Os pacotes de sondagem (*probe requests*) são difundidos publicamente em uma faixa, espectro, de onda próximo ao emissor, permitindo que todos dispositivos interessados possam recebê-lo. Cada pacote desse inclui um número que identifica globalmente aquele aparelho, uma espécie de impressão digital do *smartphone*, chamado de MAC (*Media Access Control*). O alcance dessas ondas depende do subtipo do padrão Wi-Fi sendo utilizado (CUNCHE; KAAFAR; BORELI, 2014; PERAHIA; STACEY, 2013). Como a maioria dos chips são do subtipo IEEE 802.11.b, assume-se que a distância alcançada pelas ondas é de até 100 metros em campo aberto e de até 30 metros dentro de residências (GAST, 2005). Para distinguir os pacotes, utiliza-se o sinal de potência da onda. Ao receber o pacote, utilizando a potência, o receptor computa um sinal, em decibéis, que representa a proximidade dos aparelhos. Este valor varia de 0 a  $-\infty$ , sendo que quanto maior, mais próximo os dispositivos se encontram (SUN et al., 2017). Como os pacotes de sonda são enviados periodicamente e em espectro públicos, um computador que esteja monitorando o espectro de onda também poderá recebê-los (PERAHIA; STACEY, 2013). Esses computadores, chamado de *sniffers*, podem utilizar esses pacotes para detectar a presença e ausência de *smartphones* em sua vizinhança (BARBERA et al., 2013; BONNÉ et al., 2013). Por exemplo, pode-se vincular o primeiro pacote de sonda, *probe request*, emitido por um dado *smartphone* como a entrada do dispositivo em sua proximidade. Ao combinar esse dado com a localização e hora do *sniffer*, é possível estimar a estação de entrada do passageiro. Já, quando o *sniffer* parar de receber pacotes de sonda, por um determinado período de tempo  $\Delta$ , o mesmo poderá estimar a estação de saída do passageiro

Para exemplificar esses conceitos considere o cenário ilustrado na Figura 1. Nesta, o passageiro A está esperando o ônibus em um ponto de parada. O smartphone deste usuário envia pacotes de sondagem para descobrir e atualizar a lista de redes próximas. Porém, como os pacotes estão fora do alcance do *sniffer*, que está dentro do ônibus, o *smartphone* e, conseqüentemente o passageiro, não é contabilizado. Por outro lado, o passageiro B está localizado dentro do ônibus. Sempre que o seu dispositivo enviar um pacote de sonda o mesmo será capturado pelo *sniffer* implicando que o passageiro ainda se encontra dentro do veículo. Após o passageiro B deixar o veículo o *sniffer* irá parar de receber pacotes oriundos de seu dispositivo, conseqüentemente, ao perceber a falta de pacotes de sonda o *sniffer* poderá concluir que o passageiro deixou o ônibus e estimar o local de saída. Combinando os dados do primeiro pacote, junto com o do último visto, o *sniffer* pode estimar o par origem-destino do passageiro.

**Figura 82: Exemplo de utilização de *Sniffer* dentro de um ônibus para captura de pacotes Wi-Fi.**



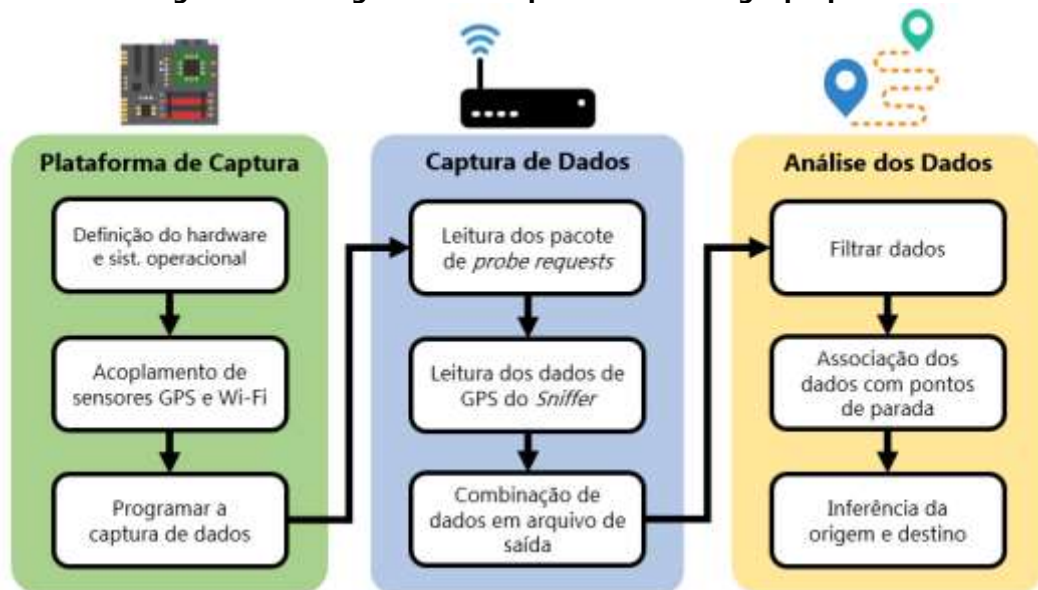
Uma das limitações dessa técnica é de que o padrão IEEE 802.11 subdivide o espectro em quatorze faixas de comunicação, algumas se sobrepondo, para evitar a colisão no envio de pacotes pelos dispositivos (PERAHIA; STACEY, 2013). Neste sentido, um *sniffer* tem de alternar (*hop*) entre os diferentes canais para capturar os pacotes daquela faixa. Durante essa alternância o *sniffer* irá perder os pacotes enviados por *smartphones* em outras faixas do espectro, isto é, o *sniffer* só ouvirá os pacotes daquela faixa e perderá os enviados na outra faixa durante o intervalo de escuta (FREUDIGER, 2015). Mesmo podendo alternar múltipla vezes entre os diferentes canais do espectro em um único segundo, poderá ocorrer perda de pacote devido o *sniffer* estar ouvindo um diferente canal. Uma maneira de mitigar esse problema é utilizar vários *sniffers* em canais fixos, sem alternância (BONNÉ et al., 2013; ORANSIRIKUL et al., 2016). Assim, os *sniffers* irão capturar todos os pacotes emitidos nos respectivos espectros.

Outra limitação dessa técnica é a de que é necessário que o passageiro possua um aparelho *smartphone* e que o mesmo esteja com o Wi-Fi ligado, mesmo que não esteja conectado a uma rede Wi-Fi (BARBERA et al., 2013; BONNÉ et al., 2013). Entretanto, os estudos indicam que a população cada vez mais possui smartphones (MARI, 2017) e uma grande fração deles deixam o Wi-Fi habilitado (BONNÉ et al., 2013; FREUDIGER, 2015; ORANSIRIKUL et al., 2016).

### 3. METODOLOGIA

Motivado pelos cenários e tecnologia descrita, este artigo visa investigar a viabilidade de se utilizar os pacotes de sondagem Wi-Fi emitido pelos *smartphone* dos passageiros para reconstrução da matriz OD dos mesmos. Para fazer isso, apresenta-se em seguida um método que especifica como realizar a coleta e como reconstruir a matriz OD dos passageiros através dos dados capturados. O método é baseado em três etapas: construção da plataforma, captura e análise dos dados, ilustrados na Figura 2.

**Figura 83: Fluxograma das etapas da metodologia proposta.**



#### 3.1 Plataforma de Captura

Para capturar os dados dos passageiros é necessário utilizar um computador (*sniffer*). Como o mesmo deverá estar dentro do veículo, recomenda-se utilizar computadores embarcados, tais como como Raspberry Pi e Arduino, devido ao tamanho e facilidade de estendê-los com sensores (BONNÉ et al., 2013; KIELAR et al., 2017). Especificamente, neste trabalho, utilizou-se um computador Raspberry Pi 3 Model B como *sniffer*, como ilustrado na Figura 3. Esse possui uma dimensão de 85,6 x 53,98 x 17 mm e contém um

*chip* de rede Wi-Fi (IEEE 802.11.b/g/n), que pode ser utilizado em modo monitor para captura de pacotes. Também foi acoplado um sensor de GPS (BU-353) para receber os dados de posicionamento do *sniffer* e, conseqüentemente, dos passageiros.

**Figura 84: Computador (*sniffer*) utilizado: Raspberry PI 3 Model B, com sensor GPS e placa Wi-Fi.**



Para controlar o *sniffer* recomenda-se utilizar um sistema operacional Linux voltado à análise forense de dados de comunicação, tais como Kali Linux e BackBox Linux, devido os mesmos serem otimizados para captura de dados (NAJERA-GUTIERREZ, 2016). Especificamente, nesse trabalho, optou-se por utilizar o sistema operacional Kali Linux, devido o mesmo incluir uma série de modificações no Linux para facilitar a ativação do modo monitor da placa de rede Wi-Fi, necessário para captura de pacotes, e também para leitura de dados de GPS por programas.

### 3.2 Captura de Dados

Utilizando os componentes de Wi-Fi e GPS, do sistema embarcado, é possível obter os seguintes dados de entrada básicos (necessários para o método):

- Indicador de força do sinal recebido (RSSI – *Received Signal Strength Indicator*), um valor numérico, em decibéis, que indica a potência do sinal Wi-Fi entre o *smartphone* e o *sniffer*. Quanto menor o valor, mais próximo os dispositivos se encontram. Este valor é computado, no *sniffer*, ao receber um pacote de sonda.
- Endereço MAC (*Media Access Control*), também conhecido como impressão digital do *Smartphone*, sendo diferente para cada dispositivo. Esse dado está incluso no pacote de sonda (*probe request*) emitido pelo emissor;
- Latitude e longitude do *sniffer* ao capturar um pacote de sonda. Este valor indica o local aproximado do passageiro. É um dado necessário para reconstruir a trajetória do mesmo.
- Hora do *sniffer*. Este valor é utilizado para indicar o horário em que o dado é coletado. É útil para obter os pares de origem e destino que circulam em um determinado período.

Para captura desses dados, recomenda-se a utilização de bibliotecas de programação como Scapy, tshark e gpsd (BONNÉ et al., 2013; CUNCHE; KAAFAR; BORELI, 2014). Essas bibliotecas facilitam o acesso e interação com os componentes da placa de rede Wi-Fi e módulo GPS, permitindo a interceptação e a manipulação dos dados capturados por programas de terceiros. Por exemplo, a biblioteca Scapy possibilita indicar um tipo de pacote que se deseja capturar e uma rotina específica para tratá-lo.

O programa de captura opera da seguinte forma. Primeiramente, o programa ativa o modo monitor da placa de rede Wi-Fi para receber todos os pacotes. Após entrar nesse modo é aplicado um filtro para extrair pacotes de sondagem (*probe requests*). Quando um pacote desse tipo é identificado é marcado o horário de coleta e inicializado a ação de obtenção dos dados do pacote. Obtêm-se a potência (RSSI) e o endereço MAC do emissor *smartphone* dos campos do pacote. Após isso, é realizada uma consulta ao módulo GPS para obter a posição atual do *Sniffer*. Essa posição servirá de base para identificar o ponto de ônibus e trajetória do passageiro. Por fim, escreve-se esses dados em um arquivo de saída para poder serem posteriormente analisados. Esse processo se repete para cada pacote de sondagem recebido no programa.

### **3.3 Análise dos Dados**

Após coletar os dados é inicializado o processo de análise para reconstrução da matriz de origem destino dos passageiros. Primeiramente é aplicado um filtro nos dados para remover dados de não passageiros, isto é, de pacotes que estejam foram do ônibus. Isso é feito analisando a potência do sinal (RSSI) do pacote coletado. Uma potência de -80 dB indica que o emissor está aproximadamente em um raio de até 15m do *sniffer*, já um valor de -75 dB corresponde a uma distância de 10m (CUNCHE; KAAFAR; BORELI, 2014; ORANSIRIKUL et al., 2016). Neste artigo, decidiu-se por utilizar um filtro de -80 dB devido ao comprimento do ônibus ser de aproximadamente 15m.

Após esse filtro, os dados remanescentes são enriquecidos com os pontos de paradas mais próximos. Isso é feito para associar uma determinada posição ao local de coleta do pacote. Com essa combinação, dos dados remanescentes com os repetíveis locais de coleta é possível estimar os pares de origem e destino do passageiro utilizando o seguinte algoritmo.

Primeiramente, cria-se uma lista vazia para cada passageiro, utilizando como chave o endereço MAC do dispositivo do mesmo. Após isso, percorra os dados remanescentes tomando como base o horário em que a coleta foi realizada. Durante cada iteração, adicione o dado à respectiva lista do passageiro utilizando o endereço MAC observado. Ao término desta fase, percorra a lista de cada passageiro individualmente e verifique

se a distância do local entre o primeiro pacote e o último da lista é maior do que a distância mínima entre os pontos de paradas dos ônibus analisados. Caso isso seja verdadeiro, infere-se que os dados do passageiro foram capturados dentro do ônibus, visto que o local de coleta entre os pacotes foi maior do que a distância mínima entre os pontos de paradas. Para inferir a origem do deslocamento do passageiro, utiliza-se o ponto de parada referente a coleta do primeiro dado. Já para estimar o destino, utiliza-se o local referente ao último dado de coleta.

#### 4. EXPERIMENTOS E RESULTADOS INICIAIS

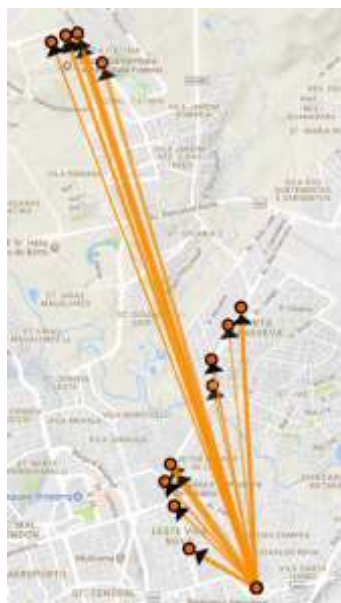
Para validar o método proposto foi realizado um experimento em campo na cidade de Goiânia, Goiás, Brasil. O experimento consistiu de utilizar um *sniffer* embarcado em um veículo de uma linha de ônibus da cidade. A linha estudada foi a 263, T. Bíblia / Vila Nova / PC Campus, uma linha que parte de um terminal e segue em direção ao câmpus da Universidade Federal de Goiás. Optou-se por utilizar essa linha devido a mesma ser uma linha de complexa análise, devido contemplar diferentes grupos de usuários, tais como alunos e trabalhadores. O teste ocorreu de forma não controlada, isto é, com usuários normais do transporte público dessa linha.

Utilizando pesquisadores manuais, dentro do veículo da linha analisada, registrou-se a origem e destino de cada um dos passageiros. Após a coleta dos dados, foi realizada uma comparação entre os pares de origem-destinos observados pelos pesquisadores manuais com os pares obtidos pelo método proposto. O experimento ocorreu no dia 05/05/2018, durante o período das 09:00 até às 10:00. Durante esse período foram coletados 9705 pacotes de sondagem. Para filtrar esses pacotes, foi utilizado como parâmetro um filtro de -80 dB. Além disso, foram considerados apenas os dados dos passageiros cuja distância percorrida, entre o primeiro e último pacote observado, foi de maior de 400 metros.

Os resultados, ilustrados na Tabela 1 e Figura 4, indicam que o método proposto foi capaz de identificar corretamente e automaticamente o deslocamento de 67.5% dos passageiros. O método proposto errou o deslocamento de 5 passageiros, isto é, gerou um par de origem-destino diferente do visto manualmente. Observou-se que os locais desses pares são adjacentes as estações dos pares observados manualmente. Além disso, observou-se manualmente que os deslocamentos em que o método foi incapaz de detectar decorre dos usuários não possuírem *smartphone* ou desativarem o Wi-Fi.

**Tabela 1: Comparação entre os pares descobertos pelo método e pares reais**

Pares O-D	Método proposto	Manualmente
Corretos	32	40
Incorretos	5	--



(a) O-D Wi-Fi



(b) O-D Manual

**Figura 4: Comparação entre O-D de passageiros identificados pelo método proposto e manualmente.**

## 5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou um novo método para realizar a coleta e construção da matriz de origem-destino dos passageiros de um sistema de transporte público urbano usando os dados de Wi-Fi emitidos pelos *smartphone* dos mesmos. O método explora os dados de potência e endereço MAC que são embutidos nos pacotes de sondagem Wi-Fi. Tais pacotes são emitidos periodicamente pelos *smartphones* para descobrir ou atualizar as redes Wi-Fi próximas ao dispositivo. Ao associar os dados desses pacotes com uma localização GPS, é possível traçar o deslocamento do passageiro.

Para validar o método foi realizado um teste em campo não controlado com usuários de transporte público de uma linha de Goiânia, Goiás, Brasil. Utilizando pesquisadores manuais, comparou-se a matriz de origem-destino obtida pelo método com a obtida manualmente. Os resultados iniciais em campo indicam que o método proposto foi capaz de detectar automaticamente a matriz de origem-destino de deslocamento de 67.5% dos passageiros. Observou-se que os deslocamentos não capturados decorreu-se de o passageiro não portar um aparelho *smartphone* ou o mesmo desligá-lo. Como trabalho futuro pretende-se expandir os testes realizados e estudar meios para mitigar os deslocamentos associados a estações adjacentes.

## REFERÊNCIAS

- ARBEX, R. O.; DA CUNHA, C. B. *Estimação da matriz origem-destino e da distribuição espacial da lotação em um sistema de transporte sobre trilhos a partir de dados de bilhetagem eletrônica*. TRANSPORTES, v. 25, n. 3, p. 166, 29 out. 2017.
- BARBERA, M. V et al. *Signals from the Crowd: Uncovering Social Relationships Through Smartphone Probes*. *Proceedings of the 2013 Conference on Internet Measurement Conference*. IMC '13. New York, NY, USA: ACM, 2013. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2504730.2504742>>
- BONNÉ, B. et al. *WiFiPi: Involuntary tracking of visitors at mass events*. 2013 IEEE 14th International Symposium on "A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks" (WoWMoM). 2013.
- CHEN, C. et al. *The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis*. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 68, p. 285–299, 2016.
- CROW, B. P. et al. *IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks*. *IEEE Communications Magazine*, v. 35, n. 9, p. 116–126, 1997.
- CUNCHE, M.; KAAFAR, M.; BORELI, R. *Linking wireless devices using information contained in Wi-Fi probe requests*. *Pervasive and Mobile Computing*, v. 11, n. January, p. 56–69, abr. 2014.
- FREUDIGER, J. *How Talkative is your Mobile Device? An Experimental Study of Wi-Fi Probe Requests*. *WiSec '15 Proc. of the 8th ACM Conf. on Security & Privacy in Wireless and Mobile Networks*. ACM, 2015.
- GAST, M. S. *802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide*, Second Edition. O'Reilly Media, Inc., 2005.
- KIELAR, P. M. et al. *Using Raspberry Pi for Measuring Pedestrian Visiting Patterns via Wi-Fi Signals in Uncontrolled Field Studies*. *Proc. of the 12. Conference on Traffic and Granular Flow*. USA: 2017
- KUSAKABE, T.; ASAKURA, Y. *Behavioural data mining of transit smart card data: A data fusion approach*. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 46, p. 179–191, 2014.
- MA, X. et al. *Mining smart card data for transit riders' travel patterns*. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 36, p. 1–12, nov. 2013.
- MARI, A. *Smartphone adoption to match population growth in Brazil*. Disponível em: <<http://www.zdnet.com/article/smartphone-adoption-to-match-population-growth-in-brazil/>> Acesso em: 22 mar. 2018.
- NAJERA-GUTIERREZ, G. *Kali Linux Web Penetration Testing Cookbook*. [s.l.] Packt Publishing, 2016.
- ORANSIRIKUL, T. et al. *Measuring Bus Passenger Load by Monitoring Wi-Fi Transmissions from Mobile Devices*. *Procedia Technology*, v. 18, n. September, p. 120–125, 2014.
- ORANSIRIKUL, T. et al. *Feasibility of analyzing Wi-Fi activity to estimate transit passenger population*. *Proceedings of Intl. Conf. on Advanced Information Networking and Applications*, v. 2016–May, 2016.
- PELLETIER, M.-P.; TRÉPANIÉ, M.; MORENCY, C. *Smart card data use in public transit: A literature review*. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 19, n. 4, p. 557–568, 1 ago. 2011.
- PERAHIA, E.; STACEY, R. *Next Generation Wireless LANs: 802.11N and 802.11Ac*. 2nd. ed. New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013.
- RICHARDSON, M.; WALLACE, S. *Getting Started with Raspberry Pi: Electronic Projects with Python, Scratch, and Linux*. 2nd. ed. USA: Maker Media, Inc, 2014.
- SOARES, R. *Transporte coletivo urbano perdeu 215 milhões de passageiros em um ano e deixou de arrecadar R\$ 680 milhões*. Disponível em: <<http://jc.ne10.uol.com.br/blogs/deolhonotransito/2016/05/25/8983/>>. Acesso em: 22 mar. 2018.
- SUN, L. et al. *Mobile Device Passive Localization Based on IEEE 802.11 Probe Request Frames*. *Mobile*



Information Systems, v. 2017, p. 1–10, 2017.

ZHENG, Y. *Trajectory Data Mining: An Overview*. ACM Transaction on Intelligent Systems and Technology, 2015.

# **METODOLOGÍA PARA ESTUDIOS DE SEGURIDAD VIAL BASADOS EN MICROSIMULACIÓN DE CONFLICTOS DE TRÁFICO – ESTUDIO DE CASO: CARRIL PREFERENCIAL PARA BUSES DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PÚBLICO (SITP) EN BOGOTÁ**

**Semillero de Investigación en Infraestructura y Movilidad – SIMUN <sup>(51)</sup>**  
Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.  
llyonsb@unal.edu.co

**Grupo de Investigación en Logística para el Transporte Sostenible y la Seguridad - TRANSLOGYT**  
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.  
llyonsb@unal.edu.co

## **RESUMEN**

Con base en un caso de estudio, se realiza una propuesta metodológica para la toma de información de campo requerida para estudios de seguridad vial basados en microsimulación de conflictos de tráfico. El corredor de transporte público y privado de la Carrera Séptima entre calles 39 y 45, en Bogotá, fue seleccionado teniendo en cuenta: [1] según datos oficiales, éste es el lugar con mayor número de muertes por accidentes de tráfico en la ciudad, y [2] cuenta con un carril preferencial, no exclusivo, para autobuses de transporte público. Bajo la hipótesis de que este carril no se está utilizando de manera segura, la metodología propuesta para la evaluación de seguridad vial utiliza los fundamentos de la Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico (TSCT) para determinar las variables a medir en campo. Una vez validada esta metodología en el lugar de estudio, se espera que sea aplicada en diferentes lugares de la ciudad, en infraestructura existe y/o en proyectos en fase de diseño, susceptibles de simulación. Para aplicar la TSCT se requiere una planificación muy detallada de la toma de información que servirá como base para la construcción de los modelos de simulación: para el estudio de los conflictos se utilizan modelos de microsimulación de tráfico que, una vez calibrados, representarán las condiciones de operación del lugar. Para estimar las medidas sustitutas de seguridad vial, que caracterizan los conflictos y definen su severidad, se utilizan los archivos de trayectorias generados por los modelos de simulación; dichos archivos se procesan posteriormente en el modelo *Surrogate Safety Assessment Model* (SSAM).

## **1. INTRODUCCIÓN**

La Organización Mundial de la Salud ha catalogado los accidentes de tránsito como la novena causa que más genera muertes en el mundo, con 1.2 millones de personas al año, siendo la primera causa de muerte para los individuos entre los 15 y 29 años de

---

<sup>51</sup> Integrantes: Lenin Alexander Bulla Cruz, Sebastián Cabrera Pinzón, Paula Daniela Fonseca Agudelo, Alejandro Gómez Mosquera, Jhon Alexander González Mendoza, Juan David Heredia Castiblanco, Luis David López Buitrago, Liliana Lyons Barrera, Miguel Ángel Ospina Serrano, Julián Darío Otero Niño, Francisco Julián Sandoval Ávila.

edad (OMS, 2015). En Colombia, más de 7.000 personas al año pierden la vida por siniestros viales y en el año 2016 más de 45.000 personas resultaron lesionadas por accidentes de tránsito (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2016).

Teniendo en cuenta las cifras anteriores y dentro del proceso actual de intervención del Estado, en su propósito de disminuir las tasas de morbimortalidad en seguridad vial, se han definido dos frentes de trabajo: las auditorías en seguridad vial y la toma de medidas correctivas cuando hay ocurrencia de siniestros viales. Estas metodologías de estudio tienen limitaciones; en el caso de los estudios correctivos se presentan sesgos en cuanto a la información mediante la que se determina el riesgo, ya sea por estar incompleta o inexistente o, en el caso de las auditorías en seguridad vial, las valoraciones pueden ser subjetivas al no estar asociadas a medidas cuantitativas del comportamiento vehicular y de la infraestructura (Bulla-Cruz y Lyons, 2015). La Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico (TSCT), surge como un complemento a dichos métodos buscando evaluar la seguridad vial de forma preventiva y cualitativa.

La TSCT, si bien se encuentra en etapa experimental y de validación, ha tenido un desarrollo continuo que se ha potenciado con el surgimiento de modelos computacionales que permiten el análisis de grandes cantidades de información que difícilmente se podrían registrar a partir de estudios de campo. Esto se logra mediante la correlación de las variables macroscópicas y microscópicas asociadas al flujo vehicular, que se pueden llevar a modelos de microsimulación, cuya calibración deberá generar un comportamiento similar al real, tanto del tráfico como de los incidentes viales (Bulla-Cruz y Lyons, 2015).

Con el propósito de evaluar la seguridad vial en corredores urbanos a través de la TSCT, se eligió un importante corredor de transporte en Bogotá como lo es la Carrera Séptima, realizando el estudio entre las calles 39 y 45. Este tramo que fue seleccionado de acuerdo con los siguientes criterios: [1] éste es el lugar con mayor número de muertes por accidentes de tránsito en la ciudad, según datos oficiales, y [2] cuenta con un carril preferencial (no exclusivo) para autobuses de transporte público.

El proyecto incluye el diagnóstico y cuantificación del estado actual de las condiciones de movilidad y de seguridad vial del tramo antes definido, por efecto de la operación del carril preferencial para autobuses del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), tomando como sitios de estudio una intersección de prioridad (regulada por señal de pare o ceda el paso), una intersección semaforizada y un punto de parada del SITP, dado que en estos lugares se ha evidenciado la mayor actividad conflictiva del tramo en estudio. La investigación busca en etapas sub-siguientes proponer contramedidas de ingeniería para reducir el número y severidad de los conflictos analizados.

Bajo la hipótesis de que este carril no se está utilizando de la manera esperada, la metodología propuesta para la evaluación de seguridad vial utiliza los fundamentos de la TSCT para determinar las variables a medir en campo. Una vez validada esta metodología en el lugar de estudio, se espera que sea aplicada en diferentes lugares de la ciudad, en futuros proyectos.

## 2. MÉTODOS

A continuación, se describen los principales elementos de la TSCT, los métodos requeridos para establecer las variables de investigación, así como la metodología para la recolección de la información que se debe tomar en campo.

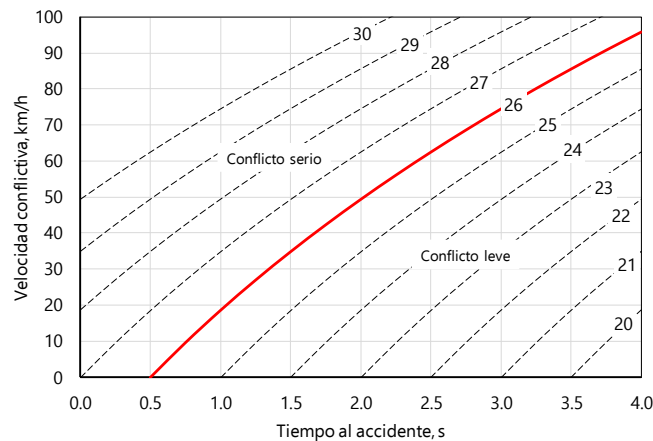
### 2.1 La Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico

El conflicto de tráfico se define como un incidente en el que, si dos usuarios viales mantienen su velocidad y trayectoria constantes, el choque entre éstos será inminente. A partir de este concepto, se establecen diferentes variables físicas, que son indicadores de lo cerca que estuvo de ocurrir un choque, así como de la severidad del conflicto, las cuales se conocen como medidas sustitutas de seguridad. Para evitar el choque, es necesario que al menos uno de los dos usuarios viales realice una acción evasiva. El usuario que primero realice dicha acción es llamado el "usuario relevante" (Laureshyn, 2017). La severidad del conflicto se define mediante dos medidas sustitutas:

- Tiempo al accidente (TA): Tiempo restante a la colisión, previsto cuando el usuario relevante inicia la acción evasiva.
- Velocidad conflictiva (VC): Velocidad del usuario relevante en el instante en que inicia la acción evasiva.

En la Figura 1 se presenta el diagrama utilizado para distinguir entre conflictos serios y leves. Los conflictos con nivel de severidad 26, o superior, son considerados serios; sin embargo, hay indicaciones de que el límite debe reducirse uno o dos niveles hacia abajo. Esta información es recolectada en campo, por medio de la observación recurrente de videos. Dicha observación permite identificar eventos que pueden ser considerados como conflictos; éstos se analizan de acuerdo con la TSCT, para estimar su severidad y, de acuerdo con ésta, decidir si hacen parte de la evaluación de la seguridad.

**Figura 85. Diagrama para la estimación de la severidad de un conflicto.**

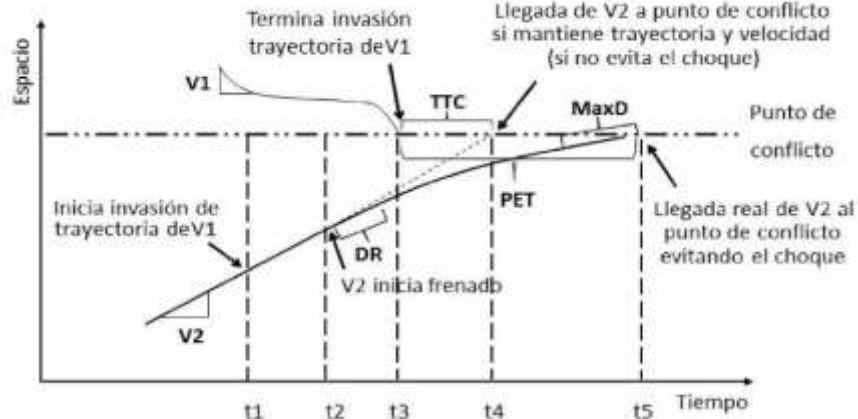


Fuente: Hydén (1987).

En el mismo sentido, por medio del uso combinado del software de simulación VISSIM y el modelo *Surrogate Safety Assessment Model (SSAM)*, cuyos fundamentos se describen más adelante, es posible identificar conflictos de tráfico simulados. El estudio de campo, bajo la TSCT, proporciona la cantidad y tipología de conflictos observados, lo que conlleva a que parte del alcance de la investigación se enfoque en cómo generar y validar un modelo de simulación que represente, de la mejor forma posible, la operación del tránsito y de conflictos.

En la Figura 86, se aprecia la representación gráfica de un conflicto de tráfico, del que se derivan otras medidas sustitutas que se pueden obtener por medio de simulación, tales como: Tiempo a la colisión (TTC), Tiempo posterior a la invasión de la trayectoria (PET), Desaceleración inicial (DR), Máxima tasa de desaceleración (MaxD), Máxima velocidad (MaxS) y Diferencia de velocidad (DeltaS), cuya definición es presentada por Gettman y Head (2003). Estas variables son reportadas por SSAM y su validez depende de la calibración del modelo de simulación, tanto por parámetros del tráfico como por conflictos.

**Figura 86. Diagrama tiempo-espacio para la representación de un conflicto de tráfico y algunas medidas sustitutas.**



Fuente: Elaboración propia a partir de Hydén (1987).

## 2.2 Lugar de estudio

El tramo en estudio, del corredor de la Carrera Séptima, se encuentra ubicado al oriente de Bogotá. El sector se encuentra consolidado urbanísticamente y en éste se mezclan diferentes usos del suelo que lo constituyen como alto generador y atractor de viajes en la ciudad. El tramo, comprendido entre las Calles 39 y 45, presenta altas tasas de accidentalidad y cuenta con un carril preferencial para autobuses del SITP. Las observaciones de campo permitieron evidenciar que este carril presenta un uso diferente al planificado, siendo ocupado por distintos actores viales no autorizados por la normatividad, los cuales generan una operación que se percibe como riesgosa. Los lugares donde se realizó el estudio se presentan en la Figura 87. Se filmó la operación en éstos durante dos días típicos (entre martes y jueves) y un día atípico (sábado o domingo), durante 12 horas continuas, con el fin de identificar el periodo en que se presentan más conflictos, el cual corresponde al periodo de modelación.

**Figura 87. Lugar de estudio de conflictos de tráfico sobre la Carrera Séptima-Bogotá.**



Fuente: Guía para toma de información de campo en estudios de seguridad vial basados en microsimulación de conflictos de tráfico (2017). Semillero de Investigación de Infraestructura y Movilidad de la Universidad Nacional de Colombia

### **2.3 Uso de software VISSIM y SSAM**

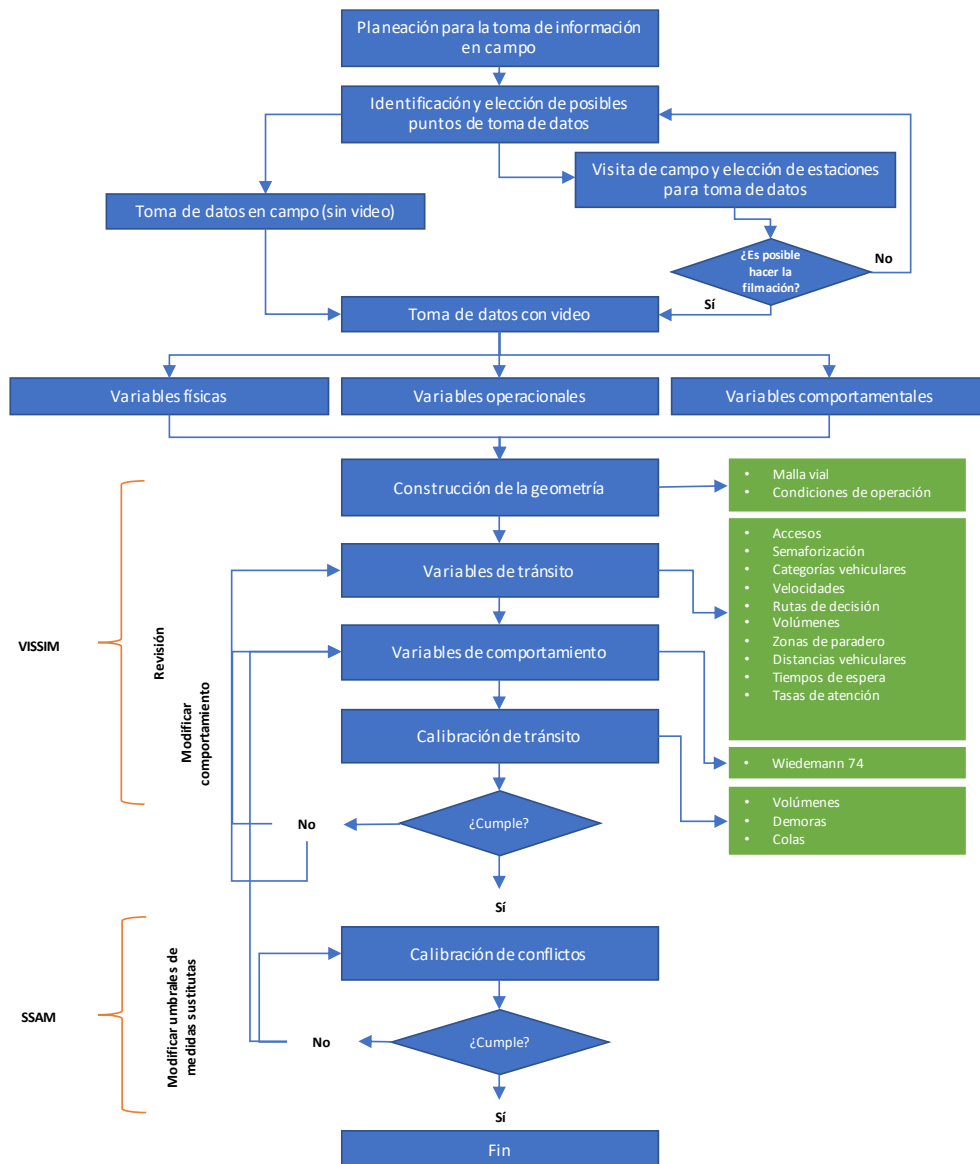
Para el estudio de los conflictos de las etapas siguientes de esta investigación, se utilizará el modelo de microsimulación de tráfico PTV-VISSIM (PTV AG, 2012), que permite modelar, con alta flexibilidad y realismo, el comportamiento de diferentes actores viales. Una vez calibrado representará las condiciones de operación vehicular en el corredor de estudio.

VISSIM genera los archivos de trayectorias requeridos para estimar el número y tipo de conflictos simulados y sus medidas sustitutas; estos archivos se procesan posteriormente en SSAM, que es un modelo experimental desarrollado por la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos (FHWA). Luego de un proceso de calibración, consistente en comparar la cantidad de conflictos observados y simulados, es posible caracterizar la severidad de dichos eventos por medio de la magnitud de sus medidas sustitutas.

### **2.4 Caracterización de los conflictos de tráfico en campo**

La validez de las evaluaciones de seguridad realizadas, en infraestructura existente, se soporta en la calibración de los modelos por medio de parámetros medidos en campo y aquellos que pueden ser obtenidos de la simulación. Un parámetro fundamental es el número de conflictos que habitualmente no se registra para propósitos de estudios de tránsito, pero que debe realizarse para estudios de seguridad vial. En la propuesta metodológica de este proyecto, se realizará la comparación de los conflictos observados sobre video con los simulados por el modelo. En la Figura 88 se presenta el esquema metodológico desarrollado para el proyecto, el cual resume el proceso de toma de información en campo, el uso del modelo y su calibración y, a continuación, se describe la metodología en forma detallada.

**Figura 88. Metodología para estudios de seguridad vial basados en microsimulación de conflictos de tráfico. Fuente: Elaboración propia.**



### 3. TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

Una vez definidas las etapas de la metodología para realizar el estudio de seguridad vial, basado en microsimulación de conflictos de tráfico, se definieron las siguientes etapas de investigación para obtener los datos en campo:

#### 3.1 Determinación de variables a medir en campo

Las variables, requeridas y estimadas, fueron las siguientes:



*Físicas:* las mediciones físicas principales en campo incluyen: estado de la malla vial; caracterización geométrica; número y ancho de carriles y calzadas; sección transversal de los segmentos de vía; geometría de intersecciones; ubicación de paraderos de transporte público; detalles de carriles exclusivos (bus, bicicletas, troncales, etc.); pendientes pronunciadas; señalización horizontal y vertical; velocidades reglamentarias y, giros permitidos en intersecciones.

*Operacionales:* Las variables operacionales medidas fueron: velocidades; fases semafóricas; longitudes de cola; volúmenes vehiculares y su composición; brechas críticas y demoras.

*Comportamentales:* Las variables comportamentales son importantes en la operación de la red para precisar el comportamiento de los vehículos, por tipología, y definir brechas. Además, son indicadores de la severidad de cada conflicto y de lo cerca que estuvo de ocurrir un choque. Se presentan dos tipos de variables: las primeras relacionadas con el comportamiento del conductor, como el seguimiento de vehículos, cambio de carril y movimiento lateral; éstas son necesarias para la construcción y validación del modelo en VISSIM. Las segundas, corresponden a las medidas sustitutas, bajo la TSCT: Tiempo al accidente (TA) y la Velocidad conflictiva (VC), para cada conflicto observado.

### **3.2 Planeación de la toma de información**

Se debe tener en cuenta que, para esta investigación, se tomaron datos provenientes de archivos de video y otra información directamente en el sitio. Para la identificación de conflictos y la medición de variables operacionales se realizó la grabación por medio de cámaras de video durante dos días típicos, en una misma semana, considerada con operación normal y un día atípico (sábado o domingo). La grabación se realizó entre las 5:00 y las 20:00 horas. Simultáneamente, se midieron las variables físicas definidas en el numeral anterior.

Para la identificación de los puntos de ubicación de las cámaras de video se tuvieron en cuenta tres aspectos principales: la percepción de la cantidad de conflictos, la posibilidad de obtener permisos para hacer tomas de video y los obstáculos que podían impedir la observación. A partir de la visita de reconocimiento de campo, se realizó la selección de los puntos desde los cuales fue posible hacer la toma de datos, identificando el ángulo de filmación más indicado que evite la superposición de vehículos. El ángulo óptimo tiene que ser cercano a los 90° (perpendicular a la vía) para facilitar la observación de conflictos y la obtención de TA y VC.

## **4. MICROSIMULACIÓN**

Una vez se obtiene la información necesaria, se realiza en proceso de simulación con el objetivo de representar las condiciones de tránsito y de comportamiento, observados en campo, para realizar la evaluación de la seguridad vial del corredor (Huang, 2013).

### **4.1 Determinación de la hora de mayor número de conflictos**

La hora de modelación corresponde a aquella en la que se presenta el mayor número de conflictos. Los conflictos fueron identificados mediante la observación recurrente de los videos. A su vez, en estos videos se aprecia la operación en áreas de conflicto de transporte público; las cuales son el carril preferencial y las paradas de autobús.

### **4.2 Desarrollo del modelo y variables de tránsito**

El modelo se construye en el programa de microsimulación VISSIM; los insumos básicos son: geometría vial, fases semafóricas, volúmenes por categoría vehicular, velocidades a flujo libre, velocidades de operación, brechas críticas, reglas de prioridad, tiempos de espera, carriles preferenciales y paradas de transporte público. El trazado de la red se realiza a partir de fotografía aérea, y comprende la Carrera Séptima desde la Calle 39 hasta la Calle 45. Las bocacalles e intersecciones son modeladas bajo la definición de un área de influencia directa, que comprende una franja de 120 m, en ambos costados, de la Carrera Séptima, para incluir las colas de vehículos que puedan afectar el modelo.

### **4.3 Calibración del modelo**

La calibración del modelo se realiza en tres etapas: la inclusión de variables de comportamiento, la calibración de tránsito y la calibración de conflictos. A continuación, se presenta la descripción de estas etapas, las cuales tienen como propósito la evaluación de seguridad vial por medio de conflictos.

#### **4.3.1 Variables de comportamiento**

La calibración inicial del modelo se realiza mediante variables de comportamiento contempladas en modelo matemático Wiedemann 74, empleado para zonas urbanas en VISSIM, dicho comportamiento corresponde al seguimiento entre vehículos, comportamiento lateral y cambio de carril. Adicionalmente, es posible calibrar parámetros como la distancia de visibilidad, la desaceleración máxima, la posición deseada dentro del flujo vehicular, las distancias laterales, entre otros. Estas variables pueden ser modificadas en caso de que el modelo, en un proceso posterior, no esté validado por tránsito o por número de conflictos, siempre y cuando toda modificación conlleve a representar una operación más realista.

#### **4.4 Calibración de variables de tránsito**

El segundo nivel de calibración consiste en la validación del modelo por medio de la comparación de variables de tránsito observadas y simuladas. Generalmente, se comparan volúmenes y velocidades, para asegurarse de que el modelo de simulación representa correctamente el número de vehículos que circulan por la red y su velocidad (Huang, 2013). Los volúmenes se comparan mediante el GEH estadístico y regresiones lineales. Por su parte, las velocidades se evalúan por medio del error cuadrático medio (RMSE) y pruebas estadísticas de comparación de estadísticos descriptivos. Durante la calibración, son utilizadas dos variables adicionales para darle mayor precisión al modelo de simulación, estas corresponden a las demoras, discriminadas por tipología vehicular (automóviles, motocicletas, taxis, buses y camiones), y a las longitudes de cola; estas variables se comparan mediante el error cuadrático medio (RMSE).

#### **4.5 Calibración de conflictos**

Finalizado el segundo nivel de calibración, se extraen los archivos de trayectorias de VISSIM, para ser utilizados en SSAM. El proceso cuenta con dos etapas (Huang, 2013); la primera corresponde a la comparación del número de conflictos observados vs. simulados, validada mediante la medición del error porcentual de la media absoluta (MAPE). La segunda etapa consiste en una comparación del número de conflictos por tipo: alcance ( $0^\circ$  a  $45^\circ$ ), lateral ( $45^\circ$  a  $135^\circ$ ) y frontal ( $135^\circ$  a  $180^\circ$ ), con el objetivo de dar una mayor precisión a la evaluación de seguridad vial.

### **5. CONCLUSIONES**

Para aplicar la TSCT se requiere una planificación muy detallada de la toma de información que servirá de base para la construcción de los modelos de simulación. La

metodología propuesta, para la obtención de esta información, permitirá el análisis de la seguridad vial desde un enfoque preventivo, como instrumento de evaluación en los puntos de estudio definidos.

Si bien, la TSCT ofrece una metodología para la identificación, en campo, de conflictos serios y leves, la construcción de modelos que simulen, con la mayor precisión posible, los conflictos observados en campo, permitirá la generación de nuevos modelos, con propuestas de contramedidas de ingeniería, para lograr una operación más segura, a partir de la validación del modelo base.

La simulación de conflictos de tráfico es un campo de investigación incipiente, por lo que es importante descubrir cómo vincular, de forma cada vez más precisa, las observaciones de campo con las simulaciones. Por lo anterior, la obtención de los parámetros físicos, operacionales y comportamentales requeridos para la calibración de los modelos de microsimulación de tráfico y de conflictos, permitirá validar esta metodología para ser aplicada en estudios con enfoque preventivo y correctivo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Bulla-Cruz, L. y Lyons, L., 2015. Estado del arte en la evaluación de la seguridad vial por medio de conflictos de tráfico: aplicación al estudio de caso de una glorieta en Bogotá. Bogotá: Tercer Encuentro de Investigación Sobre Seguridad Vial - Ministerio de Transporte y Observatorio Nacional de Seguridad Vial, p. 18.

Bulla-Cruz, L., Lyons, L. & Darghan, E., 2017. Comparative safety assessment of a turbo-roundabout and a conventional two-lane roundabout using VISSIM and SSAM: a multivariate exact logistic regression approach. IATTS Research, in review, p.18.

Gettman, D. & Head, L., 2003. Surrogate Safety Measures from Traffic Simulation Models. Transportation Research Record, 1840, pp.104-115.

Huang, F., Liu, P., Yu, H., & Wang, W. (2013). Identifying if VISSIM simulation model and SSAM provide reasonable estimates for field measured traffic conflicts at signalized intersections. Accident Analysis and Prevention (50), 1014-1024.

Hydén, C., 1987. The development of a method for traffic safety evaluation: the Swedish traffic conflict technique, Bulletin 70, Lund.

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2016. Forensis: Datos para la vida, p. 441.

Laureshyn, A. et al., 2017. Cross-comparison of three surrogate safety methods to diagnose cyclist safety problems at intersections in Norway. Accident Analysis and Prevention, 105, pp.11–20.

Ministerio de Transporte de Colombia, 2015. Manual de Señalización Vial. Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia.

Organización Mundial de la Salud, 2015. Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial.

PTV AG, 2012. VISSIM 5.40 User Manual P. P. T. V. AG, ed., Karlsruhe: PTV Planung Transport Verkehr AG.

Semillero de Investigación de Infraestructura y Movilidad de la Universidad Nacional de Colombia-SIMUN, 2017. Guía para toma de información de campo en estudios de seguridad vial basados en microsimulación de conflictos de tráfico (por publicar).

Heng, L., Ismail, K. y Meng, X. 2014. Traffic conflict techniques for road safety analysis: open questions and some insights. Canadian Journal of Civil Engineering.

## **CIDADES INTELIGENTES (*SMART CITIES*) E O CONTROLE DE TRÁFEGO**

**Elisangela Pereira Lopes,**

UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil. elislopesdf@gmail.com

**João Bosco Estevam,**

UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil. joaobosco.estevam@gmail.com

**Marcos Eickhoff Cortopassi,**

UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil. marcos.cortop@gmail.com

**Paulo Cesar Marques da Silva,**

UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil. pcmsilva@unb.br

### **RESUMO**

O crescimento da população e o uso intensivo de veículos automotores demandam ações para melhorar a segurança e fluidez do tráfego. Este artigo, inicialmente, realiza a revisão na literatura sobre os conceitos e as características das cidades inteligentes, diferenciando-os de termos complementares, como cidades digitais e mobilidade inteligente. Também são descritas as definições e os elementos relevantes para o adequado funcionamento dos sistemas de controle de tráfego. Sobre tecnologias da informação e comunicação (TICs), são elencados os pilares e requisitos para o desenvolvimento de cidades inteligentes. Por último, são apresentados três cenários de controle de tráfego, utilizando novas tecnologias e considerando o horizonte de tempo dividido em três momentos: “hoje”, “amanhã” e “depois de amanhã”.

### **INTRODUÇÃO**

O processo de inovação tecnológica tem revolucionado a sociedade, em especial aqueles que acompanham as mudanças, por ele, ocasionada. Em todo o mundo, e, principalmente, em países em desenvolvimento, a mudança demográfica – como o crescimento da população e processo de migração de famílias das áreas rurais para cidade –, é fator que influencia continuamente o aumento da demanda por serviços de grande escala. A partir da pesquisa exploratória, este artigo tem como proposta elencar possíveis cenários, no qual a tecnologia torna-se fator predominante frente às teorias propostas para controle de tráfego atuais e futuros. Nesse ponto serão tratadas as formas pelo qual o controle de tráfego atuará à medida que as cidades passarem a adotar as Tecnologias de Comunicação e Informação – TICs como *modus vivendis*. Por último, são realizadas as considerações finais e propostas de trabalhos futuros.

### **CIDADES INTELIGENTES**

No cenário global não há conceito generalista para cidades inteligentes (*Smart Cities*), mas a *World Foundation for Smart Communities* as define como “uma comunidade inteligente ou que faz esforço consciente para usar a tecnologia da informação com fim de transformar a vida e o trabalho, dentro de seu território, de maneira significativa e fundamental, em vez de seguir a forma incremental”. De acordo com Albino, Berardi e Dangelico (2015), o termo, por vezes, é utilizado de maneira não consistente. Há diversidade de variáveis conceituais, geralmente obtida pela substituição do vocábulo “inteligentes” por adjetivos alternativos empregados em contextos similares, como, “digitais”, “cabeadas” e “do conhecimento”. Sant’Anna (2017), elenca três temas-chaves como componentes da definição: a) o papel da tecnologia como habilitadora de uma cidade inteligente; b) os processos que promovem a inteligência da cidade, transformando-a e melhorando a forma de prestação de serviços; c) e as visões de um futuro melhor, prevendo economia, governança, mobilidade, ambiente, pessoas e modos de vida em suas versões inteligentes.

Coincidente com o item c, foram identificados seis eixos que auxiliam na análise das cidades inteligentes, pelo *Centre of Regional Science at the Vienna University of Technology*. São elencados em: economia inteligente (*smart economy*), mobilidade inteligente (*smart mobility*), ambiente inteligente (*smart environment*), pessoas inteligentes (*smart people*), vida inteligente (*smart living*), e governança inteligente (*smart governance*). Em particular, são baseados, respectivamente, em teorias de competitividade regional, transportes e economia das TICs, recursos naturais, capital humano e social, qualidade de vida e participação das sociedades nas cidades (CARAGLIU, DEL BO e NUKAMP, 2009).

Ressalte-se que o alicerce das cidades inteligentes é o uso intensivo dos recursos tecnológicos, em maior amplitude e envolvendo diferentes aspectos da vida urbana. Ensina Dameri (2013) que a engenharia e outras tecnologias são essenciais para o desenvolvimento das cidades inteligentes, especialmente, na sustentação de áreas relacionadas à logística, mobilidade e meio ambiente. Ressalta a autora que os recursos tecnológicos – de TICs e de logística – cooperam entre si para criar benefícios à população em geral, em termos de bem-estar, inclusão e participação social.

## **SISTEMA DE CONTROLE DE TRÁFEGO OU TRÂNSITO**

Historicamente, o controle de tráfego urbano tinha como principal objetivo a busca da melhor circulação e fluidez dos veículos. De acordo com Leandro (2001), esses objetivos foram se ajustando aos novos problemas oriundos do crescimento dos grandes centros urbanos, acarretando na necessidade da análise de novos critérios.

Por exemplo, a priorização do transporte coletivo, a maximização da segurança de pedestres e ciclistas, além da busca pela redução do consumo de combustível e emissão de poluentes, que ganharam enfoque especial nos temas de controle de tráfego. Leandro (2001) define dois tipos de via de fluxo onde o controle de tráfego é realizado: vias de fluxo interrompido e vias de fluxo ininterrupto. O controle de tráfego atua de diferentes formas para atender as suas particularidades. Por exemplo, nas vias de fluxo interrompido, busca a melhoria contínua de fluidez e segurança nas interações entre veículos e pedestres. Por outro lado, a via de fluxo ininterrupto tem como objetivo a fiscalização da velocidade e o controle do acesso de veículos de outras vias.

### **3.1 Pedestres, interseções e semáforos**

Os padrões de deslocamento dos pedestres, em geral são caracterizados pela irregularidade de trajeto e por mudanças bruscas na direção e na velocidade. Os pedestres são menos previsíveis que motoristas. Por vezes, preferem caminhar no mesmo nível, evitando passagens subterrâneas e passarelas; não costumam obedecer às leis de trânsito; e escolhem caminhos de menor distância entre os pontos de origem e destino, criando travessias fora das definidas nos projetos (DNIT, 2005).

O “Manual de Projetos de Interseções” do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2005) define interseção como área em que duas ou mais vias se unem ou se cruzam, abrangendo todo o espaço destinado a facilitar os movimentos dos veículos que por ela circulam. Orienta que nos procedimentos básicos para projetos de interseções, devem ser asseguradas a circulação ordenada de veículos, primando pela manutenção do nível de serviço da via. O controle das interseções surgiu da necessidade de auxiliar na fluidez de veículos e segurança dos pedestres. Aliada a demanda a tecnologia, uma das primeiras soluções para as interseções foi implantada em Londres, em 1868: o sistema semafórico.

## **TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS E CIDADES INTELIGENTES**

Tecnologias disruptivas são descobertas científicas que causam rápido avanço na capacidade de um produto ou tecnologia e fornecem a base para novo modelo competitivo. Segundo Kostoff, Boylan e Simons (2004) compreendem a combinação de tecnologias existentes ou novas e que resultam em mudanças bruscas de determinado padrão de produtos ou criação de produtos novos. Christensen e Bower (1995) complementam que tecnologias disruptivas em geral, não podem ser facilmente avaliadas por uma empresa dominante. Afirmam que no estágio de pesquisa, seu impacto comercial parece não significativo. Entretanto, em seguida, ao serem descobertas pelos consumidores, podem provocar profundas mudanças nas



características iniciais do mercado. Partindo dessas, pode-se prever que a avaliação sob a ótica de tecnologias disruptivas deve levar em conta o usuário das vias de trânsito e o objeto de consumo. No caso das cidades inteligentes, inclui a tecnologia em uso no momento, os equipamentos destinados ao transporte e a interação desses nas vias de tráfego. Os usuários podem ser agrupados pelo uso do transporte coletivo; ou serem individuais, em veículos particulares.

Em suprimento à demanda tecnológica, Shaffers *at. al* (2011) ensinam que o primeiro passo para uma cidade inteligente é criar ambiente composto por rede de banda larga que suporte aplicativos digitais. Os demais requisitos incluem: (i) o desenvolvimento de infraestrutura de banda larga que ofereça alta conectividade e acesso; (ii) o enriquecimento do espaço físico e infraestrutura de cidades com sistemas integrados, dispositivos inteligentes, sensores e atuadores, oferecendo gerenciamento, alertas e informações de dados em tempo real e (iii) a criação de aplicativos que permitam a coleta e processamento de dados e a divulgação na *web*.

Os últimos avanços, nas principais tecnologias disruptivas, auxiliam na evolução das cidades inteligentes, a saber: *cloud computing* (computação em nuvem), a *Internet of Things* (Internet de Coisas – *IoT*), *open data* (dados abertos), *web* semântica e futuras tecnologias de mídia. Essas podem garantir economias de escala em infraestrutura, padronização de aplicativos e soluções *turn-key* para *Software as a Service* – SaaS (*software* como serviço). A segunda tarefa consiste em iniciar processos de inovação participativa em larga escala para a criação de aplicativos que irão melhorar os setores de atividade, *clusters* de cidades e infraestrutura. (SHAFFERS *at. al*, 2011).

O uso da tecnologia também é percebido no gerenciamento de vagas de estacionamento, medidores de tempo de pedágio expirados, monitoramento de estruturas reservadas para determinado tipo de usuários, entre outros. As informações de estacionamento também estão disponíveis em resposta à consulta SMS/APP (mensagens/aplicativos) ou sinais de informação que anunciam estacionamentos gratuitos, usando sensores para detectar espaços disponíveis. O pagamento pode ser feito via SMS/APP. As soluções de gerenciamento de frotas municipais usam sensores de bordo em veículos para detectar e notificar os motoristas quando há um problema com o veículo (acidente ou procedimentos de manutenção).

Ao observar diferentes cenários de aplicações de cidades inteligentes, a necessidade de infraestrutura de comunicação de banda larga passa a ser considerada essencial. Nesse sentido, de acordo com Hernández-Muñoz *at. al* (2011), dois grandes blocos de construção de TICs de uma cidade inteligente podem ser identificados entre os principais pilares da *Future Internet* (Internet do Futuro – FI). O primeiro são os avanços recentes em sensores e atuadores de redes. Esses estimulam implantações de redes de

sensores maciças, particularmente para as áreas de aplicação urbana, descritas anteriormente. Portanto, a *IoT*, essencial para o FI, pode ser inestimável para fornecer o suporte tecnológico para gerenciar de forma homogênea e sustentável sensores e dispositivos conectados à infraestrutura da cidade inteligente. O segundo pilar refere-se à condição de que a suíte que habilita o serviço deve ser aberta e fácil de usar, de maneira que permita a eficiente orquestração e reutilização de aplicativos, e promova novas soluções e serviços para atender às necessidades das cidades e seus habitantes.

Vivek *apud* Gallant (2011) pontua muito bem a evolução do modelo de análise de dados tradicional do século XX para um novo modelo do século XXI, comparando-o com o próprio comportamento humano. O ser humano consegue processar uma quantidade grande de informações e tomar decisões em tempo real. No exemplo usado por Vivek, quando uma pessoa está dirigindo precisa atenção às diversas fontes de informação, processando todas em tempo real, para tomar a melhor decisão. Se identificar obstáculo na via, deve responder imediatamente para não o atingir. Essa metáfora pode ser aplicada para o uso corporativo de soluções de *Big Data*, que conseguem analisar em tempo real quantidades massivas de informações, advindas de diversas fontes. Sendo assim, pensar em cidades inteligentes deixa clara a necessidade do uso das TICs para sua concretização. Além disso, algumas tecnologias são essenciais e contribuem para seu sucesso, sendo *IoT* uma base para captação de informações e o *Big Data* a fonte para armazenar tais informações e auxiliar, mediante soluções analíticas, a tomada de decisão por parte dos equipamentos – autônoma ou estratégicas – e pelas comunidades/cidades.

## **CIDADES INTELIGENTES E CONTROLE DE TRÁFEGO**

A tendência dos grandes centros urbanos é alcançar o equilíbrio entre mobilidade dos cidadãos e proteção e segurança do meio ambiente. O uso do controle de tráfego como ferramenta é fundamental para alcançar essa meta. Boltze (2004) descreveu os requerimentos que poderiam ser considerados, no desenvolvimento de sistemas de controle de tráfego, em centros urbanos. Constituem um norte para auxiliar no controle de tráfego, em cidades inteligentes. Os requisitos são listados na Tabela 1.

**Tabela 1. Requerimentos para o desenvolvimento de sistemas de controle em centros urbanos.**

Requisitos	Etapas
1º	Definição clara dos objetivos para controle de tráfego urbano, considerando todos os modos de transporte e os impactos além dos sistemas de transporte
2º	Consideração de todos os usuários da via, de forma apropriada, na otimização do controle de sinais de trânsito
3º	Melhoria constante das ferramentas para a avaliação multimodal, otimização de estratégias de controle e <i>softwares</i> para sinal de trânsito
4º	Melhoria da segurança do tráfego deve permanecer como o objetivo de maior importância. O registro completo e a análise minuciosa dos acidentes são pré-requisitos para melhorar a segurança do trânsito e eliminar <i>blackspots</i> (locais com alto índice de acidentes viários)
5º	Integração de cada sinal de trânsito, em hierarquia de vários níveis de controladores de sinal, garantindo coordenação com as estratégias locais/regionais do gerenciamento de tráfego
6º	Sinais de trânsito devem contribuir para estratégias de gestão da demanda da via
7º	Busca por solução adequada para o "anti-envelhecimento" do sinal de trânsito
8º	Estabelecimento de procedimentos de gerenciamento de qualidade para os sinais de trânsito
9º	Deteção da situação do tráfego em toda a área de influência
10º	Padronização de interfaces e componentes do sistema de controle de tráfego
11º	Estabelecimento de orientações abrangentes (guias) para sinais de trânsito
12º	Devem ser providenciados recursos adequados para o controle de tráfego urbano

Fonte: adaptado de Boltze, 2004.

Ainda, segundo Boltze (2004), a melhor definição dos objetivos resulta na identificação do maior número de conflitos. Essa prática auxilia no gerenciamento dos problemas e garante a qualidade geral do sistema de controle de tráfego. O autor recomenda que desenvolvedores de ferramentas de controle de tráfego – governo e engenheiros de tráfego –, deveriam considerar os pedestres e os condutores de veículos como clientes. Critérios deveriam ser observados na otimização das ferramentas, como o tempo de viagem e as opiniões dos usuários sobre as simulações desenvolvidas e o nível de serviço prestado. O uso de metodologias para coleta de opiniões (questionários) possibilita elaborar planos de ações para atender às exigências do público alvo.

No quarto requisito, que prioriza a segurança, deve-se identificar os erros mais importantes. Por exemplo, o tempo de espera de pedestre muito longo induz a travessia no sinal vermelho. Boltze (2004) também recomenda o mapeamento dos acidentes e suas causas para a elaboração de planos de ação preventivos. O quinto requisito, preconiza que o sistema de controle de tráfego deve ser integrado, dinâmico e comunicativo. Nele, as tecnologias desenvolvidas devem permitir a coleta de dados em tempo real de diversas fontes de informação (*bottom-up*), para implementar alterações e ajustes nas estratégias de controle de tráfego (*top-down*).

A necessidade constante de atualização dos mecanismos de controle de tráfego também é uma condição (sétimo requisito). A falta de recursos é fator limitador, obrigando a renovação somente quando ocorrem acidentes. Entretanto, é importante instalar sistemas com algoritmos inteligentes, que identificam tendências de comportamento, sazonalidade e volume de tráfego para gerenciar o controle de tráfego (*self learning*). A esse requisito soma-se a segurança baseada na análise de acidentes (quarto requisito), e o controle e gerenciamento da qualidade, amplamente usado por empresas. A melhoria contínua e a redução dos riscos e erros também são fundamentais. Ainda, de acordo com Boltze (2004), o uso dos dados coletados auxilia na melhoria do sistema como um todo, e não apenas em partes específicas, pois permite identificar gargalos, inconsistências e problemas no sistema. Sendo assim, esse processo serve como insumo para o processo de melhoria contínua e controle da qualidade (oitavo requisito).

No décimo requisito, Boltze (2004), aborda o aspecto da padronização de interfaces e componentes do sistema de controle de tráfego. Já o décimo segundo requisito trata dos recursos para a implantação de sistemas de controle de tráfego. Os grandes centros urbanos, principalmente os de países em desenvolvimento, enfrentam o problema de escassez de recursos financeiros. Isso causa empecilhos para o desenvolvimento e aprimoramento do controle de tráfego das cidades, que não consegue acompanhar o avanço das pesquisas no ramo. Por outro lado, os pesquisadores e engenheiros, devem buscar elaborar soluções com foco na relação custo-benefício. É sabido que soluções de baixo custo estão mais propícias a serem implementadas em cidades com poucos recursos (BOLTZE, 2004).

## **PREVISÃO TECNOLÓGICA: CONTROLE DE TRÁFEGO NAS CIDADES INTELIGENTES**

Dado o referencial, propõe-se neste tópico a análise exploratória – baseada em tendências – de como seria o controle de tráfego em uma cidade inteligente. Para tanto, determinou-se que as cidades inteligentes devem minimamente seguir os requerimentos propostos por Boltze (2004) para o controle de tráfego (Tabela 1) e os pilares de uma cidade inteligente (item 2).

A evolução da tecnologia, somada a quebra de paradigmas atuais e a digitalização de tudo de forma disruptiva, como mencionado por Shaffers *at. al* (2011), resultam em reflexões para os estabelecimentos das tendências de controle de tráfego e os equipamentos a serem controlados, bem como suas zonas de conflito. Sendo assim, imagina-se um contexto onde a próxima evolução poderia ser a dos meios de transportes, com a possibilidade da inexistência de conflitos e a ausência de intersecções no fluxo de veículos, com foco no cidadão em detrimento dos

equipamentos de transportes. Com isso, seria leviano considerar uma única explicação e definir uma única tendência para cenários futuros. Dessa forma, decidiu-se dividir os cenários em: (i) Situação Hoje; (ii) Situação Amanhã; e (iii) Situação do Dia Depois de Amanhã, trazendo panoramas fundamentados, porém sem afirmar qual deles pode ser o ideal ou tornar-se-á padrão.

Conceituando, Porter *et al.* (1991) afirma que cenários são esboços parciais de alguns aspectos do futuro, cuja estruturação pode consistir em formas puramente narrativas, ou modelos detalhados com dados quantitativos. As principais funções dos cenários são: avaliação explícita de premissas de planejamento, apoio à formulação de objetivos e estratégias, avaliação de alternativas, estímulo à criatividade, homogeneização de linguagens e a preparação para enfrentar discontinuidades. Wright e Giovinazzo (2004) vislumbram o cenário como instrumento de apoio à decisão e uma atividade que pretende fazer descrições plausíveis e consistentes de situações futuras possíveis. Na definição de Godet (1993) o cenário deve conter a descrição detalhada de uma situação futura, incluindo a ação dos principais atores e a probabilidade estimada de eventos incertos, articulados de tal forma a descrever a passagem da situação de origem para uma situação em um momento futuro e de forma coerente. A melhora na qualidade das decisões e a compreensão de suas implicações para a estratégia competitiva das organizações, a partir de um bom planejamento, em seu estudo sobre o uso de cenários pelas empresas foram considerados por Ringland (1998). Bem lembrado por Mason (1994), o planejamento é um olhar para frente de forma criativa e aberta, em busca de padrões que podem emergir e que devem levar a um processo de aprendizagem sobre o futuro.

Diante disso, foram definidos os cenários, baseados na experiência de profissionais da área de logística e tecnologia da informação, e na visão de como as TICs poderiam suportar o controle de tráfego, no momento atual e no futuro. Os cenários restringiram-se a: a) dados e previsibilidade, b) necessidade de aprimoramento ou consenso dos estudos preliminares sobre padrões em cidades inteligentes, c) vertentes diferentes para controles futuros, dependendo da tecnologia e do padrão a ser adotado em cada comunidade/cidade, e, d) possibilidades de diferentes formas de locomoção e novos paradigmas, quanto ao fluxo de pessoas pelas cidades.

Para o cenário (i) Situação Hoje, observa-se o uso de tecnologias consolidadas no tratamento de conflitos em interseções semaforicas e acompanhamento de fluxo, em vias no geral, onde se consideraram:

- Algoritmos implementados *in loco*, tratando 3 a 5 padrões de programação semaforica; centro de controles que interrompem o tráfego ou mudam os padrões por meio de ações humanas; sistemas integrados com sensores e câmeras (sensores

com maior raio de cobertura e visão 360º) para monitorar o tráfego de veículos, de forma *online* e enviar essas informações para os centros de controle; alteração dos padrões programados remotamente, a depender das mudanças no fluxo; existência de carros híbridos e elétricos nas cidades inteligentes; semáforos inteligentes (conectados entre si), sem controle centralizado e remoto, exemplo dos “canais verdes”; e, sensores de presença próximos das vias de conflito e interseções.

Nesse cenário falta informação e padrões referente ao comportamento humano dos usuários e deve-se buscar o registro, conforme mencionado por Boltze (2004), mas não sendo restrito ao controle de acidentes.

Para o cenário (ii) Situação Amanhã, há possibilidade do uso de tecnologias disruptivas para alcançar melhores resultados, no tratamento de conflitos entre veículos nas vias urbanas, como interseções semaforicas, por exemplo. Aqui, é possível visualizar:

- Uso de *IoT*, de forma atuante nos equipamentos que compõe o tráfego, em acessórios (*gadgets*) junto aos pedestres e na infraestrutura das cidades, atualizando os sistemas de controle de forma *online*, com auxílio a resposta às demandas, dada uma solicitação ou informação; sensores atuando de forma autônoma, para mudar o fluxo das vias com base em indicadores (temperatura, tempo fila, chuva, etc); semáforos inteligentes, dinâmicos e parcialmente independentes, a partir do aprendizado da máquina (inteligência artificial); priorização de transportes urbanos e, conseqüente, diminuição do fluxo de veículos nas cidades; controle parcial ou total nos centros de controle; carros 100% elétricos e transportes autônomos; e, utilização de veículos autônomos e, conseqüente, diminuição de erros humanos.

No último item incluem-se carros autônomos com configurações de aceleração *versus* distância de segurança, que causam melhoria no fluxo. Partindo da tendência do uso 100% de veículos autônomos nas principais vias e na otimização do transporte de passageiros, considera-se o uso da *IoT*, informando cada posição, trajeto e fluxo dos equipamentos. Com isso é possível prever a real necessidade do uso de semáforos nas interseções para controle de passagens entre equipamentos. Nesse cenário, a coleta de dados dos usuários foi iniciada, porém encontra-se incipiente e em razão do seu caráter inicial, ainda não existem dados que definam um padrão de comportamento dos usuários das vias.

Para o cenário (iii) Situação Dia Depois de Amanhã, explana-se sobre a possibilidade da tecnologia disruptiva chegar também aos meios de transportes, quebrando paradigmas do que seria o veículo mais utilizado e priorizado. Em uma cidade

inteligente, com o foco no cidadão e a sustentabilidade e valor à vida fundamental, veículos que transportam um maior número de passageiros são mais recomendados.

Entretanto, nesse caso poderá haver vias alternativas e/ou subterrâneas que eliminariam as grandes questões de conflitos ligados a interseções, conforme citado por Millack (2010), o que as tornaria possivelmente obsoletas. Nesse cenário futurístico, é possível pensar em equipamentos utilizando espaços compartilhados, identificando pedestres e permitindo cruzamentos em vias de baixa velocidade, a qual esses espaços permitem. Novamente, visualiza-se um cenário em que semáforos se tornem obsoletos, afinal o controle possivelmente será embarcado ou embutido em cada elemento presente na rede da *IoT*, e uma situação preditiva poderia ser implementada para prever padrões encontrados historicamente nas interseções. Os exemplos de tecnologias e engenharia disruptivas previstas para esse cenário seriam:

- Hiperloops; veículos voadores; via elevadas sobre a cidade, eliminando cruzamentos e interseções; transporte multimodal, dinâmico e acessados pelos usuários por meio de *IoT*; transporte 100% autônomo ou ainda parcial autônomo; controle individual (redes *Ad Hoc*) com equipamentos interagindo entre si; terceirização dos problemas de controle para as máquinas e sua inteligência artificial, sendo capazes de armazenar histórico de soluções de conflito, sem a dinâmica do comportamento humano.

Nesse cenário, onde a tecnologia disruptiva chega aos equipamentos a serem controlados no tráfego e fluxo das vias, os usuários são 100% conectados e seu comportamento é armazenado dentro do cenário de controle das vias. Podendo com isso, estabelecer padrões confiáveis de controle e previsões possíveis analisadas a partir de um histórico de eventos que ocorreram ou que são factíveis a ocorrer.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS**

As cidades inteligentes são ou serão uma realidade para a vida humana nos grandes centros e com isso algumas reflexões são necessárias para sua implantação: (a) há preparo para receber contingente populacional esperado nas cidades ou o que elas venham a se tornar no futuro? (b) as cidades seriam sustentáveis a ponto de receber o dobro de habitantes no mesmo território? (c) existiriam recursos naturais determinantes para suprir a demanda que se formaria? Além disso, no contexto e visão do controle de tráfego, as questões envolvem também: (d) de que forma o fluxo de veículos ocorreria? (e) quais os tipos de veículos iriam existir? (f) como a convivência com os veículos seria benéfica ao ser humano?

Partindo desses questionamentos, percebe-se que as possibilidades e conjunto de informações a existir serão gigantescas e não será possível basear em um controle de tráfego sem o uso de Tecnologia da Informação capaz de armazenar, gerar previsões, garantir segurança das informações a cada cidadão e quando possível, auxiliar de forma autônoma a tomada de decisão.

Sendo essas características intrínsecas e determinantes do conceito de comunidades/cidades ao redor do mundo definidas como cidade inteligente. No decorrer desta pesquisa, observou-se que o controle de tráfego permanece em seu contexto teórico, mas o formato de execução de seus controles segue caminhos distintos, a depender da oferta tecnológica disponível. É necessário observar sempre o cenário tecnológico atual e futuro para uma tratativa mais assertiva dos controles, levando em consideração onde ele estará implementado, se estará em movimento ou fixo, e quais seriam os conflitos a serem controlados.

Possivelmente, os conflitos atuais não serão mais casos a serem tratados por humanos e sim pela inteligência artificial embarcada nas máquinas, que estarão interconectadas e garantirão menor recorrência em erros. Além disso, as cidades mudariam o foco do controle baseado apenas nos equipamentos (veículos) e extrapolariam para todos os equipamentos que se movimentam, como *smartphones* ou acessório conectado à *IoT*, que também poderia estar associado, ou não, a um pedestre.

Para trabalho futuros, propõe-se o desdobramento da Situação 3 (Dia Depois de Amanhã), elencando soluções que estejam enquadradas em tecnologias em fases de protótipos e que poderiam ser aplicadas ao controle de tráfego e propor uma arquitetura ou modelo a ser seguido em uma cidade inteligente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albino, V., Berardi, U, Dangelico, R.M. (2015). *Smart Cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives*. Journal of Urban Technology, 22(1). 3-21. 2015.
- Boltze, M (2004). Future Requirements on Urban Traffic Control Systems. Report on TRANSPO2004 – International Conference on Transport Planning and Operation, Chennai, Índien.
- Caragliu, A., Del Bo, C. and Nukamp, P. (2009). *Smart cities in Europe*. Proceedings of the 3rd Central European Conference in Regional Science (CERS), Kosice, 7-9 October 2009, 49-59.
- Christensen, C. M.; Bower, J. L. *Disruptive technologies: catching the wave*. Harvard Business Review, Boston, v. 73, n. 1, p. 43-53, Jan./Feb. 1995.
- Dameri R.P. (2013). *Searching for smart city definition: a comprehensive proposal*. International Journal of Computers & Technology, 11(5), 2544-2551.



- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2005). *Manual de projeto de interseções*. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. 2. ed. Rio de Janeiro. 528 p, BR.
- Godet, M. (1993). *Manual de Prospectiva Estratégica: da antecipação à ação*. Lisboa: Dom Quixote, 1993.
- Hernández-Muñoz, J. M., Vercher, J. B., Muñoz, L., Galache, J. A., Presser, M., Hernández Gómez, L. A., Pettersson, J. (2011). *Smart cities at the forefront of the future internet*.
- Kostoff, R. N.; Boylan, R.; Simons, G. R. *Disruptive technology roadmaps*. Technological Forecasting and Social Change, New York, v. 71, n. 1-2, p. 141–159, Jan./Feb. 2004
- Leandro, C. H. P. (2001). *Procedimento multicriterial para estruturação e caracterização de sistemas centralizados de controle de tráfego urbano*. Dissertação: Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia.
- Mason, D. H. (1994) *Scenario-based planning: decision model for the learning organization*. Planning Review, Oxford, v. 22, n. 2, p. 6-11.
- Millack, T. S. (2010). *Projeto geométrico de uma interseção em desnível*. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, SC.
- Porter, A. et al. *Forecasting and management of technology*. New York: John Wiley & Sons, 1991.
- Ringland, G. (1998). *Scenario planning: managing for the future*. New York: Willey, 1998.
- Sant’Anna, H. C. (2017). *Qual a inteligência das cidades inteligentes*. Urbanidades: mediações. Organizadores: Rogério Camada e Fátima Aparecida dos Santos. Brasília: Estereográfica.
- Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M., Oliveira, A. (2011). *Smart cities and the future internet: towards cooperation frameworks for open innovation*.
- Wright, J. T. C.; Giovinazzo, R. A. (2004). *A política industrial e a estratégia da nação*. In: FLEURY, M. T.; FLEURY, A. (Orgs.). Política Industrial 2. São Paulo. Publifolha, 2004. p. 45-66.

# **MODELO DE MANEJO DE DATOS ESPACIO – TEMPORALES PARA LA ANALÍTICA VISUAL EN EL ÁREA DE SINIESTRALIDAD DE BOGOTÁ**

**Camilo Andrés Nemocón Farfán**  
Secretaría de movilidad. Bogotá, Colombia  
canfcer@gmail.com

## **RESUMEN**

Este artículo da a conocer el desarrollo una plataforma web que permite realizar consultas espacio – temporales con datos de siniestralidad, a partir de un modelo que administra la información en tres aspectos de espacio, tiempo y datos, así como de sus niveles de granularidad, lo cual permite la visualización, navegación y exploración de los datos de movilidad de la ciudad de Bogotá mediante la analítica visual.

## **1. INTRODUCCION**

Bogotá es una de las ciudades con mayor siniestralidad en Colombia, debido al crecimiento acelerado de vehículos y de la ciudad de Bogotá, así mismo desde el 2003 existe una tasa anual de 600 muertos por siniestros viales.

Por tanto, para la generación de propuestas y medidas que permitan reducir los accidentes de tránsito en Bogotá, es necesario ver y evaluar el comportamiento actual de la ciudad, para así responder de una manera más efectiva las solicitudes de información en torno al área de siniestralidad, ya que en la actualidad la metodología y procesos utilizados no permiten realizar un análisis rápido sobre todos los datos que se tienen.

Los datos que usan los expertos en siniestros en la Secretaría de Movilidad de Bogotá (SDM), son datos espacio – temporales, es decir datos que varían o existen dependiendo de un determinado momento en el tiempo y de una específica ubicación [1].

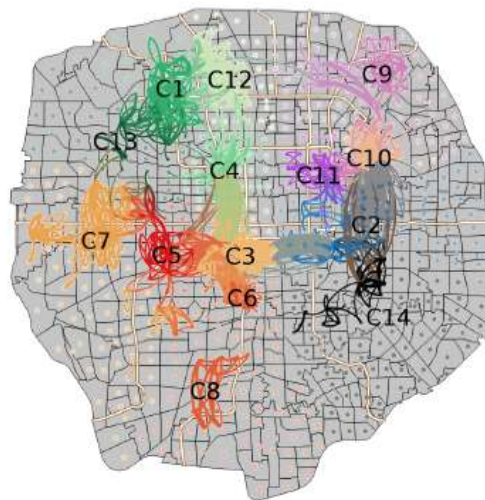
A partir del uso de estos datos, se desarrolla de una herramienta que permita la integración de la información espacio - temporales, siguiendo un protocolo que permite determinar la calidad de los datos, para su posterior uso dentro de un sistema de modelado y visualización de datos [2], ya que a partir de la validación de los datos se pueden tomar decisiones y realizar análisis por medio de esta aplicación web, la cual

permite la visualización y exploración de gran cantidad de datos de siniestralidad para identificar las zonas y posibles factores que generan o influyen en los siniestros, filtrando la información de acuerdo a sus atributos como clase, gravedad y localidad, para así analizar y evaluar el comportamiento de los siniestros en diferentes periodos de tiempo en la ciudad de Bogotá.

## 2. TRABAJO RELACIONADO

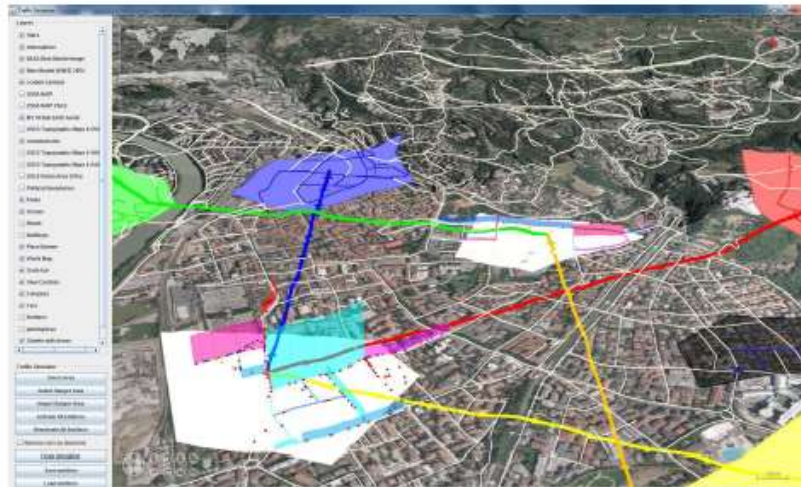
En el área de movilidad y sistemas de información geográficos encontramos trabajos de investigación para la integración de datos espacio – temporales, como es el trabajo Intra-Urban Spatial Connectivity [3], en donde a partir de los datos de ubicación de los vehículos en diferentes horas del día de la semana, se determinan patrones de comportamiento que permiten el análisis de los trayectos y así generar puntos de interés (hogares, trabajos, shopping, centros deportivos, etc.) dependiendo del día y la hora.

**Figura 1. Delineating Intra-Urban Spatial Connectivity Patterns.**



Otro proyecto entorno a los trayectos de vehículos se encuentra Urban Traffic Simulation [4], en donde se visualiza la movilidad vehicular permitiendo generar relaciones de origen y destino, los cuales se muestran por medio de una línea con el color del área del destino y los vehículos tienen este mismo color para determinar hacia donde se dirigen y así ver la congestión a partir de la dirección y la cantidad de los vehículos dirigiéndose a estas zonas.

**Figura 2. Urban Traffic Simulation.**



En cuanto a la visualización del recorrido de los vehículos tenemos el trabajo de Andrienko [5], en donde muestra el trayecto realizado por los vehículos y el tiempo promedio de permanencia en diferentes lugares comparando en estos lugares el tiempo de parada entre camiones y carros mediante un diagrama de barras en cada punto. También muestra los trayectos desde un origen hasta un fin mediante flechas, donde el grosor de la flecha corresponde al valor de algún atributo (velocidad promedio, volumen de vehículos, modo de viaje) seleccionado por el usuario.

**Figura 3. Analysis of Movement Data.**



Estos mismos autores continúan su investigación con la agregación espacio – temporal [6], donde el mapa se divide en una cuadrícula en la cual se visualizan los datos a través de barras direccionales, donde el sentido y color de cada barra muestra la dirección de los carros (analogía rosa de los vientos) y donde la longitud de la barra representa la cantidad de carros en esa dirección. En cada punto se puede ver también un histograma con cuadrados de colores que representan la velocidad media que se presentó en cada punto en un periodo de tiempo determinado por el usuario.

**Figura 4. Spatio-Temporal Aggregation.**



### **3. METODOLOGÍA**

Esta investigación se centra en la producción de una herramienta interactiva de analítica visual, la cual se desarrolla en torno al diseño centrado en el usuario generando un proceso iterativo donde a partir de las pruebas que se realicen con los expertos, se va implementando funcionalidades dentro de la herramienta.

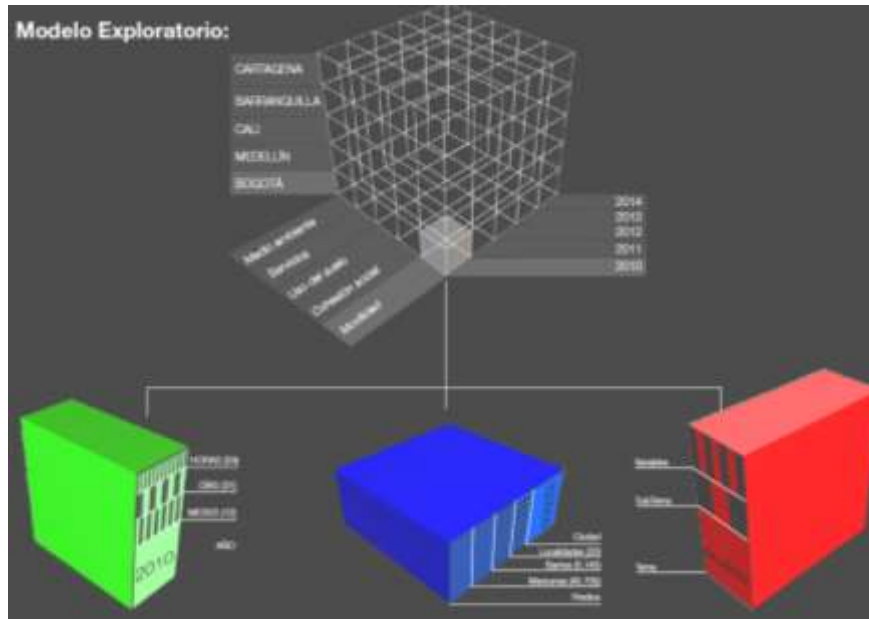
Los datos a manejar y visualizar son datos espacio – temporales, los cuales le permiten a los usuarios identificar y ubicar factores importantes, para que el experto pueda ver el comportamiento y analizar la siniestralidad de la ciudad a partir de la segmentación por periodos de tiempo (año, mes, día y hora), permitiendo el análisis, comparación y visualización de la información, mediante la plataforma web con la cual se puede realizar de forma fácil las consultas y visualizar los datos, apoyando las tareas de análisis de exploración de datos para los expertos.

### **4. MODELO E IMPLEMENTACIÓN**

#### **4.1 Modelo de manejo de datos:**

A partir de un proyecto previo para la exploración de datos espacio – temporales [7] se implementa este sistema de visualización interactivo que consta de un modelo que administra la información en una estructura de desacoplamiento en los tres aspectos de espacio, tiempo, y datos, así como de sus niveles de granularidad. De esta manera, los niveles pueden ser mostrados y explorados de lado a lado para facilitar su análisis combinado. Este modelo permite la interacción por medio del semantic zoom y desagregación de los datos viéndolos desde diferentes niveles.

**Figura 5. Modelo Exploratorio.**

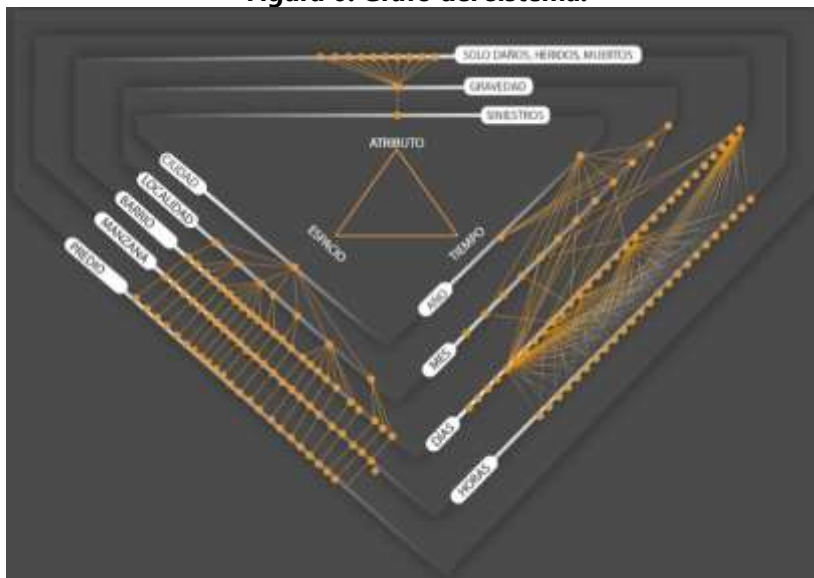


Con base en este cubo puedo generar una estructura de selección y exploración, ya que permite establecer una navegación para la lectura, búsqueda y filtrado en datos espacio temporales y sus diferentes granularidades, donde cada celda en el cubo representa un objeto espacial asociado a un atributo de siniestralidad (actores, gravedad, clase) y a un periodo en el tiempo, dentro del cual hay niveles de granularidad.

La navegación por el cubo a nivel general se puede realizar sobre el eje "X", para la exploración de atributos de siniestros, sobre el eje "Y" para los lugares y sobre el "Z" podemos encontrar el tiempo y permite la selección y filtro de datos.

Este modelo se puede representar en forma de grafo, en donde el núcleo del grafo está compuesto por los componentes de Espacio, Tiempo y Atributos, los cuales poseen sus propios niveles de granularidad, generando una estructura basada en un árbol por cada componente, representando de esta forma la jerarquía de las granularidades de los objetos del modelo con un sistema no direccional entre los componentes, lo que permite la relación libre del núcleo del grafo y la producción de consultas a partir de las respuestas de otras consultas, permitiendo una exploración de los datos de acuerdo al interés de los expertos.

**Figura 6. Grafo del sistema.**



El modelo permite generar respuestas sobre los filtros de los datos realizados por el usuario, y sobre estos resultados se pueden realizar nuevas consultas, permitiéndole al usuario analizar los resultados con otros parámetros, planteando nuevas hipótesis y generar un análisis sobre cada una. Este sistema de grafos y consultas permite devolverse a anteriores consultas para retomarlas y plantear otras hipótesis con otros parámetros, generando finalmente un historial de las consultas realizadas por cada usuario.

Para la implementación del modelo en el área de siniestralidad se utilizaron datos espacio temporales enfocados específicamente a los accidentes de tránsito en la ciudad de Bogotá. Los datos corresponden a los años del 2007 al 2017, donde de cada año encontramos un componente espacial representado por la longitud y latitud donde ocurrió el siniestro, un componente temporal dado por un intervalo de tiempo de 24 horas, con los días de cada mes, desde enero hasta diciembre, de cada año.

Finalmente se encuentran los atributos compuestos por cuatro categorías, por un lado, encontramos la clase, la cual posee las variables de atropellos, autolesión, caída de ocupante, choque, incendio, otro y volcamiento. Otro atributo es la gravedad, constituida por las variables de solo daños, con heridos, con muerto. Por otro lado, encontramos el atributo de localidades, en donde cada dato del siniestro dice la localidad en donde éste ocurrió. El último atributo son los actores implicados en el siniestro, donde encontramos, automóviles, bicicletas, buses, camionetas, motocicletas entre otras.

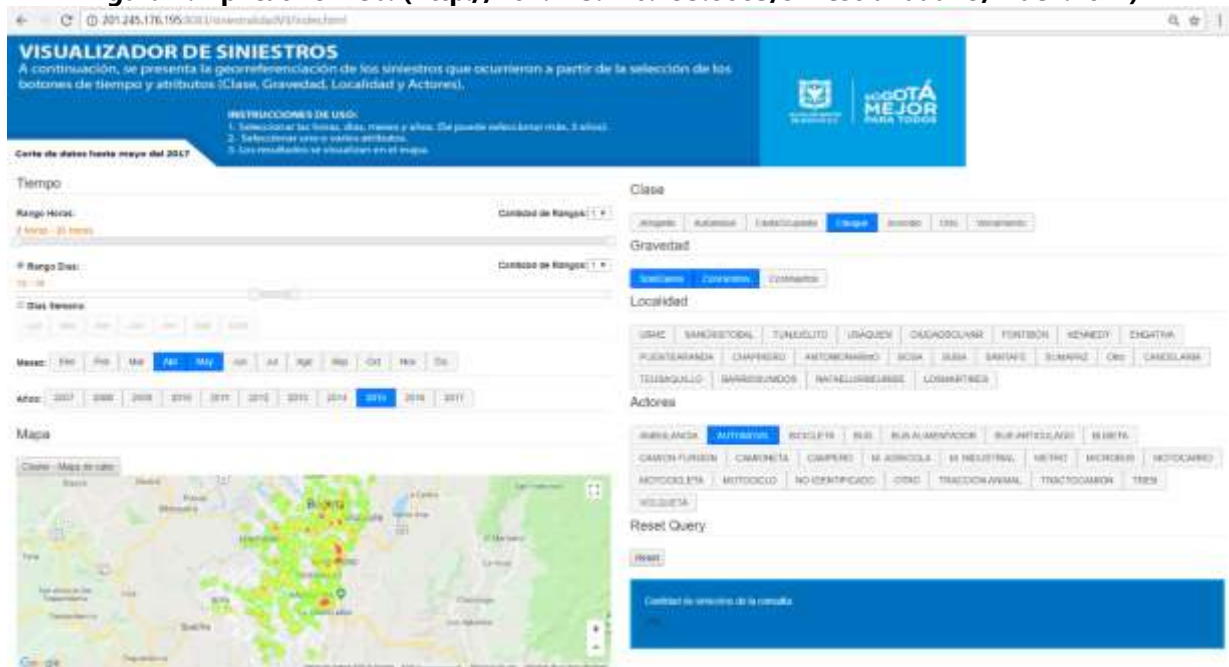
Por tanto, se generó una base de datos compuesta por 3 tablas, obedeciendo al modelo propuesto, donde una tabla es la del tiempo, compuesta por el "Tiempo" con

sus granularidades (id, año, meses, días, horas) con cerca de 77.500 registros, otra tabla denominada "Espacio" (id, código de la localidad, dirección del siniestro, latitud, longitud) constituida por 586.042 registros, y una última tabla que es "Atributos" (actores, gravedad y clase) la cual posee también 586.042 registros.

## 4.2 Implementación:

A partir del modelo exploratorio definido anteriormente, se construye una aplicación web de visualización e interacción para la formulación de consultas en datos espacio – temporales, el cual posee componentes que se encargan de construir y manejar los núcleos del grafo del sistema y la relación entre ellos permitiendo generar consultas y responder a estas de forma visual e interactiva.

**Figura 7. Aplicativo web. (<http://201.245.176.195:8083/siniestralidadV9/index.html>)**



La visualización web está compuesta en la parte superior por las instrucciones, y le continúan dos áreas de consulta, una al costado derecho, en donde encontramos la selección de atributos de clase, gravedad, localidad y actores con sus correspondientes variables.



**Figura 8. Área de consulta de atributos.**

The screenshot shows a web interface for filtering accident data. It is organized into four main sections: 'Clase', 'Gravedad', 'Localidad', and 'Actores'. Each section contains a grid of buttons representing different categories. 'Clase' includes buttons for 'Atropello', 'Autosión', 'CataCruzante', 'Choque', 'Incendio', 'Otro', and 'Volcamiento'. 'Gravedad' has 'BajaGrav', 'GraveGrav', and 'Catastrica'. 'Localidad' features a grid of 24 buttons for various municipalities like 'Atlix', 'Santo Domingo', 'Tehuacan', etc. 'Actores' includes buttons for 'Ambulancia', 'Automovil', 'Bicicleta', 'Bus', 'Bus Alimentador', 'Bus Articulado', 'Buzeta', 'Camion Furgon', 'Camioneta', 'Campero', 'M-Agricultura', 'M-Industrial', 'Metro', 'Motociclista', 'Motocarro', 'Motociclista', 'Motociclista', 'Motoocho', 'No Identificado', 'Otro', 'TraccionAnterior', 'TraccionPosterior', 'Triciclo', and 'Vehículo'.

Mediante estos botones el usuario puede seleccionar uno o más categorías del tipo de siniestro para así observar la cantidad de siniestros ocurridos por cada categoría.

Al costado izquierdo encontramos el filtrado de información temporal en donde se puede realizar consultas temporales en sus distintas granularidades, por tanto, en la parte inferior de esta área, se encuentran los botones correspondientes a los años, donde el sistema coloca automáticamente la cantidad de botones de acuerdo a la cantidad de años que hay en la base de datos, luego encontramos la granularidad de los días, que permite seleccionar un día a la semana, un día del mes o un rango de días del mes, así mismo permite generar varios slider para poder seleccionar varios rangos de días en el mes, así mismos como rangos de horas, permitiendo la mayor flexibilidad en la selección temporal. Sin embargo, para el uso de éste sistema se debe realizar la consulta con un orden específico el cual es la selección, de horas, días, mese y finaliza con el año, generando la consulta cuando se termina la selección del año.

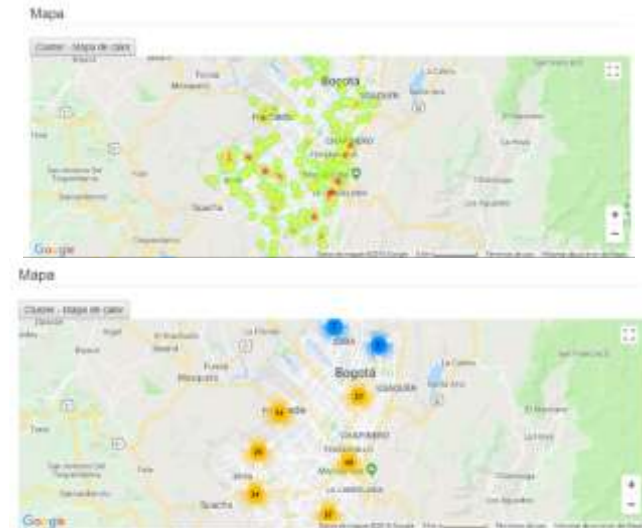
**Figura 9. Área de consulta temporal.**

The screenshot shows a web interface for filtering accident data by time. It is organized into five main sections: 'Tiempo', 'Rango Horas', 'Rango Dias', 'Dias Semana', 'Meses', and 'Años'. 'Tiempo' has a dropdown for 'Cantidad de Rangos' set to 2. 'Rango Horas' has two sliders, one for '12 horas - 18 horas' and another for '0 horas - 8 horas'. 'Rango Dias' has a dropdown for 'Cantidad de Rangos' set to 1 and a range of '15 - 18'. 'Dias Semana' has buttons for 'Lun', 'Mar', 'Mie', 'Jue', 'Vie', 'Sab', and 'Dom'. 'Meses' has buttons for 'Ene', 'Feb', 'Mar', 'Abr', 'May', 'Jun', 'Jul', 'Ago', 'Sep', 'Oct', 'Nov', and 'Dic'. 'Años' has buttons for '2007', '2008', '2009', '2010', '2011', '2012', '2013', '2014', '2015', '2016', and '2017'.

La última parte de la visualización está compuesta por el mapa de resultados, en donde se evidencia puntualmente los lugares de interés para el usuario y muestra la información individual de la ubicación de cada uno de los siniestros a partir de la selección de tiempo y atributos realizada por el experto.

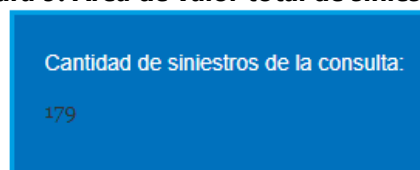
Este componente permite ver un mapa de calor para así proporcionar información de la concentración de siniestros o también posee la opción de mostrar clusters, en donde agrupa los siniestros a partir del semantic zoom que realiza el usuario evidenciando y mostrando el número de siniestros dentro del cluster.

**Figura 8. Área de consulta espacial.**



Finalmente, al costado derecho inferior encontramos la cantidad de siniestros, donde es éste el resultado de la consulta, y realmente es el dato más usado por los expertos en siniestralidad, donde les piden constantemente la cantidad de siniestros ocurridos por localidades, actores, clase o gravead y en distintos periodos de tiempo y este valor corresponde a los mismos siniestros geo-referenciados en el mapa.

**Figura 9. Área de valor total de siniestros.**



## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En conclusión, el modelo de manejo de datos permite realizar consultas rápidas y definidas de una gran cantidad de datos, y permitió su implementación en una herramienta web que tiene un área de consultas y un área de respuestas que va acorde con las funciones planteadas por el modelo.

Así mismo tanto la aplicación web como el modelo de manejo de datos permitieron ver una vista general de los datos que se encuentran en la base de datos, permitiéndole al usuario evaluar cuales son los datos que posee en cada una de sus granularidades, permitiéndole al experto una introducción de los datos que posee para realizar su análisis e informes de seguridad vial,

La aplicación muestra los resultados de las consultas en un tiempo promedio de 60 milisegundos, sin embargo, el usuario debe realizar las consultas en orden.

Esta herramienta permitió cargar y visualizar 586.041 accidentes viales georreferenciados ocurridos entre el año 2007 y 2017 en Bogotá.

Como trabajo a futuro se propone aumentar las funcionalidades gráficas para la representación de los resultados a parte del diagrama de barras, scatterplot, entre otros elementos, utilizando la librería de d3js. Así mismo se plantea realizar consultas sobre los resultados visualizados en el mapa.

Generar un historial y un sistema de anotaciones en donde se puede evidenciar todas las decisiones de consulta y sus respectivas respuestas para que el usuario pueda realizar nuevas consultas a partir de las consultas realizadas por otro experto.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Andrienko G, Andrienko N (2010). Space, time and visual analytics Space. International Journal of Geographical Information Science, Vol 24.

Wolfgang A. (2011). Visualization of Time-Oriented Data. Springer. United States.

Kang C. (2015). Delineating Intra-Urban Spatial Connectivity Patterns by Travel-Activities: A Case Study of Beijing, China. IEEE Xplore Geoinformatics, 23 International Conference.

Debiasi A. (2013). Analytics Tool For Urban Traffic Simulation. SimuTools, 6 International Conference on Simulation Tools and Techniques, ACM.

Andrienko G, Andrienko N (2007). Visual Analytics Tools for Analysis of Movement Data. ACM SIGKDD Explorations Newsletter - Special issue on visual analytics, Vol 9.

Andrienko G, Andrienko N (2008). Spatio-temporal Aggregation for Visual Analysis of Movement. Visual Analytics and Technology, IEEE.

Camilo Nemocón C (2017) Exploración de datos espacio – temporales para la analítica visual en sistemas urbanos. 12CCC, 12 Congreso Colombiano de Computación.

# **O USO DA TECNOLOGIA RFID NO SISTEMA NACIONAL DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE VEÍCULOS – UM PROJETO PARA O BRASIL COM FOCO NA INTEGRAÇÃO LATINOAMERICANA**

**Rone Evaldo Barbosa**

Universidade Estadual de Goiás / Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, Brasília, Brasil,  
rone.barbosa@transportes.gov.br, rone@viaurbana.eng.br

**Pastor Willy Gonzales Taco**

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental,  
Brasília, Brasil, pwgtaco@gmail.com

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta a experiência brasileira no desenvolvimento do projeto do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV, que consiste no uso da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) para toda a frota de veículos do país. Destaca ainda os aspectos relativos ao uso da tecnologia no contexto regulatório e institucional, visando as suas funcionalidades e aplicações nas soluções para as cidades inteligentes (Smart Cities) e sistemas inteligentes de transportes (Intelligent Transport Systems - ITS). Destaca em seguida uma proposta de atualização tecnológica do modelo, com a redução de custos e implantação conjunta com a placa de identificação veicular com segurança digital, em processo de implantação no Brasil. Por fim, apresenta o SINIAV como modelo proposto para a integração e intercâmbio de informações entre os países da América Latina, por meio da padronização de protocolos e sistemas, garantindo-se a interoperabilidade e o fluxo seguro das informações, com foco na redução de custos logísticos, como instrumento na prevenção e combate ao roubo e furto de veículos e cargas, no controle da evasão fiscal, na coleta automatizada de dados para o planejamento e controle operacional de trânsito e transportes, bem como na oferta de inúmeros serviços à sociedade.

## **INTRODUÇÃO**

O Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV foi criado pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN em 2006, com o objetivo inicial de ser um dos instrumentos da Política Nacional de Prevenção e Combate ao Roubo e Furto de Veículos e Cargas, em cumprimento às disposições da Lei Complementar nº 121 (Brasil, 2006). O SINIAV é constituído por equipamentos e sistemas e consiste na identificação eletrônica dos veículos por radiofrequência (RFID), por meio de uma tag (chip), cuja especificação técnica, informações e procedimentos de homologação foram estabelecidos por resoluções do CONTRAN, complementadas por portarias do Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN.

De acordo com Barbosa (2017), a evolução tecnológica trouxe para os setores de transportes, trânsito e mobilidade urbana inúmeras soluções para facilitar a vida do cidadão ou mesmo para melhorar o controle e a fiscalização da operação por parte do setor público. Os sistemas inteligentes de transportes – ITS evoluíram como soluções para esta finalidade, e pressupõem a existência de infraestruturas de equipamentos e sistemas que permitam o seu uso na escala pretendida. Grande parte destas soluções visam resolver problemas pontuais ou atender a determinado segmento econômico e/ou social. Poucas são as soluções de ITS implantadas em escala nacional, sobretudo aquelas que permitam a coleta e o fluxo automatizado de dados de veículos e cargas entre os órgãos de governo e o fornecimento de informações ao setor produtivo e ao cidadão.

O SINIAV se apresenta neste contexto como instrumento facilitador para a aplicação de soluções inteligentes no setor de transportes, as quais possibilitam desenvolvimento e a evolução de modelos e sistemas inteligentes também para outros setores. Dentre as possibilidades de uso nas tecnologias de informação e comunicação – TIC nos sistemas inteligentes de transportes – ITS, destacam-se as seguintes aplicações:

Segurança pública e prevenção e combate ao “crime sobre rodas” (roubo, furto e clonagem de veículos e outros crimes a eles associados: roubo de carga, tráfico de drogas, contrabando, sequestros, assaltos e assassinatos com o uso destes veículos);  
Política e Estratégia Nacional de Defesa;  
Política Nacional de Inteligência;  
Fiscalização e controle tributário;  
Fiscalização e controle do transporte rodoviário de cargas e de passageiros;  
Planejamento operacional do transporte rodoviário de cargas e de passageiros;  
Informações confiáveis e de modo eficaz para o planejamento de transportes;  
Planejamento e gestão do tráfego;  
Monitoramento e disponibilização de informações de tráfego em tempo real;  
Fiscalização de trânsito e de transportes urbanos;  
Soluções para as cidades inteligentes (*smart cities*), dentre estas as redes semaforizadas inteligentes, centros de controle operacional - CCO, estacionamento rotativo inteligente, rodízio de veículos e controles de acessos em vias ou áreas restritas;  
Serviços privados diversos, tais como o controle de acesso em condomínios e estacionamentos, pagamento automático de pedágios e abastecimento em postos de combustíveis, dentre outros.

O uso da tecnologia RFID no planejamento e controle operacional de transportes, particularmente na identificação automática de veículos, apresenta-se como instrumento facilitador da implantação de soluções inteligentes em transportes (ITS,

*Smart Cities* e outras soluções relacionadas ao conceito mais amplo de Internet das Coisas - IoT). É apresentado ainda o modelo de soluções integradas que está sendo implantado no Brasil, no qual a tecnologia RFID é associada a outras tecnologias, como a pesagem em movimento (*Weigh-In-Motion - WIM*), videomonitoramento e fiscalização eletrônica de velocidade, dentre outras.

O projeto em implantação está sendo consolidado em um Sistema de Informações Integradas de Transportes, que permitirá o monitoramento em tempo real dos principais corredores de logísticos do país. A informação da identificação veicular será, de forma sistêmica, compatibilizada com as informações de cargas e passageiros transportados, necessárias para fins de planejamento e controle operacional, bem como as ações de inteligência das áreas tributária e de segurança pública. Este modelo foi desenvolvido inicialmente como um projeto para o Brasil. Contudo ele é apresentado neste trabalho também como uma possibilidade de integração e intercâmbio de informações de transportes entre os países da América Latina, de forma automatizada, dada a possibilidade de padronização dos protocolos das Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC (*Information and Communication Technologies - ICT*), a serem utilizados na identificação de veículos e cargas nestes países.

## **CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE O SINIAV**

O SINIAV possibilita aplicações que resultam em inúmeros benefícios para o Estado e para os usuários de serviços que se utilizam da identificação veicular. Assim, é necessário destacar a partir de aspectos tecnológicos, institucionais e regulatórios, os meios para viabilizar a sua plena implantação no Brasil, possibilitando o uso de tais tecnologias e informações para a integração com os demais países da América Latina.

### **Aspecto Regulatório**

O Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV foi criado por meio da Resolução nº 212 (CONTRAN, 2006), que também dispôs sobre a sua implantação em todo o território nacional. Este modelo foi atualizado em 2012, mas o processo de implantação do SINIAV não evoluiu como se pretendia e teve que ser prorrogado outras vezes, em virtude de equívocos no modelo de negócio concebido inicialmente.

A última regulamentação publicada pelo CONTRAN foi a Resolução nº 537 (CONTRAN, 2015), por meio da qual o Conselho estabeleceu que o processo de emplacamento eletrônico de veículos do SINIAV deveria ser iniciado em todo território nacional a partir de 1º de janeiro de 2016, não sendo estabelecido prazo para a sua conclusão.

## **Aspecto Institucional**

As dificuldades enfrentadas pelo projeto do SINIAV concebido inicialmente deixaram evidentes as falhas do modelo de gestão adotado, envolvendo desde o processo de escolha da tecnologia, até o modelo de negócio adotado na relação entre os fabricantes e fornecedores da tecnologia e os órgãos executivos de trânsito. As tentativas de início do processo em alguns Estados foram baseadas em um modelo de negócio onde os custos eram integralmente transferidos à sociedade, desde a aquisição da tag, até a infraestrutura e custos operacionais do sistema. Isso implicaria na cobrança de uma taxa anual, intitulada “Licenciamento Eletrônico”, que restou frustrado em virtude de ações do Ministério Público, dada a existência do “Licenciamento Anual” já pago pelo proprietário do veículo.

Diante deste impasse, o setor privado recuou em relação ao uso do modelo SINIAV e avançou no uso de tecnologias e sistemas já em operação nos sistemas de cobrança automática de pedágio em rodovias concedidas.

Gradativamente as operadoras destes serviços tem agregado outras facilidades aos seus clientes, tais como o abastecimento em postos conveniados e acessos a estacionamentos privados. Há uma tendência à convergência do SINIAV com os sistemas já em operação, que contam no Brasil com cerca de 7 (sete) milhões de veículos com tags RFID. Diante disso, o SINIAV já está sendo reavaliado, quanto ao seu modelo tecnológico, arranjo institucional e instrumentos regulatórios para tornar possível a sua utilização como instrumento de coleta automatizada de dados de tráfego, viabilizando a implantação de inúmeras soluções para transportes, trânsito e mobilidade urbana.

## **Aspecto Tecnológico**

Inúmeras experiências têm sido implementadas em todo o mundo, visando a aplicação de tecnologias variadas, soluções criativas e até mesmo modelos conceitualmente revolucionários, em face da realidade atual observada nas cidades que pretendem tornar-se cidades inteligentes (*Smart Cities*). A grande maioria, contudo, adota tecnologias ou soluções para necessidades pontuais, seja para melhorar o controle operacional do tráfego em determinadas áreas, ou para o controle de sistemas de transportes urbanos. Nos espaços urbanos os sistemas inteligentes de transportes (*Intelligent Transportation Systems – ITS*) se apresentam como uma solução interessante para a otimização de recursos, tanto para os sistemas de transportes urbanos, quanto para a logística de carga urbana e controle do sistema viário. O uso

de tecnologias e sistemas variados dificulta, entretanto, a interoperabilidade e a integração das informações, além de elevar os seus custos.

Na identificação veicular, a tecnologia RFID é mais utilizada: (a) no controle de acessos a estacionamentos; (b) na liberação automática em pedágios; (c) no controle de acesso em áreas restritas; (d) no rodízio de veículos e; (e) no controle e gerenciamento de frota. Neste caso a *tag*, normalmente na forma de etiqueta adesiva com microchip interno, é afixada no para-brisas do veículo, sendo identificada mediante a aproximação do veículo, conforme mostrado na 0.

**Utilização do RFID na localização e identificação de veículos (Oxxcode, 2011)**



O modelo tecnológico concebido inicialmente para o SINIAV (Geração Zero), denominado Protocolo IAV, é baseado no uso de tags semi-ativas (ou semi-passivas) fixadas no parabrisas. Mais recentemente, as operadoras de serviços baseados na automatização da identificação veicular estão migrando para as tags passivas adesivas do tipo stiker, também fixadas no para-brisas do veículo. Contudo alguns problemas de leitura têm sido registrados nos veículos, cujos vidros são compostos com adição de fibras metálicas.

Além disso, estes modelos mostraram-se inviáveis para a identificação automática de motocicletas e dos implementos rodoviários (reboques e semirreboques), que não dispõem de para-brisas, além da grande variedade de configurações de implementos, dificultando a definição de um ponto comum para a fixação da tag. Há de se considerar, ainda, que o frequente manuseio do implemento nas operações de carga e descarga, poderá danificar ou remover a tag.

## **UMA NOVA PROPOSTA PARA O SINIAV**

Por meio da Resolução GMC nº 33 (Mercosul, 2014), os países membros do bloco resolveram padronizar seus modelos de placas de identificação veicular, denominado "Patente Mercosur". Este normativo estabeleceu as especificações básicas da nova placa, cuja implantação deveria ter sido efetivada por todos os países membros até o dia 1º de janeiro de 2016. Findo o prazo, apenas o Uruguai e a Argentina implantaram. Apesar de ter sido o primeiro a regulamentar (em 2014), este processo foi adiado, sob



a justificativa de inexistência de um sistema para a integração das informações, o que não se justifica, uma vez que o sistema RENAVAM já realiza a integração com as unidades da federação por meio de links de acesso à base nacional. De modo similar, cada estado membro do bloco pode abrir links para os demais, permitindo o intercâmbio de informações. Mais recentemente, a regulamentação foi atualizada por meio da Resolução nº 729 (CONTRAN, 2018), agregando segurança digital à placa.

A evolução do modelo tecnológico das tags RFID, conforme estudos realizados por Barbosa (2017), permite o uso deste dispositivo acoplado nas chapas primárias (blank) das placas de identificação veicular, de modo que a sua estrutura seja utilizada como antena para amplificar o sinal de radiofrequência.

As novas gerações de chips têm se mostrado mais eficazes e com custos muito inferiores à tecnologia regulamentada por meio do Protocolo IAV, do SINIAV Geração Zero, havendo uma tendência natural de migração do mercado para as novas tecnologias. A 0 mostra a evolução da tecnologia RFID na identificação veicular, desde a Geração Zero do SINIAV, comparando-a ao modelo proposto por Barbosa (2017).

**Evolução da tecnologia proposta para a nova geração SINIAV (Barbosa, 2018).**



Note que o modelo proposto é baseado em tecnologia passiva (sem bateria) e foram excluídas as informações do veículo, cuja vinculação será sistêmica, mantendo toda a segurança da informação em *backoffice*. Esta alternativa traz apenas a identificação do chip (ID), criptografado e instalado na placa primária (blank) pela Casa da Moeda do Brasil, que detém a exclusividade para a produção de selos fiscais federais no Brasil. A ausência de informações do veículo ou de seu proprietário na tag (chip) preserva o direito constitucional à privacidade, reduz custos e permite que o SINIAV seja implantado conjuntamente com a nova Placa de Identificação Veicular com Segurança Digital. Adicionalmente, o Brasil adotou outros elementos de segurança, além dos

previstos na Resolução GMC nº 33 (Mercosul, 2014), a fim de utilizá-la como um dos instrumentos da Política Nacional de Prevenção e Combate ao Furto e Roubo de Veículos e Cargas, instituída pela Lei Complementar nº 121 (Brasil, 2006). O modelo proposto permitirá, inclusive, a identificação automática de motocicletas e dos implementos rodoviários (reboques e semirreboques), conforme 0.

#### **Identificação automática de implementos rodoviários e SINIAV com chip na nova placa de identificação veicular (Barbosa, 2018).**



### **SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES INTEGRADAS DE TRANSPORTES**

Alguns órgãos do Governo Federal brasileiro já têm adotado medidas para avançar na automatização do processo de coleta de dados de tráfego e carga nas rodovias federais, inclusive com o uso da tecnologia RFID, tendo em vista a integração de tais informações em bases unificadas. Contudo, a garantia da interoperabilidade entre as tecnologias e sistemas a serem implantados e a efetiva integração ocorrerá, de fato, com a implantação do SINIAV.

Diante das discussões já realizadas no âmbito do Governo Brasileiro, há uma diretriz de que o SINIAV seja o elemento básico para importantes projetos de abrangência nacional, tais como o Brasil-ID, o Programa Nacional de Pesagem, o Programa Nacional de Contagem de Tráfego, o Canal Verde Brasil, o sistema de agendamento das operações de carga e descarga dos portos brasileiros e o Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas – RNTRC, para o qual a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT adotou inicialmente, a primeira geração de *tags* do SINIAV (Geração Zero).

Com o desenvolvimento desta nova proposta da tecnologia RFID embarcada na placa do veículo, a ANTT manteve seu foco na ampliação da instalação das leitoras RFID (0) e no desenvolvimento do sistema integrador, constando dados da frota de veículos, das operações de transporte de carga declaradas eletronicamente, e da

compatibilização das informações declaradas com aquelas registradas junto à Receita Federal e receitas estaduais. No *Projeto Canal Verde Brasil* foram instaladas 55 leitoras RFID até dezembro de 2017. Contudo, poderão ser instaladas leitoras em cerca de 3.600 pontos onde já existe fiscalização eletrônica de velocidade nas rodovias federais, ampliando a capacidade e a capilaridade das ações de fiscalização e coleta ininterrupta de dados para o controle operacional e planejamento de transportes.

**Leitoras RFID instalados no Projeto Canal Verde Brasil (Barbosa, 2018).**



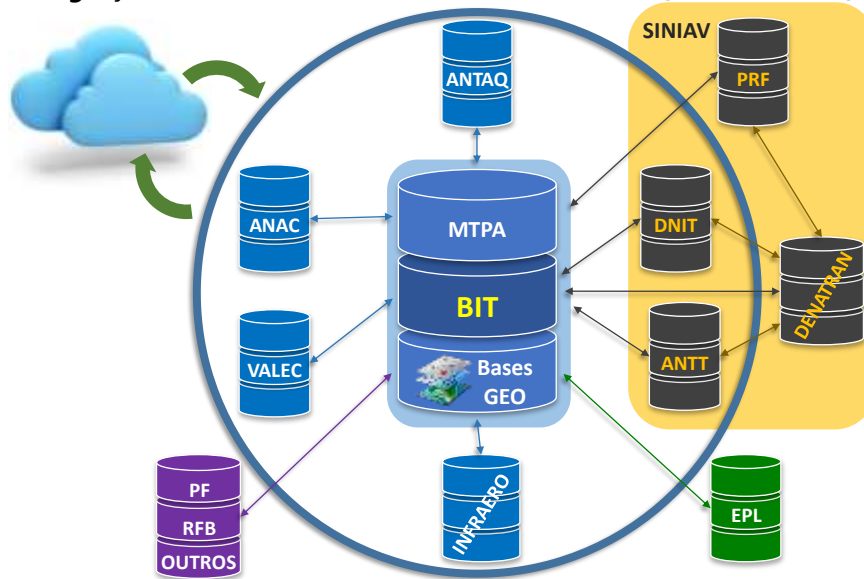
O Sistema Nacional de Informações Integradas de Transportes vem sendo aprimorado em uma plataforma denominada Banco de Informações de Transportes – BIT, na qual já são disponibilizadas bases de dados analíticos, e bases georreferenciadas da infraestrutura de transportes existente no país. Na etapa em desenvolvimento estão sendo agregadas tecnologias e sistemas que permitem a seleção de dados pelo usuário (interno ou externo), permitindo a combinação de diferentes bases em uma solução de *Business Intelligence* – BI. Na etapa seguinte será agregada a coleta automatizada de dados por meio do SINIAV, conforme apresentado na 0.

Desenvolvido pelo Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, o projeto foi inicialmente denominado “Soluções Inteligentes de Transportes”, posteriormente convergindo para a plataforma de gestão da informação do BIT, cujo processo de integração permitirá a uniformidade da informação utilizada para fins de planejamento intersetorial, envolvendo todos os órgãos e entidades vinculadas ao Ministério dos Transportes e outros, cuja necessidade de integração seja necessária, como por exemplo a Polícia Federal, Polícia Rodoviária Federal, Polícias Militares e Cívicas, Receitas Federal e estaduais e órgãos gestores e reguladores de trânsito e transportes. A 0 apresenta de forma esquemática a integração proposta.

### Fluxo e gestão da informação no BIT (Barbosa, 2017).



### Integrações entre as bases externas de dados e BIT (Barbosa, 2017).



## O SINIAV E A INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO NA AMÉRICA LATINA

Embora o projeto do SINIAV tenha sido criado como um instrumento da Política Nacional de Prevenção e Combate ao Furto e Roubo de Veículos e Cargas, as suas funcionalidades permitirão o aprimoramento e consolidação da integração da América

Latina, uma vez que o mesmo Protocolo será utilizado para identificação de contêineres e vagões ferroviários, conforme mostrado na 0, podendo ser também adotado para a carga, no contexto do Projeto Brasil-ID.



A identificação dos veículos, contêineres e cargas, possibilitará a interoperabilidade e a integração das informações entre os diversos órgãos do Governo, em todos os níveis jurisdicionais, bem como o uso pelo setor privado, para a sua gestão e controle operacional. Este processo, ao ser adotado em outros países da América Latina, permitirá não apenas o maior controle sobre o fluxo de veículos, mas também como instrumento de prevenção e combate ao crime e à evasão fiscal. Esta medida certamente fortalecerá economicamente a América Latina, podendo melhorar a sua capacidade de competitividade na exportação de seus produtos, bem como a redução de custos logísticos no fluxo intracontinental. Para tanto, é necessário garantir a interoperabilidade das tecnologias e sistemas adotados pelos países que optarem pelo processo de integração, mediante a unificação ou adoção de protocolos compatíveis.

## CONCLUSÕES

Apesar de a dinâmica da circulação de pessoas, bens e serviços obedecer a uma lógica conhecida e, até certo ponto controlável, nem tudo pode ser identificado e/ou monitorado. É claro que ao se utilizar conceitos recentes como a internet das coisas (IoT), ou a internet conectada a objetos (ICO), não se pressupõe a intercomunicação entre tudo e todos, mas daquilo que se tem o interesse de conhecer (o que), o volume, peso ou outra dimensão (quanto), a sua localização e movimentação (onde) e o modo de transporte (como) utilizado em sua movimentação.

Assim, torna-se necessário a adoção de uma solução que permita a interoperabilidade entre tecnologias, a integração entre sistemas e que tenha abrangência nacional. Nesse contexto, o SINIAV se constitui na ferramenta estabelecida pelo Governo Brasileiro para tal finalidade, de modo a atender a estes quatro aspectos destacados e, ainda, possibilita

O projeto do SINIAV, tal como outras Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), envolve uma abordagem das componentes institucionais, regulatórias e tecnológicas, observando-se a sua viabilidade técnica, econômica, ambiental e social. Em virtude disso, o projeto teve que ser atualizado para os novos modelos tecnológicos existentes no mundo, associando tal necessidade à redução dos custos econômicos e sociais de sua implantação.

Quanto às funcionalidades ou aplicações do SINIAV, este representa economicidade para o setor público com a fiscalização, gestão da informação, segurança pública, gestão do tráfego, logística e transporte de cargas, transporte de passageiros, além de fornecer dados para o planejamento e controle operacional de transportes e trânsito. Já para o setor privado e para a sociedade de um modo geral, o projeto representa uma importante medida na prevenção e combate ao roubo e furto de veículos e cargas e possibilita a oferta de inúmeros serviços ao cidadão, conforme demonstrado neste trabalho.

O papel integrador do SINIAV na América Latina poderá ocorrer de forma gradativa, iniciando pela identificação automática dos veículos integrantes do Mercosul, a partir da adoção da placa de identificação veicular com segurança digital. Para os demais países, o processo poderá ocorrer por adesão ao Protocolo IAV ou soluções compatíveis que garantam a interoperabilidade entre tecnologias e sistemas.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARBOSA, R. E. (2017). Metodologia para o Estabelecimento de Diretrizes para a Implantação do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos - SINIAV. Tese de Doutorado em Transportes, Publicação T.TD-006/2017, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 259p. Disponível em <http://transportes.unb.br>

BARBOSA, R. E. (2018). Placa MERCOSUL e SINIAV. Apresentação. Brasília, DF.

BRASIL (2006). Lei Complementar nº. 121, de 9 de fevereiro de 2006, que Cria o Sistema Nacional de Prevenção, Fiscalização e Repressão ao Furto e Roubo de Veículos e Cargas e dá outras providências. Brasília/DF.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito (2006). Resolução nº 212, de 2006. Dispõe sobre a implantação do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV em todo o território nacional. Brasília/DF. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/resolucoes>.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito (2014). Resolução nº 510, de 2012. Estabelece sistema de Placas de Identificação de Veículos no padrão disposto na Resolução MERCOSUL do Grupo Mercado Comum nº 33/2014. Brasília/DF. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/resolucoes>.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito (2015). Resolução nº 537, de 2015. Dispõe sobre a implantação do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV em todo o território nacional. Brasília/DF. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/resolucoes>.

MERCOSUL (2014). Patente Mercosur. Resolução GMC nº 33/2014. Grupo do Mercado Comum.

OXXCODE (2011). Mobility Solutions. Apresentação. Oxxcode, São Paulo, SP.



## SISTEMAS DE CABLES URBANOS EN LATINOAMÉRICA



# SISTEMA DE TELEFÉRICOS LA PAZ, SOLUCIONES URBANAS

**Roberto Ameneiro Galdo**

Gamcable S.R.L. La Paz, Bolivia. grupoamlapaz@gmail.com

## Resumen

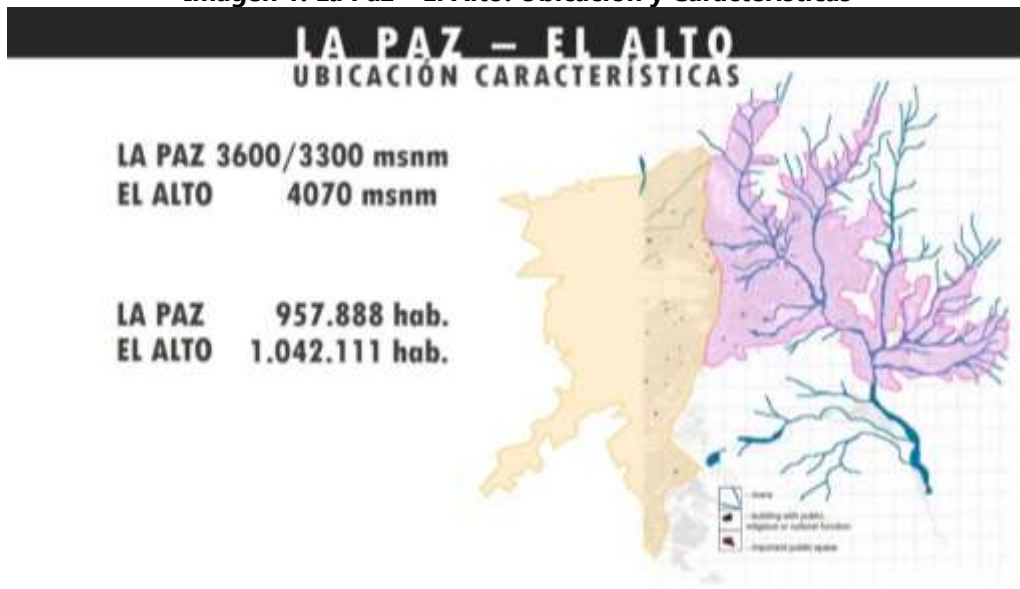
El sistema de Teleféricos de La Paz se presenta como la primera red principal de transporte público de una ciudad conformado por teleféricos que se alimenta de otros sistemas de transporte. 10 líneas, 39 estaciones y aproximadamente 32 kilómetros de recorrido, arman esta Red de Integración Metropolitana como el sistema de teleféricos más grande del mundo.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La ciudad de La Paz, actualmente sede de Gobierno de Bolivia, es una ciudad caracterizada por estar ubicada entre los 4070 y los 3300 msnm con 2 zonas claramente diferenciadas denominadas El Alto y La Paz. La primera desarrollada a largo de un extenso altiplano acompañado de la Cordillera Real, y la segunda que se esparce a lo largo de un estrecho y profundo valle que presenta alto congestionamiento.

El mayor crecimiento se da en El Alto, mientras La Paz se desarrolla como ciudad, generando mucho flujo de personas entre ambos sectores.

**Imagen 1. La Paz – El Alto. Ubicación y Características**



**Imagen 2. Crecimiento y Desarrollo**



Esta condición sumada a la ausencia de suficientes corredores viales es la principal razón para la búsqueda de un sistema de transporte que mejore la calidad de vida de los ciudadanos, quienes hasta hace poco se tenían que conformar con hacer viajes diarios de horas, a través de intrincadas, sinuosas y congestionadas vías.

**Imagen 3. Ciudad de La Paz. Congestionamiento.**



Para esto se analizaron las posibles alternativas de transporte que se usan comúnmente, resultando inviables todas ellas debido principalmente a la falta de espacio físico, las fuertes pendientes y accidentes topográficos que se presentan a lo largo del valle. Es entonces cuando se decidió usar el Sistema de Teleféricos Urbanos como tecnología para crear una red de transporte urbano masivo.

## **2. SISTEMA DE TELEFÉRICOS URBANOS**

Cómo la mayoría de ustedes conoce, Un sistema de Teleféricos Urbanos consta de un grupo de Cabinas de 8 a 10 personas de capacidad que van ancladas a un cable móvil

desplazándose de una Estación a otra en tramos rectos, viajando a través de la ciudad por el aire, sobrevolando las edificaciones existentes.

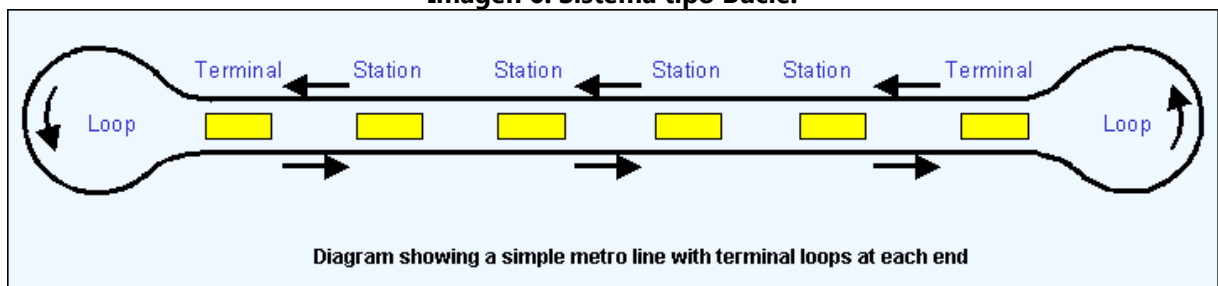
**Imagen 5. Sistema de Teleféricos de La Paz**



## 2.1. Datos Técnicos

Las Estaciones se desarrollan alrededor de un Equipo Electromecánico que mueve el cable de un tramo a otro, en ellas los usuarios embarcan o desembarcan en las cabinas que llegan en intervalos de 10 a 12 segundos para luego salir en vuelo a una velocidad que puede ir de 18 a 22 km/h (según el sistema utilizado) y que puede salvar longitudes de hasta 6 km, transportando así desde 500 a 4000 personas por hora en cada dirección. En la Paz este sistema se ha planteado a todo el largo y ancho de la ciudad.

**Imagen 6. Sistema tipo Bucle.**

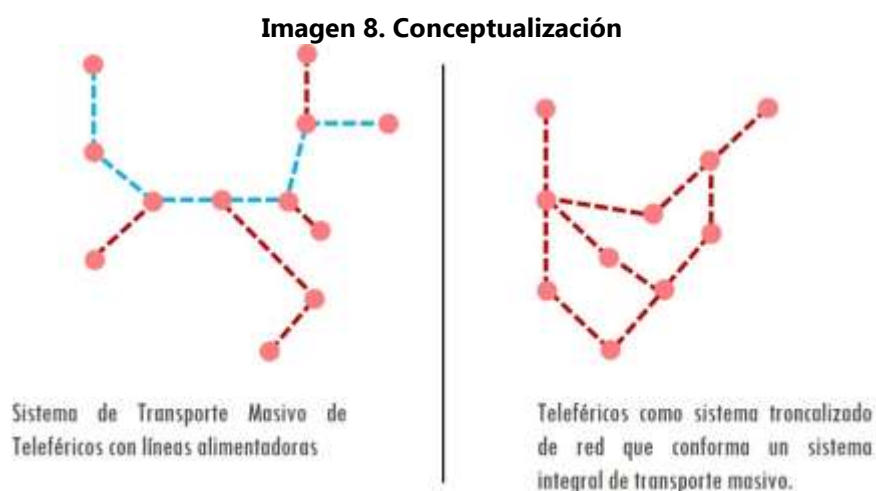


**Imagen 7. Datos Básicos**

CAPACIDAD	3000-4000	Pasajero/Hra
CABINAS	8/10	Pasajeros
INTERVALO	10/12	Segundos
VELOCIDAD	18/22	Km/Hra
LONGITUD MAXIMA	6	Km

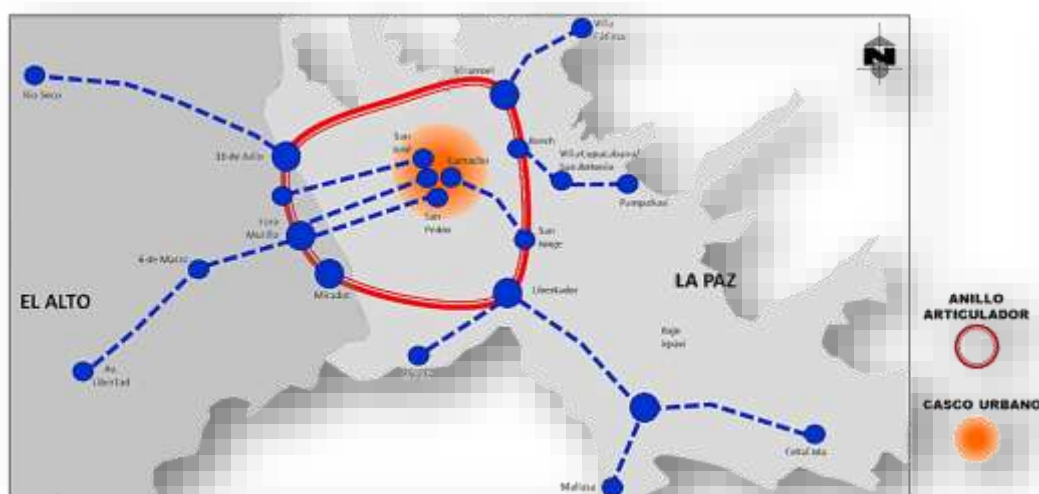
### 3. IMPLEMENTACIÓN

El teleférico de La Paz contempla 10 líneas con 39 estaciones y 32 Kilómetros de recorrido. De estas 10, se encuentran 6 construidas y otras 4 en construcción, las cuales se prevé terminar durante el presente año 2018.



Comúnmente, los sistemas de Transporte Masivo por Cable se plantean y conceptualizan como sistemas alimentadores de una red maestra, la cual se basa en otro tipo de sistema de transporte de mayor capacidad (Buses, Metros, BRT, etc). En el caso de La Paz, debido a las condiciones del lugar, se planteó el Teleférico como Sistema Principal alimentado por otros sistemas de transporte. Éste sistema se crea como una red que arropa toda la ciudad, conceptualizada como Red Metropolitana de Integración (RIM). La RIM se conforma como un gran anillo alrededor del centro de la ciudad con líneas que se meten hacia el centro y otras que salen hacia las periferias, sobre las laderas laterales.

**Imagen 9. Conceptualización RIM**



Una de las características importantes del Teleférico de La Paz es que al ser un sistema limitado teóricamente a 6 km de recorrido, se han generado nodos de interconexión de líneas y transferencia donde se unen 2, 3 y hasta 4 estaciones, generando además hitos urbanos, sitios de encuentro y espacio público. Esto nos permite conectar todas las zonas de la ciudad, logrando que el usuario pueda desplazarse desde y a cualquier lugar usando la Red de Integración Metropolitana, con recorridos longitudinales de hasta 14 km.

El proceso de elaboración del proyecto fue algo muy interesante, pues dentro del poco tiempo que teníamos para implementarlo (apenas hace 5 años) debíamos generar en paralelo al diseño de la RIM, la implantación urbana de la misma y el diseño arquitectónico de las estaciones, en un proceso interactivo con el cliente y las diferentes organizaciones vecinales, lo que permitió una mejor integración urbana dándole espacios a la comunidad y creando a la vez un criterio formal con el cual desarrollar un proyecto íntegro.

El desafío más importante fue entonces, a partir de ese criterio formal, desarrollar 39 versiones de proyecto tomando decisiones adecuadas en los diferentes escenarios urbanos que se nos presentaban. Cada estación responde a situaciones particulares y escenarios diferentes, donde debíamos obtener edificios de calidad con recursos muy limitados. Hubo que planificar, diseñar, construir y poner en marcha en un lapso de 5 años.

**Imagen 10. Sistema Integrado de Teleféricos de La Paz**



aproximadamente 7 Has para una ciudad que presenta un gran déficit de áreas verdes y recreativas.

**Imagen 11. Edificio Original Estación Ferrocarril ENFE**



**Imagen 12. Propuesta Parque Urbano**



**Imagen 13. Vista Estación Central Linea Roja**



**Imagen 14. Vista Conjunto Estación Central. Líneas Roja y Naranja.**



### **Estación Armentia.**

Es una estación intermedia perteneciente a la Línea Naranja, ubicada en el casco central de la ciudad en pleno centro histórico y dentro de la trama colonial, sobre terrenos que estaban subutilizados con galpones y talleres de bajo nivel de desarrollo. La estación se conforma a partir de un pequeño edificio ubicado en el medio de una parcela que ocupaba casi toda la manzana. Se planteó como un edificio de 3 plantas pero de poca huella de implantación, liberando la mayor cantidad de espacio a su alrededor a modo de parque urbano que conecta las 4 calles que la rodean, preservando y realzando el valor histórico arquitectónico y urbanístico de los edificios a su alrededor, así como el contorno urbano original que ahora puede ser apreciado desde cualquier ángulo.

**Imagen 15. Vista Estación Armentia.**





**Imagen 16. Vista Nocturna Estación Armentia.**



## **5.2 Estación Villarroel.**

Es una de las estaciones más atípica del sistema, ya que agrupa 2 estaciones terminales soterrándolas bajo una plaza pública de gran valor histórico. Ubicada en un lugar donde era primordial preservar la mayor cantidad de espacio libre y conviviendo con un Mausoleo Histórico, dentro de un parque urbano patrimonial diseñado por el Arq. Emilio Villanueva hace más de 60 años y que remata uno de los ejes viales y visuales más importantes de la ciudad.

Esta estación es un sitio de referencia en la ciudad. Esta plaza presentaba una inclinación aproximada de 10% de pendiente; Condición que restringía una gran cantidad de usos. Debido a esto, se planteó rehacer la plaza horizontal, mejorando la calidad de uso de la misma y permitiendo a la vez la colocación de las 2 estaciones debajo. Así mismo se restauró el diseño original de la plaza estilo Mondrian logrando una recuperación y revitalización de un espacio con gran impacto urbano y social, con una mínima intervención espacial.

Por debajo de esta plaza se desarrollan los espacios inherentes a las estaciones, áreas comerciales y los estacionamientos de cabinas y talleres de la Línea Blanca, trabajados con un lenguaje arquitectónico muy sencillo hacia el exterior, donde sólo un sector de la estación Naranja sobresale como un volumen limpio y transparente a un lado de la plaza, esto debido a que los requerimientos técnicos de alineamiento y alturas no permitieron que estuviera totalmente soterrada. Hacia el interior se utilizó el mismo lenguaje arquitectónico, enfocado más a la lectura rápida del funcionamiento de una estación doble terminal con transferencias, una vez más utilizando el color como elemento principal del diseño.

**Imagen 17. Estación Villarroel.**



### **5.3 Estación San Jorge.**

Es un conjunto de 2 estaciones, una terminal perteneciente a la línea Blanca y otra intermedia perteneciente a la línea Celeste. La primera trae el flujo de la zona de Miraflores, una meseta con alto tráfico de usuarios, y que se conecta a la Línea Celeste que a su vez conecta el centro de la ciudad con el sur, a lo largo del corazón del valle.

Conectadas entre sí por un puente que pasa por encima de una de las pocas vías expresas de la ciudad, este conjunto de estaciones se ubica adyacente pero con una diferencia de cota de aproximadamente 50 metros por debajo de la Av. Arce, otro importante corredor urbano vial y peatonal de la ciudad. Para salvar esos 50 metros de diferencia de cota se ha diseñado un edificio de 8 ascensores expresos con capacidad de desplazar hasta 5200 personas por hora, conectando así las zonas Centro, Sur, Miraflores y la Av. Arce, 4 de los principales destinos diarios de los ciudadanos en el día a día.

Este nodo es además, con su torre de ascensores de 40 metros de altitud de imagen llamativa y el conjunto de 2 estaciones enfrentadas (y conectadas) sobre uno de los principales corredores expresas de la ciudad, un importante hito urbano.

**Imagen 18. Conjunto San Jorge.**



**Imagen 19. Conjunto San Jorge.**



# **SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTES POR CABLE -- CASO TELEFÉRICO DE INDEPENDENCIA -- SAN JUAN DE LURIGANCHO (CIUDAD DE LIMA - PERÚ)**

**Monica Mariana Morales Berndt**

Cal y Mayor y Asociados, México, mmorales@cal y mayor.com.mx

**Daniel Hugo Paucar Manzanilla**

Cal y Mayor y Asociados, México, dpaucar@cal y mayor.com.mx

## **RESUMEN**

A principios de la década de los 50s una gran población proveniente del interior del país se instaló en las periferias de la ciudad de Lima, generando la aparición de nuevas poblaciones, este asentamiento efectuado de manera desordenada se realizó en terrenos montañosos donde no habían servicios básicos, dando inicio a la aparición de nuevas urbanizaciones y necesidades, entre ellas el transporte público. Los servicios de transporte se extendieron hacia las nuevas zonas; sin embargo, vehículos como buses no pudieron ingresar, por la geografía del lugar a zonas habitacionales ubicadas en terrenos montañosos o zonas estrechas, donde no existen radios de giros adecuados para los vehículos automotores de mayor tamaño (autobuses) y con pendientes (curvas verticales) pronunciadas mayores a 8 grados en muchos casos. En estos lugares predomina el transporte a pie, generándose un sistema de escaleras que conectan a la población y algunas zonas donde es posible contar con un mayor espacio, se dieron los servicios de transportes llamados moto taxis y autos colectivos. Es así, como nace el proyecto de construir un teleférico ubicado entre los distritos de Independencia y San Juan de Lurigancho, distritos ubicados en la zona norte y este de la ciudad de Lima, separados solo por cerros. Este modo de transporte permite conectar dos poblaciones asentadas sobre un terreno montañoso y facilitar el acceso de estas poblaciones hacia los sistemas de transporte masivos implementados.

### **1. Situación actual**

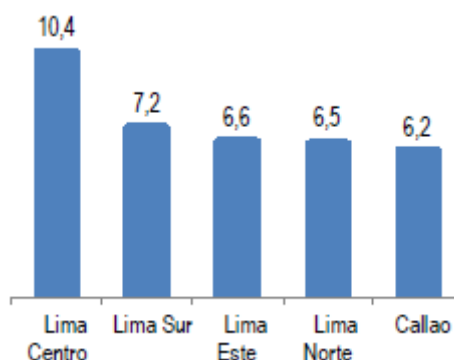
En la actualidad, un viajero que se moviliza desde el distrito de independencia hacia San Juan de Lurigancho, efectúa un tiempo de recorrido aproximado de 60 minutos en el periodo pico del día (horas de mayor demanda), considerando que utiliza el servicio de transporte convencional, efectuando un recorrido más extenso para conectar estos dos puntos. Por otro lado, los pobladores de las zonas altas tienen que efectuar adicionalmente tiempos de viaje de 15 minutos para poder acceder al corredor principal.

En las zonas de influencia directa, se encuentra un total de 334 mil hogares en el cual viven aproximadamente 1.4 millones de habitantes. Esta población es de sectores económicos medios y bajos.

Adicionalmente, pese a ser percibido como un medio de transporte caro, el moto taxi, es un medio de transporte empleado entre las viviendas ubicadas en las zonas altas de los cerros (elevación de tierra aislada que presenta una altura menor que una montaña) y las vías de acceso al transporte público masivo. Su tarifa varía acorde con el destino y si es de subida o de bajada a las zonas altas que puede variar de 1.00 a 4.00 soles. (0.3 a 1.3 USD).

Asimismo, si se considera que un sólo miembro de una familia utiliza este medio de transporte, representaría un gasto del 11% del ingreso familiar en transportación (considerando la aportación de solo un miembro con un gasto promedio de 4 soles diarios durante 5 días a la semana y con ingreso mínimo de ley), lo cual es significativo para hogares que pertenecen a niveles socioeconómicos bajos.

**Figura 89.- Ingreso promedio por hora en Lima Metropolitana (Trimestre: Abril a Junio 2014, Soles / Hora)**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Permanente de Empleo, 2014.

Es en ese sentido, que el sistema de cable vendría a ser un medio sustituto para aquellos viajes que se efectúan a pie o con moto taxi para acceder al transporte público convencional o masivo; así como, de aquellos viajes que utilizan el transporte público convencional para movilizarse entre estos dos distritos. El teleférico en mención, tiene una extensión aproximada de 6.1 km, transcurriendo sobre un terreno de características montañosa, conectando ambas poblaciones (Ver Figura 2).

Figura 90.- Ubicación del proyecto en el área de Lima



## 2. Simulación

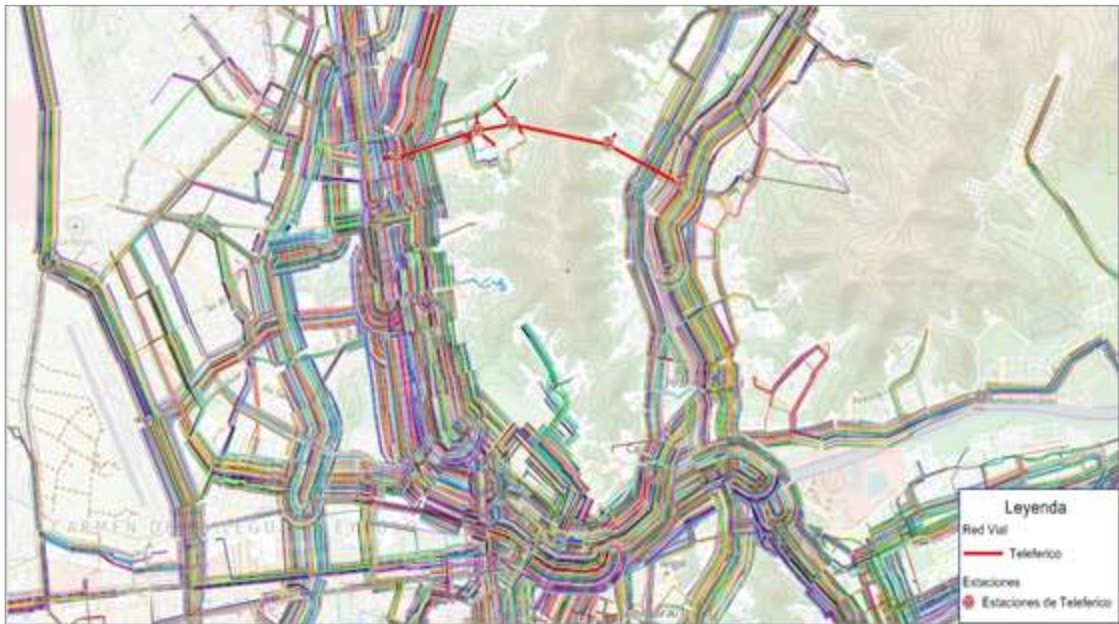
A fin de conocer el impacto que involucra la implementación de un nuevo sistema, es necesario efectuar una simulación y evaluar los cambios que el nuevo sistema genera sobre la situación actual (Banks, 1997); para ello, se construye el sistema real empleando un software especializado denominado VISUM, por su facilidad en representar los sistemas de transporte público en sus distintos modos y facilitar el manejo de bases de datos. El propósito general es evaluar el comportamiento de la demanda ante un sistema alternativo (tipo teleférico), que se adapta fácilmente a la geografía de la zona en estudio.

### 2.1. Input

Entre otros insumos para la simulación, podemos mencionar:

a) La red vial (grafo conformado por 6,300 nodos y 19,500 enlaces - vinculados en una base de datos), con sus actuales condiciones geométricas y de operación tales como número de carriles, capacidad en términos de vehículos por hora, velocidades, sentido de circulación, entre otros; además de los sistemas de transporte (más de 400 rutas), con sus características operativas y físicas (paradas, estaciones, etc.), de manera que permitan representar el escenario base (año de inicio de operación) y años futuros, incluyendo los sistemas futuros en servicio convencional, BRT – El Metropolitano y tren (conocido como tren eléctrico por la población de la zona).

Figura 91.- Red de rutas en esa zona de la ciudad



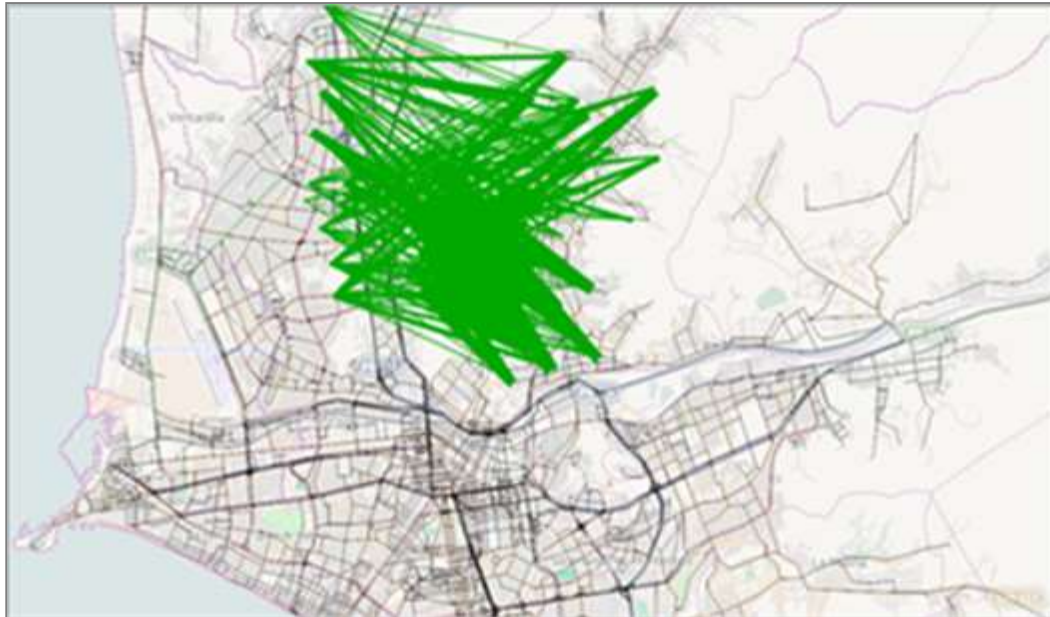
Modo de transporte incluido	Característica de operación	Velocidad promedio (km/h)	Intervalo de paso promedio (min)	Long. Prom. de recorridos (km)
Convencional	Transito mixto	18	13	31
BRT (*)	Carril segregado (posibilidad de adelantamiento)	24	2.5	25
Tren	Vía exclusiva	35	10	33

(\*) Línea troncal

b) La zonificación para el proyecto está conformada por 566 zonas de análisis de tránsito (ZAT), que permite representar la trayectoria de viajes en transporte público, conformado por matrices de viajes, las cuales son asignadas en la red y permiten representar el comportamiento del viajero sobre ella, al simular su trayectoria desde un origen hacia un destino. Los viajes proceden de una encuesta origen – destino en hogares efectuadas en el año 2013.

De los viajes totales en este sector de la ciudad, la cantidad de viajes potenciales directos a este medio de transporte, son aquellos que se mueven entre estos dos distritos separados por la geografía, aquellos viajeros que desean bajar hacia las zonas planas y conectarse con sistemas masivos, tal como se ve en la siguiente figura.

**Figura 92.- Líneas de deseo de viajes entre la población de Independencia y San Juan de Lurigancho en la ciudad de Lima**



Fuente: Elaboración propia

c) La simulación corresponde a un periodo pico de 2 horas de la mañana (7:00 - 8:59 am.), en el cual se efectúan la mayor cantidad de viajes con origen en el hogar, motivos trabajo y estudio principalmente.

d) El teleférico a implementarse se contempla como un sistema de transporte por cable, donde las estaciones de cabecera se encuentran ubicadas en la Av. Túpac Amaru con Av. Chinchaysuyo (distrito de Independencia) y Av. Próceres de la Independencia con Av. El Sol (distrito de San Juan de Lurigancho), con 3 estaciones intermedias. Transita a una velocidad de operación promedio de 14 km/h.

e) Para la estimación de la disponibilidad de pago se consideró un experimento efectuado a pobladores que viven en las zonas altas de la ciudad, y que tienen que caminar o utilizar mototaxis para poder acceder al servicio de transporte convencional. Con base en ello, se obtuvo un valor del tiempo de 3.5 soles/hora (1.1 USD/hora). Este valor responde a la restricción de ingreso que existe en los pobladores de estas zonas (población de bajos ingresos). Las encuestas fueron efectuadas a aquellos pobladores que caminan largas distancias o hacen uso del mototaxi para acceder al transporte público convencional y poder efectuar su viaje.

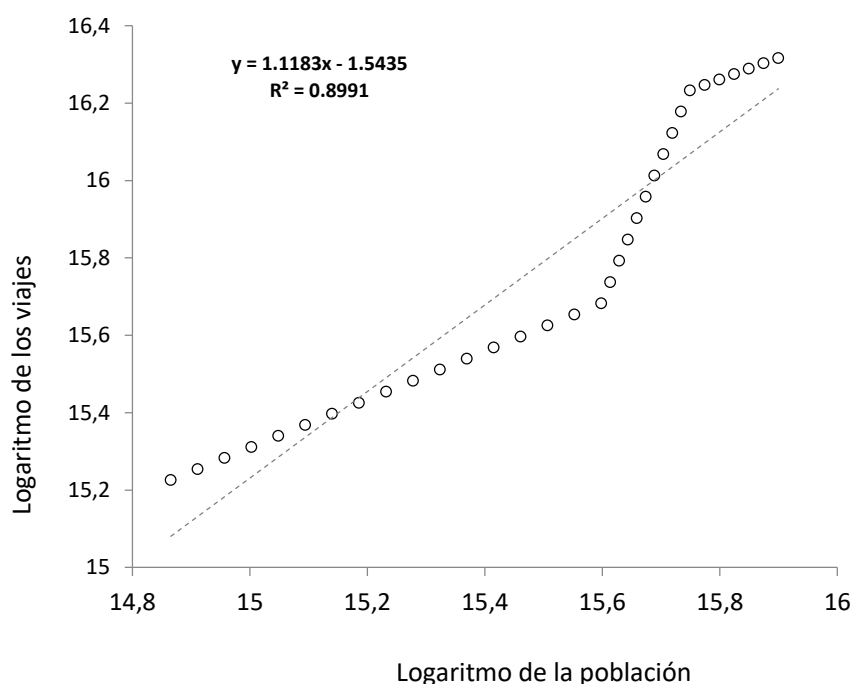
La relación que existe entre los coeficientes de la función de utilidad obtenida del experimento, indica una mayor sensibilidad de los usuarios al costo de viaje de las alternativas de elección mostradas, lo cual guarda consistencia con la población



beneficiada de segmentos económicos de estratos medios y bajos. Los valores obtenidos fueron: coeficiente de la variable costo de -0.4360 y coeficiente para la variable tiempo de -0.0254.

f) La elasticidad entre el crecimiento de la población y la demanda de viajes, indica que el comportamiento de la población y el número de viajes tienen una alta correlación<sup>52</sup> positiva, lo que implica que el crecimiento de la variable población y viajes crecen con la misma tendencia. Asimismo, el coeficiente asociado a la recta de regresión entre estas dos variables es cercano a uno, esto significa que la cantidad demandada (de viajes) y la población cambian en un valor cercano proporcionalmente, lo que se traduce a su vez en que el crecimiento de la población es un buen estimador, por lo tanto esta variable fue incluida en la estimación del crecimiento de los viajes. Adicionalmente, se observa una tasa de crecimiento media anual en los últimos años de 1.7%.

**Figura 93.- Variable empleada para el pronóstico de la demanda de viajes**



<sup>52</sup> Coeficiente de correlación de Karl Pearson. Para interpretar el coeficiente de correlación se utiliza la siguiente escala:

0 = correlación nula; de 0.01 a 0.39 = correlación positiva baja; de 0.4 a 0.89 = correlación positiva de moderada a alta; de 0.9 a 0.99 = correlación positiva muy alta, 1 = correlación positiva perfecta. (GOVINDEN, Lincoyán, (1985), Introducción a la Estadística, Ed. McGraw Hill. Interamericana Editores. S.A., Bogotá, Colombia., JOHNSON, Robert, (2003), Estadística Elemental, Ed. Math Learning, Ed. Tercera, México DF.)

g) El método de asignación considerado en la simulación es "Headway – Based Assignment", el cual incorpora el grado de conocimiento del pasajero de los tiempos del sistema, que en este caso se considera un concepto de estrategias óptimas en cuanto a la elección de la trayectoria por parte de viajero, incluido en la función de impedancia basada en un concepto de costo generalizado de viaje, empleada para la búsqueda de caminos y elección de la trayectoria en la asignación de los flujos en la red. Este se define de la siguiente manera:

$$IMP = f_1 \cdot TVP + f_2 \cdot Puntos\_Tarifa$$

Donde:

$f_1$  : Peso del tiempo de viaje percibido.

$f_2$  : 1 / Valor Subjetivo del Tiempo (Soles/minuto).

Puntos\_Tarifa: El costo monetario del pasaje (en soles). Asimismo,

$$TVP[\text{min}] = f_3 \cdot TEV + f_4 \cdot TAux + f_5 \cdot TAcc + f_6 \cdot TEgr + f_7 \cdot TCT + f_8 \cdot TEO + f_9 \cdot TET + f_{10} \cdot NTr$$

Donde:

TEV : Tiempo de viaje dentro del vehículo (min).

TAux : Tiempo auxiliar de transporte público (min).

TAcc : Tiempo de acceso (min).

TEgr : Tiempo de egreso (min).

TCT : Tiempo de caminata de transferencia (min).

TEO : Tiempo de espera en el origen (min).

TET : Tiempo de espera de transferencia (min).

NTr : Número de transferencias (min).

fn : Peso de la variable n

Presentando la zona en estudio, un tiempo promedio de 5 minutos para las transferencias, con velocidades promedio de caminata de 4 km/h. Asimismo, el tiempo de acceso y salida depende del diseño del vehículo (está involucrado el tiempo de apertura y cierre de puertas). Así mismo, los intervalos de paso incluidos, son los registrados in situ, mediante un proceso de toma de información.

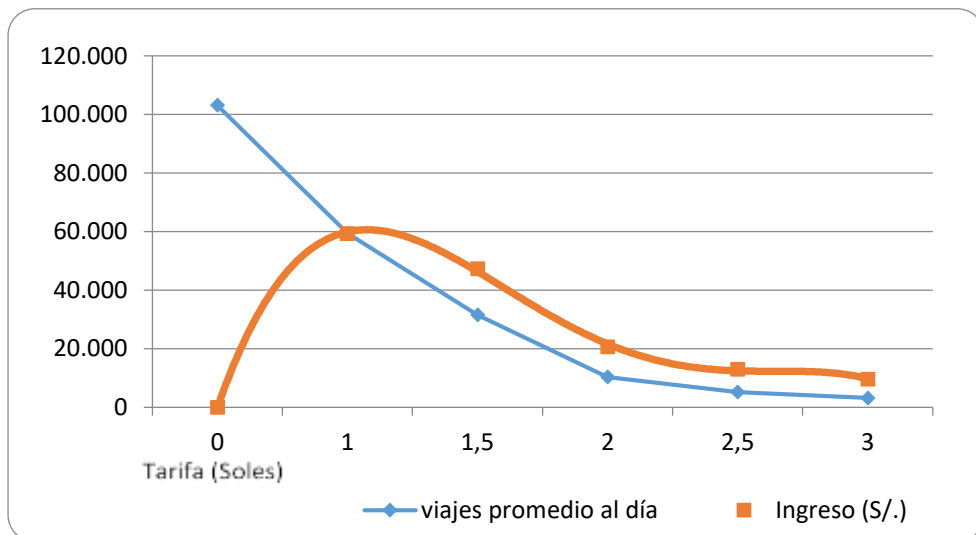
## 2.2. Output

1) Una vez efectuada la simulación de la situación actual, y efectuada la revisión del grado de ajuste del modelo, identificándose estadísticos tal como un coeficiente de determinación mayor a 0.90, se efectúa el análisis de sensibilidad de la demanda con relación a los distintos parámetros de operación del proyecto; este fue efectuado con relación a tarifa, velocidad e intervalo de paso, para obtener la demanda con base

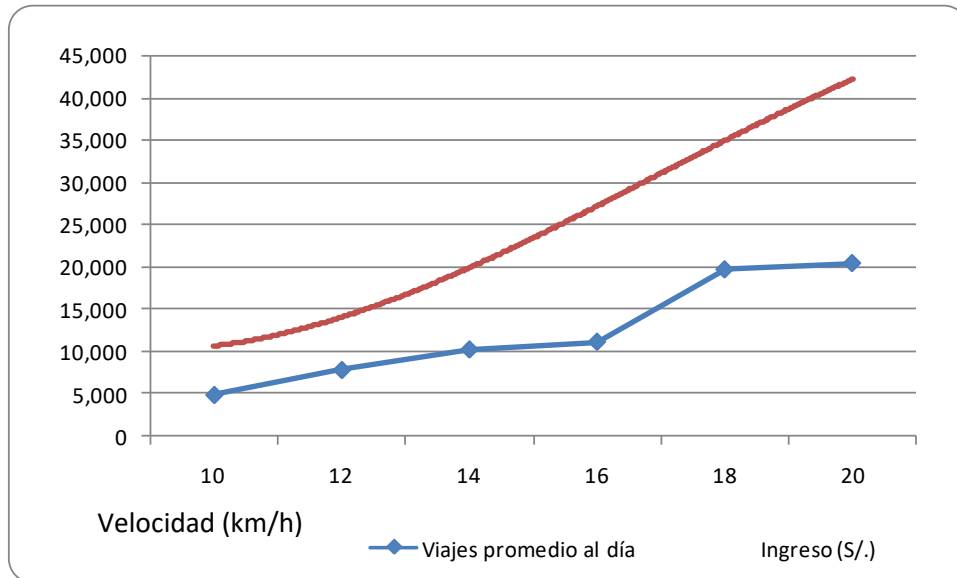
en la variación de alguna de estas variables, manteniendo en status quo las demás variables.

Se establece una velocidad de 14 km/h y otros atributos que se mantienen fijos, efectuándose solo la variación de la tarifa de 1.00 a 3.00 soles con rangos de 0.50. Ante estas variaciones en el precio del servicio, tenemos que a medida que se incrementa la tarifa, la demanda cae en más del 50%, hasta que a partir de los 2.00 soles el decrecimiento es menor del 20%, tal como se observa en la imagen mostrada líneas abajo.

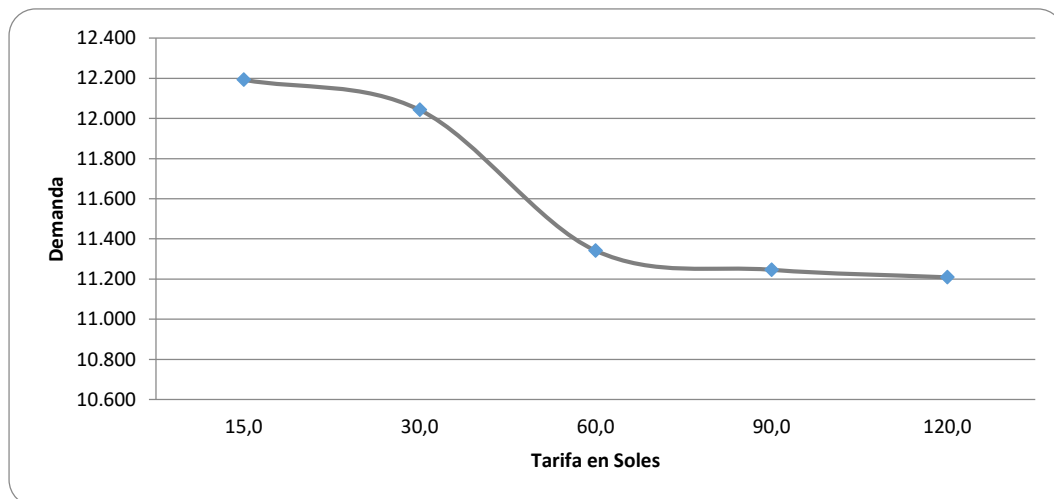
Por otro lado, el ingreso producto de la tarifa por la demanda muestra un máximo global en una tarifa próxima a 1.00 sol; sin embargo, esta tarifa no necesariamente es la adecuada para todo el sistema pues esta debe cubrir todos los costos del mismo (estos son insumos para los análisis financieros).



Asimismo, efectuando el análisis del comportamiento de la demanda ante variaciones en la velocidad en un rango de 10 a 20 km/h con variaciones de 2 km/h, manteniéndose fijo atributos como la tarifa ( se considera 2 soles), se observa que si las velocidad se incrementa, por ende disminuye el tiempo de viaje y conlleva a un incremento en aproximadamente el 10% en velocidades menores a los 17 km/h; sin embargo, si estas velocidades son mayores, su incremento es mayor debido a que se encuentra en mayor ventaja que los sistemas convencionales de transportes, debido a la congestión que presenta la red vial, tal como se observa en el siguiente gráfico:



Ante variaciones en el intervalo de paso del teleférico, se afecta directamente al tiempo de espera del usuario, lo cual conlleva a cambios en el tiempo de viaje total, existiendo una relación inversa entre la demanda y el tiempo de espera; acorde con el tipo de sistema se manejan cabinas con capacidades menores a los 10 pasajeros, de allí que necesitan un intervalo de paso menor que un sistema convencional, de allí que a intervalos mayores a los 1.5 minutos la variación de la demanda es menor del 3%, mientras que con intervalos inferiores a un minuto su variación es mayor. A continuación se muestra un gráfico con los resultados:



De ello se desprende que el mayor impacto en la demanda es generada por variaciones en la tarifa.

2) Considerando aquellos viajes que se efectúan en las zonas que forman parte del área de influencia directa (viajes internos), estos representan el 48% de la demanda

captada por el sistema y aquellos cuya trayectoria provienen de zonas externas (viajes externos), representan el 52% restante. Esta demanda es aquella que actualmente se efectúan en transporte público y emplea un modo de transporte a pie o moto taxi para acceder a él.

3) Se identifica una demanda potencial de viajes con la disposición de utilizar el proyecto, sin que el traslado genere necesariamente un cobro, de 120 mil viajes al día; el cual, representa a una población de 62 mil personas. Esta es la demanda a soportar el sistema, durante los primeros días de operación en calidad de aprendizaje. Posteriormente con la aplicación de una tarifa esta demanda baja a 12.7 mil viajes (tarifa de 2.00 soles), en razón a su disponibilidad de pago.

### **3. Conclusión**

El uso del sistema de cable en combinación con los sistemas masivos, genera una disminución del tiempo de viaje en aproximadamente 30 minutos, lo cual representa una reducción aproximada del 50% en un tiempo de viaje promedio actual. Esto se traduce en una mejor calidad de vida, ya que este tiempo puede ser destinado a ocio u otra actividad.

El modelo de simulación efectuado es confiable con base en la calidad de los datos, además del número de predictores del modelo.

La disponibilidad de pago es menor en los estratos con ingresos más bajos ubicados en las zonas más altas. De allí que los cambios presentados por la demanda ante cambios tarifarios muestran una mayor sensibilidad ante tales cambios. Por otro lado, este sector es el más beneficiado con este nuevo sistema, al reducirse su tiempo de viaje.

### **Bibliografía**

Banks J. et al (1997), *Discrete-event System Simulation*, Prentice Hall

Law A., Kelton D. (2001), *Simulation Modelling and Analysis*, Third Edition Mc Graw – Hill

Ortuzar J.de D., Willunsem L,(2006), *Modelling Transport*, Third Edition Willey

Ortuzar J.de D.,(2000), *Modelos Económicos de Elección Discreta*, Ediciones Universidad Católica de Chile

# **SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO POR CABLE EN ECATEPEC: UNA EXPERIENCIA MÁS ALLA DE LA MOVILIDAD**

**Margarita Luna López**

Grupo Cal y Mayor. Ciudad de México, México  
mluna@calymayor.com.mx

## **RESUMEN**

El acelerado crecimiento de la población, junto con el proceso de urbanización que se ha registrado en los municipios conurbados de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), representan para las autoridades de la Ciudad de México y el Estado de México un reto respecto a la oferta de infraestructura vial y servicios de transporte público urbano sustentable y eficiente que permitan mejorar la movilidad desde y hacia la capital de la Ciudad de México. Adicionalmente, la existencia de limitantes físico-geográficas en las principales vialidades de la zona alta de San Andrés de la Cañada del municipio de Ecatepec de Morelos junto con la gran densidad poblacional, generan una baja capacidad de las vías expresado en un flujo forzado, cuellos de botella e incluso colapsos ante perturbaciones en el tránsito. Al mismo tiempo, la población que habita en la región cuenta con niveles de ingreso que los ubican en los deciles más bajos, altos niveles de inseguridad, baja calidad en los servicios públicos, etc. Atendiendo a lo anterior, el gobierno del Estado de México, decidió llevar a cabo los estudios necesarios para implementar el primer sistema de transporte público por cable del país, lo cual lo convierte en un esquema de movilidad único y de referencia para otras zonas de México. El proyecto consistió en la construcción e implementación de un sistema de transporte público tipo teleférico denominado "Mexicable de Ecatepec de Morelos". A poco más de un año de la puesta en operación de tan ambicioso proyecto de transporte público, la población además de experimentar mejoras en sus condiciones de movilidad, ha registrado una mejora en su nivel de desarrollo y satisfacción. Ya que el sistema de transporte, les ha permitido acceder en mejores condiciones de movilidad, acercándolos a otras oportunidades, al ampliar la oferta de servicios a su alcance, pero sobre todo, al convertir esta infraestructura en un ícono de acceso a oportunidades y mejores condiciones de vida.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Ofrecer un transporte urbano sustentable y eficiente en términos de servicio, comodidad, seguridad, accesibilidad, conectividad y movilidad se ha convertido en uno de los principales retos a resolver en la mayoría de la ciudad de América Latina, dentro de las cuales la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) no es la excepción.

El crecimiento que ha experimentado en los últimos treinta años la ZMVM, se ha dado no sólo en términos de su mancha urbana, sino también de su población y expansión territorial. En el año de 1990 la ZMVM estaba integrada por las 16 delegaciones del Distrito Federal y 26 municipios del Estado de México; pero para el año 2010, se incorporaron 23 municipios más de Estado de México, dando un total de 59 y uno de

Hidalgo; actualmente se está analizando la posibilidad de integrar 20 municipios más, pertenecientes al Estado de Hidalgo, dando muestra del continuo crecimiento que hasta la fecha presenta el Valle de México.

En este sentido, se identifica que la (ZMVM) concentra una gran densidad poblacional y en algunas zonas se encuentra con limitantes físicas en sus vías de comunicación que impiden ampliar su capacidad vial. Además, el crecimiento y dinámica de la zona, conlleva una acelerada motorización asociada a la preferencia y uso excesivo de los vehículos particulares; incentivado por la existencia de un transporte público insuficiente, ineficiente, desorganizado y de mala calidad, y que al estar desarticulado impide el tener una red integral de transporte público.

Con base en los resultados de la Encuesta Origen – Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017, se conoce que la zona cuenta con 5.9 millones de hogares, de los cuales el 41%, de estos cuenta con un vehículo (automóvil o camioneta). De la misma encuesta se conoce que el 51% de los viajes que se registran entre semana en la ZMVM, estos se realizan en transporte público<sup>53</sup> y un 22% lo hace a través de vehículos privados. Llama la atención el hecho de que de los viajes realizados por transporte público, el 82% de los realizados en los municipios conurbados los llevan a cabo a través de microbús y/o combi, respecto al 67% de los mismos que se realizan en la Ciudad de México.

El municipio de Ecatepec de Morelos, perteneciente al Estado de México, forma parte de la ZMVM, cuenta con 1,656,107 habitantes<sup>54</sup>, dicha población tiene una fuerte relación por motivo de trabajo, educación o recreación con la Ciudad de México; por lo que es indispensable brindarle un sistema de transporte masivo de pasajeros eficiente.

El municipio de Ecatepec de Morelos cuenta con nueve pueblos originarios, siendo estos: San Cristóbal, San Pedro Xalastoc, *San Andrés de la Cañada*, San Isidro Atlautenco, Santa María Chiconautla, Santo Tomás Chiconautla, Guadalupe Victoria, Santa María Tulpetlac y Santa Clara Coatitla.; y es precisamente el tercero de estos, el que constituye el área de influencia definida para el estudio del proyecto sistema de transporte de pasajeros tipo teleférico del municipio de Ecatepec de Morelos

---

<sup>53</sup> En la categoría de transporte público la EOD 2017 considera las siguientes opciones: transporte público colectivo, taxi (calle, sitio o aplicación), metro, metrobús o mexibús y otros transportes públicos.  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/promo/resultados\\_eod\\_2017.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/promo/resultados_eod_2017.pdf)

<sup>54</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Censo de Población y Vivienda 2010.

denominado *Mexicable de Ecatepec de Morelos*, corresponde a la zona suroeste del municipio.

## **2. CONDICIONES DE DESARROLLO URBANO EN EL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS Y SAN ANDRÉS DE LA CAÑADA**

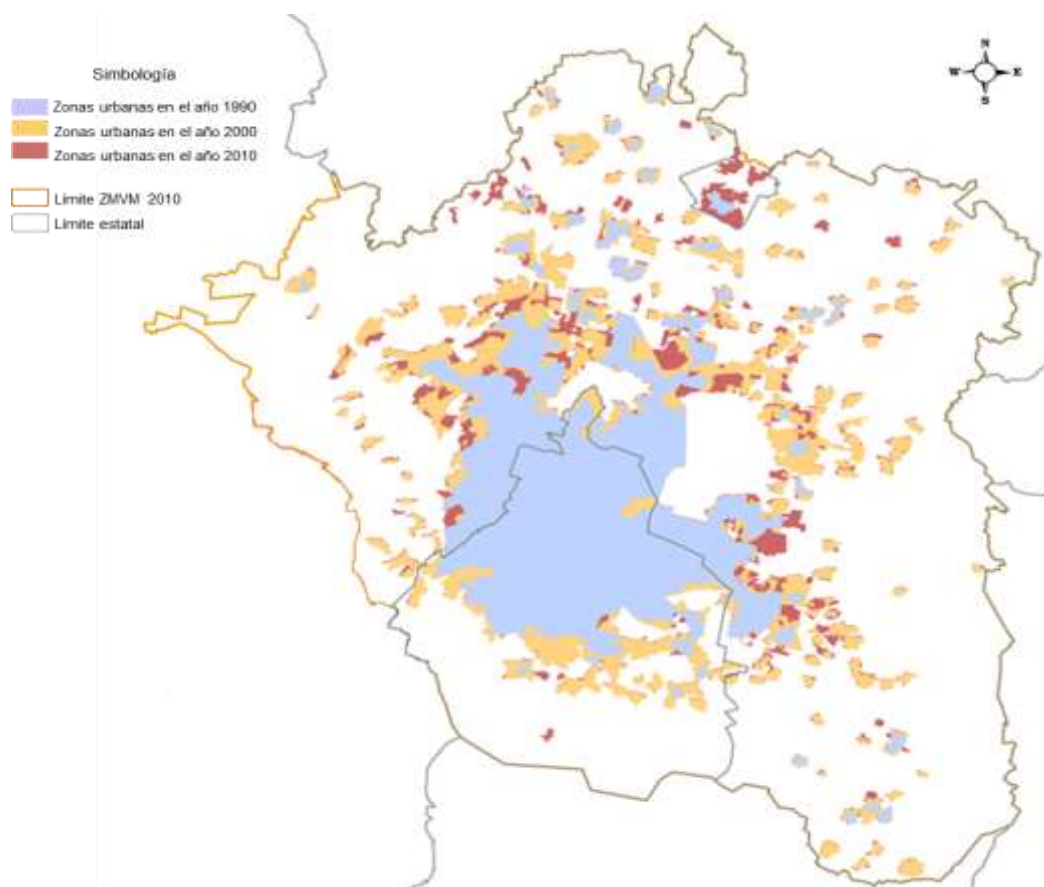
### **2.1. Expansión de la mancha urbana**

El proceso de expansión que se ha registrado en San Andrés de La Cañada, es muy semejante al del todo el municipio de Ecatepec, en el sentido de que el crecimiento de la mancha urbana se ha dado de manera desordenada, de tal manera que se identifican asentamientos humanos en zonas no aptas para ello, tal y como son laderas de cerros y en barrancas, así como en zonas de vocación agrícola. Lo anterior ha ocasionado que se trate de una localidad esencialmente habitacional de mediana a alta densidad.

El crecimiento registrado por San Andrés de la Cañada en algún sentido puede ser considerado como un ejemplo de la evolución de la densidad poblacional que se ha registrado en los municipios conurbados de la ZMVM, en donde se aprecia su gran concentración poblacional, pero también el hecho de como poco a poco, la población ha ido tomando nuevos lugares para instalarse, estableciendo así, nuevos asentamientos urbanos, los cuales han traído aparejado el aumento de diferentes servicios públicos e infraestructuras, tales como son viviendas servicio de agua potable, vialidades, sistemas de transporte, etc., mismos que no siempre se han cubierto.



**Figura 94 Crecimiento de la mancha urbana de la ZMVM**



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor con base en información del INEGI

## 2.2. Infraestructura vial

En la actualidad, el municipio de Ecatepec de Morelos cuenta con vías de comunicación y servicios de transporte público con una cobertura amplia; sin embargo, es de mala calidad y está se encuentra supeditada a las condiciones físico-geográficas del territorio (barreras físicas) como son la topografía y orografía específica de la zona de San Andrés de la Cañada; así como a las barreras artificiales, en parte generadas por la expansión de la mancha urbana sin la planificación adecuada; lo cual implica una pérdida importante de horas-hombre, así como el deterioro de la calidad de vida de su población, además de la sobresaturación de las unidades y rutas de transporte que confluyen en puntos comunes y que se manifiestan en colapsos viales.

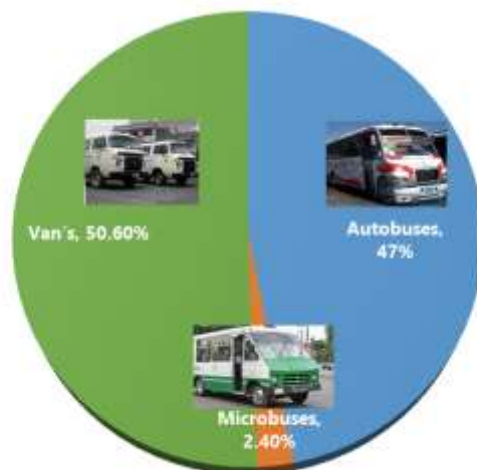
La infraestructura vial del municipio de Ecatepec de Morelos está compuesta principalmente por la Autopista México-Pachuca, la Autopista México-Pirámides, la carretera federal libre a Pachuca y la carretera federal México-Texcoco-Lechería; las cuales atraviesan el municipio de norte a sur. Uno de los principales problemas de la



Fuente: Elaboración Cal y Mayor.

El 47% de la flota son autobuses, los cuales tienen una velocidad promedio de 12.6 km/h y un tiempo de demora promedio de 22.5 minutos. El 50.6% son vans y en promedio tienen una velocidad de 14.5 km/h y demoran 16.9 minutos. El 2.4% son microbuses, los cuales circulan a una velocidad promedio de 15.1 km/h y tienen una demora de 7.1 minutos en promedio.

**Figura 3. Composición vehicular de la oferta de transporte público**



Fuente: Elaboración Cal y Mayor.

La velocidad promedio resultante del sistema de rutas de la zona de estudio es de 14 km/h. El tiempo de demora promedio por recorrido en las rutas analizadas es de 18.5 minutos. En particular los usuarios de transporte público de los municipios conurbados de esta zona central del país, pero en especial los que habitan en la zona de San Andrés de La Cañada al suroeste del municipio de Ecatepec de Morelos experimentan altos tiempos de viaje (TV) y un servicio deficiente al presentar sobresaturación en las unidades y rutas de transporte, así como conflictos viales (congestión y accidentes). Esto representa una pérdida importante de horas-hombre y deterioro de la calidad de vida de la población.

### **3. MEXICABLE DE ECATEPEC: ELEMENTOS DE SU DISEÑO**

Con base en los estudios técnicos, de mercado, legales, ambientales, financieros y económicos realizados, se identificó la ruta de trazo del proyecto más adecuada, misma que obviamente además de cubrir las necesidades de viaje de la población, representará la menor afectación en la zona, esto con el propósito de poder contar con los permisos y autorizaciones necesarios, pero sobre todo el poder incorporar el proyecto en la entorno de la zona lo más "naturalmente posible". El trazo de proyecto y características del mismo, se presentan a continuación:

**Figura 4. Trazo del Mexicable de Ecatepec**



Fuente: Elaboración Cal y Mayor

**Tabla 1 Principales características del Mexicable de Ecatepec**

Concepto	Parámetro
Longitud	4.8 km
Número de estaciones	7
Número de estaciones motrices	2
Tipología instalación	Telecabina desembragable
Capacidad horaria máxima	3,000 personas / hora/ sentido
Tipo de cabina	GD 8 (8 sentados / 10 de pie)
Intervalo de tiempo entre los vehículos	12 segundo

Fuente: Elaboración Cal y Mayor

El estudio se licitó y a partir de una combinación de recursos público-privados se asignó la concesión. Después de concluidas las obras y el periodo de pruebas, el Mexicable de Ecatepec, inició operaciones el 04 de octubre del 2016. Entre los beneficios generados se identifican: i. reducción en los tiempos de viaje de la población; ii. comodidad y seguridad para los usuarios de transporte público; iii. reducción de la congestión vial e incremento del nivel de servicio, en particular en la Av. San Andrés; iv. incremento en la eficiencia energética y reducción de emisiones de gases contaminantes; v. incremento de la productividad, entre otros

#### **4. IMPLEMENTACIÓN E INTEGRACIÓN DEL MEXICABLE DE ECATEPEC EN LA VIDA DE LA POBLACIÓN DE SAN ANDRÉS**

Hasta antes del Mexicable de Ecatepec, en México no existía alguna otra experiencia de implementación de un sistema de transporte por cable, bajo un enfoque de transporte masivo. De manera tal, que la puesta en operación del Mexicable de Ecatepec, como la mayoría de los proyectos, tuvo sus momentos complicados, mismos que involucro problemas con la liberación de algunos predios para la construcción de las estaciones, rechazo por parte de los transportistas, así como de grupo de la población.

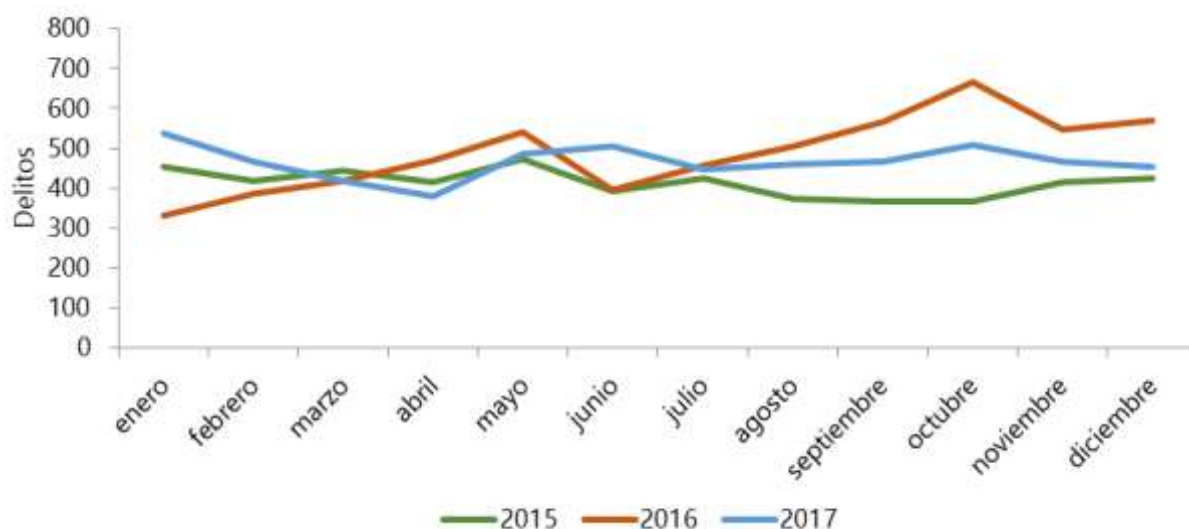
Como se mencionó al inicio del documento, el municipio de Ecatepec es una zona de alta densidad de bajos ingresos, existe un déficit de diferentes servicios públicos y se caracteriza por contar con altos niveles de inseguridad, razón por la cual la población tiene que enfrentar diariamente diferentes obstáculos para poder llegar a sus trabajos y centros educativos.

Con base en la información del Sistema Nacional de Seguridad Pública del Secretariado Ejecutivo, se puede acceder a información de la incidencia delictiva registrada. Considerando dicha fuente de información se identifica que en el municipio de Ecatepec se registra poco más del 10% de los delitos registrados en todo el Estado de México<sup>55</sup>, vinculados con la afectación a la vida e integridad corporal, libertad personal y libertad y seguridad sexual. A continuación se presenta el comportamiento histórico de dicha variable y se identifica que el año 2016 es el que registro el mayor número de incidencias delictivas en el municipio, con total de 5,849 delitos denunciados, versus los 4,966 y 5,594, delitos registrados en los años 2015 y 2017, respectivamente.

---

<sup>55</sup> El Estado de México se integra de 125 municipios.

**Figura 5. Número de delitos registrados en el Municipio de Ecatepec, 2015-2017**



Fuente: Elaboración Cal y Mayor con base en información del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

Considerando la realidad del entorno social y económico de la zona de proyecto, el concesionario y el gobierno del estado y del municipio, implementaron una serie de acciones, con el fin de que el Mexicable, hiciera parte de la vida de la población de San Andrés de La Cañada, de manera tal que la población empezó a sentirlo como propio y de manera indirecta, incidiera en mejorar el entorno.

Una de las acciones concretas que se han implementado para lograr lo anterior es la iniciativa llamada *Ecatepec Arte Urbano*, misma que se encuentra liderada por Guido Van Helten, en cuya primera etapa arranco con el lema *#LaCalleEsTuya*. Esta etapa consistió en la decoración de las fachadas de más de 125 mil casas e inmuebles de San Andrés de La Cañada, con el propósito de "eliminar o quitarle lo gris a la zona y llenarla de color".

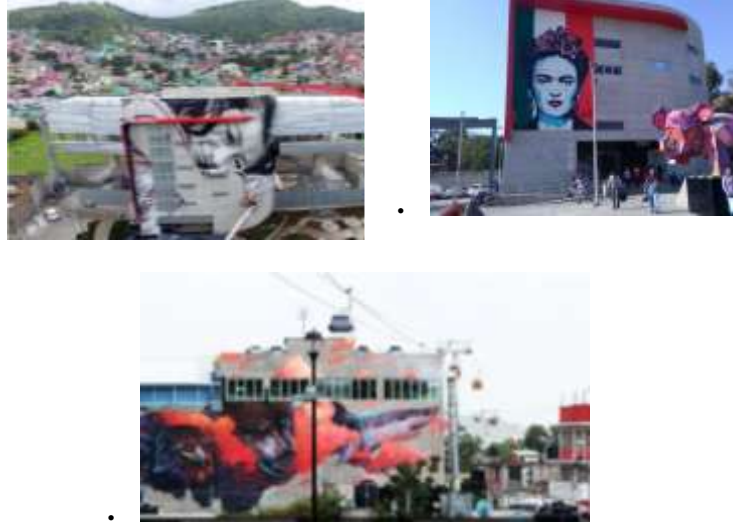
En palabras de Guido Van Helten, la visión de esta iniciativa de arte urbano es la siguiente: "De muchas maneras el arte siempre tiene un efecto positivo en la gente, en el área donde se pinta, en el aspecto de la comunidad. Tener estos muros da otra cara a Ecatepec, le da otra posibilidad, quizá la oportunidad de cambiar su realidad actual"<sup>56</sup>. En este proceso, el artista comenta que la interacción con la población en general, pero sobre todo con los niños y las mujeres de la zona, son los elementos clave en esta iniciativa. Por esta razón es que en varios de los murales que se han diseñado, la imagen femenina juega un rol fundamental, como una manera de revalorar el rol de la mujer en la zona.

<sup>56</sup> Texto retomado de la entrevista realizada por Abigail Gómez. Mexicable. Un transporte con arte. En periódico El Universal, 15 de agosto del 2016.

<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-investigacion/2016/08/15/mexicable-un-transporte-con-arte#imagen-8>

Una segunda etapa de Ecatepec Arte Urbano, es la participación de diferentes artistas, nacionales e internacionales, en la creación de murales decorativos en las estaciones del Mexicable, así como en los techos de las casas, que constituye la ruta del sistema de transporte aéreo.

**Figura 06 Ejemplo de Ecatepec Arte Urbano**



Fuente: Periódico El Universal.  
Cal y Mayor

## 5. CONCLUSIONES

- El Mexicable de Ecatepec, marcó un antes y después en materia de proyectos de transporte masivo.
- A raíz de su éxito, en diferentes ciudades de México, se está evaluando la posibilidad de implementar proyectos de este tipo.
- Sin embargo, no se trata de replicar las mismas recetas, es necesario que se lleven a cabo los estudios técnicos, legales y económicos, a partir de los cuales se identifique la pertinencia de llevarlos a cabo, sobre otras alternativas posible, sobre todo de cara a los altos montos de inversión que involucra el desarrollar infraestructuras de éste tipo.
- Retomado la letra de la reportera Abigail Gómez, el Mexicable de Ecatepec, pero sobre todo la experiencia desarrollada a su alrededor bien puede resumirse de la siguiente manera: "*Rosa, rojo, verde, azul, colores vivos. Ecatepec quiere dejar de ser una mancha gris, quiere dejar de ser el lugar donde desaparecen y mueren mujeres, donde los asaltos ocurren todos los días. Lucha por dejar atrás*

*su mala fama y convertirse en un museo gigante, en un ejemplo de recuperación de espacios, de transformación*<sup>57</sup>.

## **BIBLIOGRAFIA**

Cal y Mayor (2013). Estudios y proyectos para la construcción del metrocable en los municipios de Ixtapaluca, Naucalpan, Ecatepec, Tultitlán y Atizapán de Zaragoza, Estado de México (proyecto estudio nueva), más de un municipio, varias. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. Encuesta ORIGEN DESTINO en hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017). México. En [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/promo/resultados\\_eod\\_2017.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/promo/resultados_eod_2017.pdf)

Seeber, Anton. (2011). La Renaissance of the Cableway. [www.urbancableways.com](http://www.urbancableways.com).

<http://mexicable.com/php>

Gómez, Abigail. (2016). Mexicable. Un transporte con arte. En <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-investigacion/2016/08/15/mexicable-un-transporte-con-arte#imagen-8>

---

<sup>57</sup> Abigail Gómez. Mexicable. Un transporte con arte. En periódico El Universal, 15 de agosto del 2016. <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-investigacion/2016/08/15/mexicable-un-transporte-con-arte#imagen-8>



# **REVISIÓN DEL MODELO DE CALCULO DE TARIFAS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE BASADOS EN METRO CABLES**

**Dino Salvucci**

Universidad Simón Bolívar / C.A. Metro de Caracas.Caracas-Venezuela.

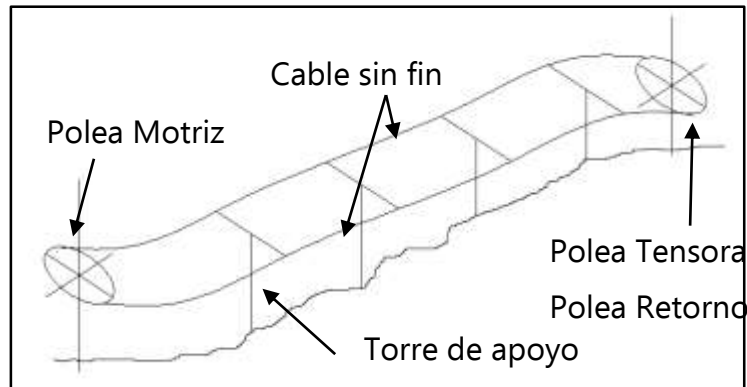
## **RESUMEN:**

El transporte colectivo urbano es uno de los mayores desafíos para áreas urbanas, especialmente en Latinoamérica, el cual se ve afectado por una serie de problemas vinculados: mayor complejidad en la movilidad, planificaciones inadecuadas, crecimiento desarticulado de la cantidad de operadores y sistemas diferentes, falta de integración de la infraestructura, dificultades para los pasajeros en el uso de los sistemas por la no integración del transporte y de tarifas, pérdida de tiempo, así como la ausencia de políticas para desestimular el uso vehículo privado e incrementar la utilización del transporte público. Para responder a los retos de crecimiento, inclusión social y movilidad, diversos especialistas urbanos han empezado a considerar alternativas a los modos tradicionales de transporte urbano, incluyendo los teleféricos. En la última década, muchas ciudades alrededor del mundo han construido redes de teleférico para mejorar la movilidad urbana. La implementación de nuevas alternativas de transporte implica también la incorporación de nuevos procedimientos en el análisis y/o estudios de los sub sistemas que los conforman. Uno de ellos, no menos importante, es el relacionado con la tarifa y la metodología empleada en la determinación del cálculo de la misma, los procedimientos tradicionales empleados para la determinación de las tarifas en sistema de transporte superficial son diferentes para los metro cables, ya que se incorporan nuevos elementos. El objeto del presente trabajo es desarrollar una revisión crítica del modelo, incorporando elementos de tarifas sociales a la luz el actual estado del arte.

## **Sistema Metro Cable**

Los sistemas de transporte basados en cable, que en lo sucesivo llamaremos Metro Cable, los podemos representar como una aplicación en la cual empleamos un teleférico para el transporte de personas, el cual opera en unas condiciones de cargas y apoyos particulares. La configuración original y básica de la estructura de un teleférico está representada en la Figura 95. Podemos resumir que estos están conformados por: un cable sin fin, torres de soportes, Estaciones de Tracción, Estaciones Intermedias, Estaciones de retorno y Estación Tensora. El cable sin fin al pasar por las poleas, adquiere movimiento, y es esta circulación a velocidad constante del cable, la que permite el traslado de las cabinas. Al ser un cable único, requiere de apoyos intermedios para salvar el gran desnivel existente entre estaciones. Se hace necesario entonces, establecer la condición de apoyo que el cable tiene sobre las torres intermedias.

**Figura 95. Estructuración básica del teleférico.**



Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la Figura 95, la estructuración básica de las torres de apoyo es en forma de "T", así, un brazo resiste los esfuerzos de la vía ascendente y el otro, los de la vía descendente. Las roldanas o "poleas guías" que ambos brazos poseen, permiten que el cable al deslizarse en ellos, mantenga la velocidad y movimiento que le impregna la polea motora. Si bien, se provocan pérdidas de energía, debido al roce del cable con el balancín de apoyo, estas son despreciables.

Comúnmente, se designa como "balancín" (Figura ) a un conjunto o tren de roldanas que sustentan el paso del cable por las torres y, tal como lo dice su nombre, se mueve armónicamente con el paso de las cabinas sobre él, reduciendo las pérdidas de tensión por fricción. Más adelante, cuando se describa la función de las torres mecánicas de soporte se explica con más detalle la configuración de estos balancines que permiten el paso de las cabinas y el cable de acero.

Resumiendo, el apoyo del cable sobre las torres intermedias es del tipo deslizante, por lo tanto, no existe una reacción horizontal en los apoyos intermedios.

**Figura 2. Balancines de apoyo en las torres**



Otro punto importante para modelar el sistema, es la condición simétrica que éste presenta. Al tener una vía ascendente y otra descendente (tal como lo indican los fabricantes), se puede determinar la tensión máxima que se origina en sólo una de ellas, y establecer que para la otra vía la condición más desfavorable será la misma. Por lo tanto, se puede calcular la tensión de trabajo del cable, considerando sólo la vía ascendente.

### **Estructura de Costos**

Convencionalmente la estructura de costos de los sistemas está concebida por tres elementos básicos: Costos Fijos, Costos Variables, Costos de Capital. Cuando se aplica este concepto para determinar la estructura de costo a sistemas de transporte, aparecen elementos importantes que influyen en el cálculo, tales como combustible, lubricantes, llantas (Cauchos), mantenimiento; valores que son afectados directamente por la cantidad de kilómetros recorridos. Una estructura de costos de un sistema de transporte convencional se puede representar en la tabla 1

**Tabla 1: Estructura tradicional de costos de un sistema de transporte**

<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>COSTOS DE CAPITAL</b>
Combustibles	Estacionamientos y/o Parqueaderos	Recuperación de capital
Lubricantes	Impuestos	Rentabilidad
Llantas	Seguros	
Mantenimiento	Gastos de administración	
Salario y prestaciones		
Servicios de estación		

Fuente: Elaboración propia

Los sistemas de transporte Metro Cable implican la existencia de nuevos elementos, así como la necesidad de una estructura organizacional, la cual impacta de forma significativa en el método del cálculo del costo de la tarifa técnica. De igual forma

impacta el hecho de la confiabilidad que deben poseer estos sistemas, por el hecho por depender su transporte de un cable tractor.

Otros elementos a considerar son: el consumo eléctrico, que es la fuente de energía, los repuestos que a groso modo podemos clasificar en elementos mecánicos, elementos eléctricos y elementos hidráulicos, así como grasa, lubricantes y combustibles. Sin olvidar el hecho fundamental de la comunidad a la cual se le brinda el servicio de transporte generalmente de bajos recursos, situación que implica aplicar una vez calculada la tarifa técnica, aplicar una compensación para bajar su costo, de ser necesario. Determinar cuáles son los Elementos, la estructura organizativa requerida, el consumo de energía, y la estructura de costos nueva es el alcance del presente trabajo de investigación.

Partamos primeramente con el hecho significativo que por las condiciones socioeconómicas de los lugares donde se aplican estos sistemas de transporte, no aplicaremos ni tasa de retorno de capital, ni rentabilidad, por ahora. Lo cual modifica la estructura de costos, y aplicando las descripciones anteriores obtenemos una tabla que describe la estructura de costos como la indicada en la tabla 2

**Tabla 2: Elementos de la Estructura de Costos de un Sistema Metro Cable**

<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>COSTOS DE CAPITAL</b>
Repuestos Mecánicos	Gastos de administración	Recuperación de capital
Repuestos Eléctricos	Impuestos	Rentabilidad
Repuestos Hidráulicos	Seguros	
Grasas, Lubricantes		
Combustibles		
Mantenimiento Guaya		
Salario y prestaciones		
Servicios de estación: Agua, Telefonía, Electricidad		
Costos de Personal (Salarios, Prestaciones)		

## **Organización de un Sistemas Metro Cable**

Para que un sistema de teleférico opere se requiere una estructura organizativa que garantice su operación y mantenimiento en condiciones de fiabilidad y seguridad, esto es muy particular ya que implica conocer datos de la línea que se operara. Motivo por el cual asumiremos un sistema hipotético conformado por dos líneas (1 y 2), seis (6) estaciones y una longitud particular (L1 y L2).

Al visualizar las organizaciones existentes a nivel latinoamericano (Bolivia, Venezuela) para los requerimientos de personal y perfil son los indicados en la tabla 3. Adicional

al costo de los salarios están las prestaciones y otros beneficios de ley que son particulares para cada país.

La operación no sólo incluye aquellas faenas mecánicas y de operaciones propias del teleférico, sino que también aquellas labores administrativas que conforman la estructura.

**Tabla 3. Requerimiento del personal de Metro Cable para dos líneas y 6 Estaciones**

<b>Cargo</b>	<b>Perfil del Personal</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Salario + SS</b>	<b>Total mes</b>
Gerente General	Ing Elec/Mec MBA	1	P1	12*P1
Administrador	Licenciado	1	P2	12*P2
Asistente Administrativo	TSU	1	P3	12*P3
Operaciones Ingeniero	Ingeniero MSc	1	P4	12*P4
Supervisores Estaciones	TSU	12	P5	12*P5
Operadores Equipos	Bachiller Técnico	48	P6	12*P6
Operadores Estaciones	Bachiller Técnico	48	P7	12*P7
Rotativo (Cubrir Libre)	Bachiller Técnico	8	P8	12*P8
Mantenimiento Ingeniero	Ingeniero MSc	1	P9	12*P9
Mtto. Mecánico	TSU	1	P10	12*P10
Técnico Mantenimiento	Bachiller Técnico	1	P11	12*P11
Mtto. Eléctrico	TSU	1	P12	12*P12
Técnico Mantenimiento	Bachiller Técnico	1	P13	12*P13
Seguridad	Vigilante	12	P14	12*P14
Supervisor Seguridad	Bachiller Técnico	2	P15	12*P15
Rotativo (Cubrir Libre)	Bachiller Técnico	1	P16	12*P16
Limpieza Mujeres	Obrero	24	P17	12*P17
Limpieza Hombre	Obrero	12	P18	12*P18
Supervisor Limpieza	Técnico Admin.	1	P19	12*P19
<b>Total Personal</b>		<b>177</b>	Total Mensual	$\sum_{i=1}^{19} 12 * Pi$
			Previsión de Horas Extras	Pb
			Total Mensual	$\sum_{i=1}^{19} 12 * Pi$
			Costo total Anual Personal	$C1 = \sum_{i=1}^{19} 12 * Pi + Pb$

Fuente: Elaboración Propia

## Costo De Energía Eléctrica

Se debe calcular el consumo de energía eléctrica por parte de los motores principales que otorga movimiento al sistema. Este es el único costo variable afectado directamente por la operación, puesto que depende exclusivamente de la cantidad de personas que se trasladen en un momento determinado.

Para estimar el consumo debe en primera instancia determinarse la potencia requerida por el sistema, para de esta manera, elegir el motor adecuado. Asumiremos que la línea 1 tiene un motor de P1 KW y la línea 2 un motor de P2 KW.

## Costo De Energía Eléctrica Por Pasajero

En la condición más desfavorable de carga para el motor, el número de pasajeros que se transporta, está dado por la cantidad de cabinas en la vía ascendente, de acuerdo a la configuración de carga.

Asumiendo Número de cabinas para la línea 1 = A y para la línea 2 =B. y que las cabinas son de capacidad C pasajeros

Así, para la condición de carga más desfavorable, se tiene para la línea 1 (A/2), y para la línea 2 (B/2) esto implica que:

Para la Línea 1 N° plena carga un lado Pasajeros = (A/2)\*C (per)

Para la Línea 2 N° plena carga un lado Pasajeros = (B/2)\*C (per)

La potencia media necesaria por pasajero, es entonces:

$$W_{media} = \frac{W}{N} = \frac{P1 \text{ KW}}{\frac{A}{2} * C} = \frac{2 * P1}{A * C} \text{ KW/per}$$
$$W_{media} = \frac{W}{N} = \frac{P2 \text{ KW}}{\frac{B}{2} * C} = \frac{2 * P2}{B * C} \text{ KW/per}$$

La unidad para establecer el costo de consumo de energía eléctrica es el KW, por lo tanto, debe determinarse el tiempo del viaje o recorrido.

Considerando, que la longitud de una vía de cable o línea del teleférico es de aproximadamente L1 metros para la línea 1 y L2 para la línea 2 y que la velocidad constante de movimiento es de V (generalmente 5 m/s), se tiene que tiempo de viaje son

$$\text{Línea 1 } T_1 = \frac{L1}{V} = \frac{L1}{5} \text{ s} = \frac{L1}{5*60} \text{ minutos} = \frac{L1}{5*60*60} = \frac{L1}{18.000} \text{ horas}$$
$$\text{Línea 1 } T_2 = \frac{L2}{V} = \frac{L2}{5} \text{ s} = \frac{L2}{5*60} \text{ minutos} = \frac{L2}{5*60*60} = \frac{L2}{18.000} \text{ horas}$$

Esto implica que, el consumo medio de energía eléctrica por pasajero de un viaje es:

$$\text{Línea 1 } \frac{WW_{media}}{T_1} = \frac{\frac{2*P1}{A*C}}{\frac{L1}{18.000}} = 36.000 \frac{P1}{A*C*L1} \text{ kWh/per}$$

$$\text{Línea 2 } \frac{WW_{media}}{T_2} = \frac{\frac{2*P2}{B*C}}{\frac{L2}{18.000}} = 36.000 \frac{P2}{B*C*L2} \text{ kWh/per}$$

Considerando una Demanda Diaria (DD) usuarios (DD pass/día) x (24 días) = 24\*D1 pass/mes, que representan 24\*12\*DD (288\*DD) usuarios al año

Costo de Energía Anual para una demanda anual de 288\*DD será:

$$C2 = 36.000 * 12 * \left[ \frac{P1}{A * C * L1} + \frac{P2}{B * C * L2} \right] * 288 * DD \text{ kWh}$$

Con el valor de costo del kwh (tarifa precio de energía), y los datos de pasajeros movilizados en un mes se obtiene el costo de la energía por pasajero mensual; para el costo de las estaciones intermedias basta con aplicar costos de la energía por carga media estimada el cual depende de los servicios instalados en la Estación Intermedia y de retorno, (dato que en las estaciones analizadas esta alrededor de 170 KVA) llevando este cálculo a valor anual y sumado al valor del cálculo obtenido por el consumo de la Estación de tracción se obtiene el costo anual por energía.

## Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento están asociados al consumo de repuestos, y trabajos los cuales podemos resumir en la tabla 4

**Tabla 4. Costos de mantenimiento anual para dos líneas y 6 Estaciones**

Descripción	Total
Torres L1	C1
Torres L2	C2
Cabinas (A+B)	C3
Eléctricos (L1+L2)	C4
Cable Tractor (L1 y L2)	C5
Hidráulicos (L1+L2)	C6
Pinzas %(A+B) (10% anual)	C7
Rodamiento Volante	C8
Conjunto de Poleas	C9
Estaciones (6)	C10
Cable de Datos L1 y L2	C11

Herramientas	C12
Aceites y Grasa	C13
Volante	C14
Reductor	C15
Mano de Obra	C16
<b>TOTAL</b>	$C3 = \sum_{i=1}^{16} C_i$

### Estimación de Costos Anuales

Para el cálculo de los costos anuales se consideran los elementos Costo de Personal, Costo de mantenimiento, Costo de Energía, Costo de consumo de servicios, costos administrativos y de Impuestos los cuales se visualizan en la Tabla 5

**Tabla 5. Estimación de Costos Anuales**

Descripción	Sub-Total
Costos de Personal Anual	C1
Costo de energía Anual	C2
Costo de Mantenimiento Anual (USD \$)*	C3
Costo Consumo de Servicios (Agua, Teléfono, etc.)	C4
Impuesto	C5
Otros Ingresos (oi)	Io <sub>i</sub>
<b>TOTAL COSTOS ANUALES</b>	$T1 = \sum_{i=1}^5 C_i - Io_i$

### Estimación de la Tarifa

La estimación de la tarifa técnica, sin incluir costos de recuperación del capital invertido, ni los intereses por concepto de financiamiento por recuperación de capital, el costo de la tarifa técnica puede calcularse con la forma siguiente:

$$Tarifa = \frac{\text{Total de Costos Anuales}}{\text{Numero pasajeros por año}} = \frac{T1}{288*DD} \text{ Por pasajero}$$



## Costos de Tarifa de Metro Cable

**Tabla 6. Costos de sistemas teleféricos, longitudes, Numero de cabinas y tarifas**

Variable / Ciudad, Línea	Medellín		Caracas	La Paz	México
	Línea K	Línea J	San Agustín	La Paz-El Alto	Ecatepec
<b>Año Construcción</b>	2004	2008	2008	2014	2016
<b>Tecnología</b>	MDG	MDG	MDG	MDG	MDG
<b>Longitud Kilómetros</b>	2	2.6	1.8	10.37	4.9
<b>Estaciones</b>	4	4	5	11	7
<b>Cabinas Pass Cap.</b>	10	10	10	10	10
<b>Cabinas Operación</b>	90	119	52	443	185
<b>Velocidad Promedio Kph</b>	17	16	18	19	16
<b>Cap. Sistema pphpd</b>	3,000	3,000	1,500	6,000	3,000
<b>Total Pass Anuales</b>	12,000,000	5,000,000	2,800,000	80.000.000	2.000.000
<b>Costo de Sistema US \$</b>	26,000,000	50,000,000	> 21.000.000	234,680,000	91,348,737
<b>Costo/Kilometro US \$</b>	13,000,000	19,200,000	>9.000.000	22,630,665	18,642,599
<b>Tarifa US\$</b>	<b>\$0.87</b>	<b>\$0.87</b>	<b>\$0.23</b>	<b>\$0.43</b>	<b>\$0.38</b>

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones y Recomendaciones

En el cálculo de la tarifa técnica hay dos elementos de peso que se deben considerar; uno corresponde a la estructura de personal y otro al mantenimiento; Por lo tanto, para bajar costos es conveniente que la formación del operador- mantenedor, ya que la acción inmediata corresponde al personal operativo, igualmente el cumplimiento estricto de las actividades de mantenimiento garantiza la disponibilidad del equipamiento, así como reduce los costos de mantenimiento.

Para poder lograr tarifas sociales es conveniente usar los espacios sobrantes en las estaciones con un arrendamiento, con la finalidad de obtener otros ingresos que compensen los costos.

La implementación de rutas alimentadoras aumenta la cantidad de usuarios al sistema, elemento que se debe incorporar para aumentar la demanda de usuarios que es otro elemento que ayuda a tener una tarifa técnica competitiva que permita garantizar la permanencia de estos sistemas de transporte.

## Referencias Bibliográficas

- Arnott, R. & Kruss, M. (2003). *Principles of Transport Economics. Handbook of Transportation Science*, Second Edition, Kluwer Academic Publishers, NY-USA. Capítulo 18, pp. 689-726.
- Banco Inter-Americano de Desarrollo BID. (2017). *¿Los teleféricos como alternativa de transporte urbano?: ahorros de tiempo en el sistema de teleférico urbano más grande del mundo: La Paz- El Alto*. La Paz, Bolivia Suarez Alemán, Ancor; Serebrisky, Tomás
- Banco Inter-Americano de Desarrollo BID. 2014. *Mega-Cities and Infrastructure in Latin America: What its people think*. Washington, DC, EE.UU. Serebrisky, Tomás
- Baumol, W. J. y D. F. Bradford (1970), "Optimal Departures from Marginal Cost Pricing", *American Economic Review*, 60: 265-283.
- Bös, D. (1985), "Public sector pricing" en A. J. Auerbach y M. Feldstein (eds.) *Handbook of Public Economics*, North Holland, Amsterdam: Elsevier Science, vol. I, 129-211.
- Brand, P. & Davila, J. (2011) a. *Aerial cable car systems for public transport in low-income urban areas: lessons from Medellín, Colombia*. En World Planning Schools Congress, Perth, Australia (p. 18).
- Brand, P. & Davila, J. (2011)b. Mobility innovation at the urban margins: Medellín's Metrocables. *City* 15(6): pp. 647-661.
- De Borger, B., Mayeres I., Proost, S., and Wouters, S. (1996). "Optimal Pricing of Urban Passenger Transport: A Simulation Exercise for Belgium." *Journal of Transport Economics and Policy* 30: 31-54.
- Elia P., M. (2012). *Evaluación comparativa de equipamientos urbanos alcanzados, luego de la implantación del Sistema de Transporte Metrocable en los sectores de santo domingo (Medellín) y San Agustín (Caracas)*. (pp. 9-15) (Tesis de pregrado), Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Venezuela
- Hausman D, M. (1992). "The Inexact and Separate Science of economics". Cambridge University Press, pp. 58-69.
- Hernández Sampieri, R. (2003). *Metodología de la investigación* (3ª edición). México. Editorial Mc. Graw Hill.
- Hidalgo, D., y Huizenga, C. (2013). Implementation of sustainable urban transport in Latin America. *Research in transportation economics* 40(1): 66-77.
- Kenyon, S., Lyons, G., & Rafferty, J. (2002). Transport and social exclusion: investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility. *Journal of Transport Geography* 10(3): 207-219.
- Lucas, K. (2012). Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport Policy* 20, pp. 105-113.
- Mohring, H. (1972), "Optimization and Scale Economies in Urban Bus Transportation." *American Economic Review* 62: 591-604.
- Molinero, A. (1998). *Transporte Público. Planeación, Diseño, Operación y Administración* (3ª edición). México.
- Orrico, R. (1995) *Aspectos Generales de las Tarifas de Transporte Público por Omnibus*, Ministerio de Transportes Geipot
- Panzar, J. C., (1976), "A Neoclassical Approach to Peak Load Pricing", *the Bell Journal of Economics*, pp. 521-530.
- Ruiz D., E. (2011). *Integración tarifaria entre Sistemas de Transporte Público en el ámbito urbano*. (pp. 20-21) (Tesis de Maestría), Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Venezuela

Stiglitz, J.E. (2000) "La economía del sector público". Antoni Bosh Editor, Tercera Edición, pp. 85-101. Barcelona, España. Viera C., D. (2006). "Distribución de Ingresos y Determinación de Tarifas". *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. (14) (3), pp. 203-212.



## TRANSPORTE DE CARGA

# **NORMATIVA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN ÁMBITOS URBANOS**

**Alan Octavio Vera Velasco**

CADROSA. La Paz, Bolivia

alanoc7@gmail.com

## **RESUMEN**

El impacto de los flujos de transporte de mercancías en la infraestructura de las ciudades generalmente se ha visto como uno negativo, considerando sus efectos en la superficie de rodadura y capacidad portante de las vías. Por otra parte, existe evidencia empírica de los impactos negativos en el ámbito económico de la relación transporte de mercancías y desarrollo urbano. Es decir, que se puede inferir que se considera al transporte de mercancías, como un obstáculo más que un beneficio para el desarrollo de nuestras ciudades. Al respecto, no existe mucha información que muestre el estado actual de las normativas de la región en relación a como se regula la prestación de los servicios del transporte de mercancías en los ámbitos urbanos. El presente trabajo, se centra en el transporte terrestre de mercancías y no aborda otros modos de transporte. Se han estudiado ejemplos internacionales de política que pueden servir para el desarrollo de normativa en ciudades de América Latina.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 La Logística, Clave para el Funcionamiento Competitivo e Inclusivo de la Economía**

Como resultado de la globalización de las cadenas de abastecimiento, el transporte de mercancías ha asumido una nueva dimensión e importancia. Debido al crecimiento de la economía de las últimas dos décadas, los movimientos de bienes se han incrementado sustancialmente en el mundo en todos los segmentos y modos de transporte: en los tramos nacionales (transporte carretero, ferroviario, aéreo y fluvial), en los nodos de transferencia (como los puertos y los aeropuertos) y en los tramos de transporte internacional (marítimo, aéreo y carretero). Este crecimiento ha obedecido a varios factores, entre los que se destacan la deslocalización de la producción y la expansión del outsourcing, por el cual los productores de bienes finales combinan insumos, partes y componentes que son provistos desde muy diversos orígenes. Así se ha ido conformando un modelo de producción caracterizado por la presencia de cadenas de abastecimiento globales, la dispersión de los puntos de producción y de consumo, la existencia de una fuerte competencia y la reducción de los inventarios. Estas tendencias han significado una enorme presión sobre los sistemas de transporte, que deben satisfacer los requerimientos de flujos cada vez más voluminosos en el

marco de la prestación de servicios cada vez más exigentes en materia de costos, tiempo, confiabilidad y trazabilidad.

La logística de estas cadenas globales ha ido integrándose en el proceso de producción de bienes, por lo que la eficiencia de su funcionamiento impacta en forma directa sobre la competitividad de las economías. Ello implica un cambio profundo en el rol que el sistema de transporte de cargas tiene en el desempeño económico: como uno de los pilares de las actividades logísticas, enfrenta el desafío de contribuir al funcionamiento integral de la economía (que se ha tornado transporte-intensiva) y a la competitividad del comercio. Por eso los costos logísticos, en que se refleja no solo el precio de los servicios sino también su calidad, van constituyéndose en uno de los indicadores de competitividad relevantes para los países, junto con otros indicadores como los costos de producción o la capacidad de acceder a los mercados. La logística es vista como un motor de la competitividad, en la medida en que favorece las exportaciones al permitir precios FOB (franco a bordo) más competitivos y posibilita que una mayor proporción de esos precios remuneren a los productores (Guasch, 2011). Una buena logística puede contribuir a la transformación de los productores que están más aislados geográficamente en exportadores (Barbero y Forteza, 2013a y 2013b).

La logística también impacta sobre el funcionamiento interno de la economía: el adecuado desempeño de los sistemas de distribución incide en el mercado interno de bienes mediante la consecución de menores costos de distribución que permiten reducir el costo de vida, favorecen el desarrollo de los emprendedores y facilitan la conexión de regiones o poblaciones más remotas. En términos de volúmenes de carga, los flujos internos son generalmente mayores que los correspondientes al comercio internacional. En la Argentina, por ejemplo, aproximadamente un 13% de las cargas internas (medidas en toneladas kilómetro) corresponden a las exportaciones; un 4%, a las importaciones, y un 83%, a los movimientos de cabotaje (Castro, 2013). Por eso, la logística de las cargas —de la que el transporte normalmente representa no menos del 50% de su costo (Rodríguez, 2013)— incide en la calidad de vida de la población y en la cohesión del territorio; no se limita a contribuir a una mejor inserción en las cadenas globales de valor, sino que constituye un factor clave para el funcionamiento competitivo e inclusivo de la economía en su conjunto.

El desplazamiento de las cargas a lo largo de las cadenas logísticas se realiza mediante los modos de transporte, que constituyen las opciones que la tecnología ha ido generando para dar respuesta a la necesidad de movimiento. Durante largos períodos de la historia, los impulsores del transporte fueron la tracción a sangre en el caso de los movimientos terrestres y el viento en el caso de los movimientos marítimos. La utilización del vapor a partir del siglo XIX revolucionó los modos de transporte, al permitir la introducción del ferrocarril y de las embarcaciones autopropulsadas.

Durante el siglo XX se incorporaron nuevos modos de transporte, promovidos por el desarrollo de los motores de combustión interna, como el transporte carretero y el aéreo, y también se desarrollaron el transporte por tuberías y diversos sistemas para movilizar graneles. Como resultado de esta evolución, en la actualidad coexisten diversos modos de transporte, que se complementan y compiten, según el caso, para dar satisfacción a los movimientos de cargas que demandan las cadenas logísticas. En algunos casos dichos modos se integran, facilitando que tanto los pasajeros como las cargas completen sus viajes.

El transporte terrestre tiene una participación preminente en las cadenas logísticas en cuanto vincula sus diversos eslabones, lo que se refleja en los valores agregados que presenta la matriz modal de carga. En los estudios de cadenas logísticas se muestra que el transporte carretero, a diferencia de otros modos, no se limita a prestar un servicio troncal en alguna de las etapas de la cadena, sino que participa en casi todas ellas, por lo que la calidad de su desempeño tiene un impacto que se multiplica. Esta perspectiva micro, a nivel de cadena, se refleja en los datos agregados del transporte de cargas, en que se muestra una participación relevante de este modo de transporte, que se detalla a continuación.

## **1.2 El Rol Decisivo del Camión en la Economía y en la Matriz de Mercancías**

A pesar de su relevancia, el TM ha sido objeto de relativamente pocos análisis, y una de las razones de la escasez de estudios probablemente sea la debilidad de la información básica del sector. Debido a la amplitud y la gran heterogeneidad que caracterizan al sector se dificulta la tarea de recolección de datos: en dicho sector conviven desde emprendimientos muy pequeños caracterizados por una gran informalidad hasta empresas con un muy alto grado de profesionalismo y especialización (véase el recuadro 1). El TM comprende equipos y modalidades operativas sumamente diversos, que responden a un abanico prácticamente infinito de demandas de transporte de bienes: así, cabe mencionar los servicios de larga distancia, los servicios de distribución urbana, el transporte de caudales, la recolección de residuos, los camiones de servicio y los camiones procesadores de concreto, entre muchos otros. Ha habido varios intentos de clasificar la actividad del TM en segmentos, según criterios que varían en los diferentes países. Los más frecuentes son la propiedad de la mercadería (si el transporte es propio o contratado), el tipo de carga (general o especializada), el alcance de los flujos (urbanos, de larga distancia o internacionales) y la dimensión de los despachos (camión lleno o cargas fraccionadas). En el análisis por segmento de mercado, que permitiría identificar problemas y diseñar políticas con mayor precisión, se tropieza con la falta de apertura de los datos básicos. La heterogeneidad del TM no se limita a las dimensiones de los vehículos y las flotas. Existen importantes diferencias entre el transporte de carga general —unitarizada en

pallets o contenedores— y la carga a granel sólida o líquida, y otros tipos de mercancías especiales que componen la categoría de la carga peligrosa, que requieren flotas específicas para la movilización de la carga y suponen especificidades en el tratamiento.

Por la diversidad de sus impactos, hay numerosas fuentes de información para analizar el TM, en que se enfatizan distintas dimensiones de la actividad. En general, en las agencias públicas se prioriza la información sobre la estructura del mercado, las características y el tamaño de la flota, y los impactos (las emisiones y la participación en siniestros, entre otros). Dado que estas dimensiones están interrelacionadas se requiere el uso de indicadores armonizados pero en muchos casos estos suelen mostrar discrepancias, a veces severas, entre sí. Por ejemplo, en Chile y en Brasil las estimaciones de distintas agencias sobre las dimensiones de la flota presentan diferencias significativas. Los operadores privados, especialmente las empresas grandes y las cámaras empresarias, cuentan con información más detallada sobre la operación del sector y su eficiencia, pero dicha información es confidencial.

En los países analizados es escasa la disponibilidad de datos sobre el nivel de actividad del transporte automotor. El nivel de la actividad sectorial (expresado en vehículos kilómetro o en toneladas kilómetro) es clave para dimensionar la producción del sector, analizar la demanda del mercado de cargas y proyectar su evolución. Sin embargo, en la mayoría de los países analizados no se monitorea este indicador en forma sistemática: en la mayoría de los casos el último dato disponible corresponde al año 2010. Los costos en términos de tiempo y de dinero que conlleva el diseño de los modelos y la realización de las encuestas para recolectar los datos son factores que permiten explicar esta carencia.

Debido a la importancia del TM en la matriz de carga de los países se acentúa la necesidad de contar con más datos sobre la eficiencia de su desempeño. Las encuestas que se realizan a las empresas y los conteos de vehículos pesados son los instrumentos básicos para estimar el nivel de actividad y construir matrices origen-destino de carga. Sin embargo, al ponerse el foco en el viaje como unidad de análisis, se pierde perspectiva para conocer la capilaridad del TAC en las diversas cadenas logísticas y la eficiencia de las operaciones. Tanto en los Estados Unidos como en la Unión Europea se están realizando acciones a fin de poder contar con una clasificación más precisa de las cargas transportadas,<sup>1</sup> y a fin de complementar las encuestas con preguntas sobre las tasas de ocupación de los equipos, la ruptura de cargas durante un mismo itinerario, los vínculos con otros modos y el consumo de combustibles (McKinnon y Leonardi, 2009).



### **1.3 La Distribución de Mercancías en Ámbitos Urbanos**

La distribución de mercancías es crucial para el movimiento económico de las ciudades y el bienestar de sus habitantes, y que este influye de manera directa en la congestión, contaminación, consumo energético, seguridad vial y ocupación del espacio urbano. Los problemas de la distribución urbana de las mercancías requieren de soluciones integrales porque afectan a una gran diversidad de actores: los transportistas, los demandantes (generadores de la carga), las autoridades locales y los usuarios de la vía pública. En dicho sentido, son tres los aspectos principales que caracterizan y condicionan la distribución urbana de las mercancías: a) La influencia de la infraestructura; b) La estrategia de distribución; y c) Las características de los vehículos.

El transporte urbano de mercancías se realiza de dos modos generales: i) por medio de agentes proveedores de servicios de transporte y logística y ii) por cuenta propia (transporte particular). La principal demanda urbana de servicios de transporte y logística proviene de establecimientos comerciales, empresariales, industriales y de comercio electrónico. En este sentido, la distribución urbana de mercancías puede clasificarse de acuerdo a diversos parámetros, entre los que se destacan la coordinación de destinatarios, los itinerarios, que pueden ser centralizados o con paradas múltiples, las características del reparto, la optimización de la ruta y el factor de carga del vehículo.

Todos estos aspectos se dan conforme a la existencia de un esquema normativo o la ausencia del mismo que parece ser común en los diferentes países de América Latina.

## **2. NORMATIVA PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS**

Se ha realizado un análisis integral de la normativa sobre transporte de mercancías en la región, llegando a la conclusión de que la gran mayoría de regulación se da en ámbitos que trascienden lo urbano. El presente capítulo muestra esa situación enumerando las normas de carácter internacional para después vertir criterios de carácter local.

### **2.1. Normas de Transporte Internacional de Mercancías**

En los últimos 20 años se han registrado importantes avances en la normativa del transporte terrestre pero de carácter internacional, orientados a desregular el acceso de camiones, armonizar los criterios técnicos y operativos (los pesos y las dimensiones, o las condiciones laborales, entre otros), y facilitar la circulación en tránsito. Estos avances se reflejan en los acuerdos internacionales. Los casos más relevantes son los

acuerdos de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), y del Mercosur; los de la Comunidad Andina. Además, los acuerdos del TLCAN han tenido gran relevancia para el transporte terrestre internacional en México. A continuación, se comentan los cuatro casos.

El Acuerdo sobre Transporte Internacional Terrestre (ATIT), originado en la ALADI y adoptado en el Mercosur. El transporte internacional de cargas por automotor es regulado de acuerdo con la normativa que surge del ATIT, inscripto como Acuerdo de Alcance Parcial en el marco de la ALADI, conforme a los mecanismos del Tratado de Montevideo de 1980. Anteriormente existía un sistema de cupos establecidos en convenios bilaterales, lo que implicaba una forma de reserva de bandera para las empresas que accedían a ellos. Actualmente, los únicos requisitos consisten en que los vehículos deben ser de propiedad del permisionario y estar radicados en el país de origen, y más del 50% del capital accionario y el control de la empresa transportista deben estar en manos de naturales de dicho país. Sin embargo, para realizar tráfico entre los países del Mercosur se exige una capacidad mínima de bodega definida en cuatro equipos u 80 toneladas (principios de acceso a la profesión, Sub grupo de Trabajo Nro. 5 del Mercosur), y una antigüedad máxima de los equipos tractores de 23 años y sin límite para las unidades remolcadas (acoplados y semirremolques) siempre que estas cuenten con la revisión técnica obligatoria. Un reto de este régimen es el sistema de garantías, que busca asegurar que las aduanas de los países de tránsito reciban los pagos correspondientes de impuestos por mercancías descargadas en forma irregular en su territorio. Con base en ATIT, las empresas de transporte deben asumir plena responsabilidad por el cumplimiento de las disposiciones del régimen de tránsito internacional; más específicamente deben garantizar que las mercancías lleguen a su destino tal como se indica en la declaración de aduanas. De este modo, las compañías actúan como garantes ante la Aduana por la carga transportada internacionalmente. Si bien ATIT los exime de la presentación de garantías formales en la frontera, su propia flota es considerada como la garantía en caso de que no exista evidencia de que los bienes y/o el vehículo efectivamente salgan del país de tránsito.

La Comunidad Andina. Su sistema de transporte terrestre internacional está regulado por la Decisión 399, aprobada por la Comisión de la Comunidad en 1997, y por la Decisión 617, aprobada en 2005, en que se describe el Régimen de Tránsito en detalle. Los principios, así como las disposiciones de este sistema de transporte, son muy similares a los del ATIT, plasmados en un documento común denominado Declaración de Tránsito Internacional. Sin embargo, por diversos motivos la circulación de camiones en tránsito no ha podido materializarse completamente, siendo muy comunes los transbordos.

El TLCAN, en vigor desde 1994, es un acuerdo económico trilateral entre México, los Estados Unidos y Canadá. Si bien prevé la circulación transfronteriza, durante muchos años los acuerdos no fueron cumplidos por los Estados Unidos, impidiéndose el ingreso de camiones mexicanos salvo en una franja reducida. El intercambio de semirremolques se produce en los pasos de frontera.

## **2.2. La escala nacional del Transporte de Mercancías**

La institución más frecuente en los países de la región para atender las cuestiones vinculadas con el TAC suele ser una entidad del gobierno nacional, con facultades para establecer políticas y para ejercer la regulación y el control de la actividad. En general esta entidad se localiza en organismos de línea, como ministerios o secretarías de transporte. Por ejemplo, en Chile, Colombia y la Argentina existen ministerios de Transporte en que se concentran las funciones públicas referidas al sector, mientras que en México dicho sector conforma la órbita de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte. También se observa una tendencia a la creación de agencias especializadas, con mayor grado de autonomía, como en el caso de la Agencia Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) de Brasil. Otro ejemplo de agencia autónoma es el Órgano de Control del Uruguay, que fue impulsado por los propios transportistas a fin de reducir la informalidad y la competencia desleal. En su gobierno participan tanto organismos públicos como un representante de los transportistas.

Las capacidades del Estado para gestionar políticas para el TM son, en general, bastante débiles, aunque existe poco trabajo analítico que permita demostrarlo. El sector del transporte probablemente presente un desempeño institucional inferior al de otros sectores de infraestructura (energía o telecomunicaciones), que se profundiza en los niveles subnacionales de gobierno. Esta debilidad constituye un obstáculo con el que tropiezan numerosos proyectos del sector. Así, si bien se advierte dicha debilidad, son escasos los trabajos analíticos sobre la cuestión, particularmente en lo que respecta a la gestión del transporte carretero de cargas. Se ha prestado más atención a las debilidades institucionales en el ámbito del transporte urbano, por la urgencia de los problemas que supone, o en los casos en que se procura impulsar asociaciones público-privadas (ferrocarriles, puertos o carreteras con peaje). En los últimos años, con relación a la problemática ambiental, también se ha puesto énfasis en la debilidad institucional, que puede constituir un obstáculo insalvable para cumplir metas tales como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Así, el TM, que es operado privadamente mientras que las funciones relativas a la política, la regulación y el control competen al Estado, no ha sido objeto de mayores análisis, a pesar de la relevancia que el funcionamiento de las instituciones tiene en el desempeño del sector, y a pesar de la relevancia del propio sector en la economía.

### **2.3. La escala municipal del Transporte de Mercancías**

Las entidades municipales, aunque no tienen jurisdicción sobre la regulación económica o técnica del TM, pueden ser relevantes para su actividad. Los gobiernos subnacionales tienden a concentrar su acción respecto del TM en la circulación de los vehículos, las normas de carga y descarga, y el desarrollo de terminales y centros logísticos, atendiendo a sus planes de ordenamiento territorial. La logística urbana es un tema de importancia creciente en la gestión de las ciudades. La prohibición de circulación que suelen imponer las ciudades a los camiones de gran porte está influenciando la expansión de la flota de camiones livianos. En el Uruguay, por ejemplo, las intendencias departamentales restringen áreas y vías de circulación de acuerdo con los planes de ordenamiento urbanístico. En Argentina algunos municipios han creado tasas con objetivos recaudatorios.

Los transportistas generalmente no tienen representación en las instancias de gobierno. En este sentido, una excepción la constituye el Órgano de Control del Uruguay. No obstante, aunque los transportistas no tengan participación en las entidades de gobierno, frecuentemente tienen una fuerte incidencia en las decisiones públicas al ejercer presión mediante su capacidad de paralizar la economía de los países a través de medidas de fuerza. Así, disponen de una fuerte capacidad de incidencia directa e indirecta en la formulación de las políticas públicas del sector.

Ante la ausencia de normativa clara que regule de manera efectiva el transporte de mercancías en ámbitos urbanos, se ha realizado un análisis de buenas prácticas internacionales sobre políticas al respecto que puedan ayudar en el desarrollo de normativa en la región.

### **3. BUENAS PRÁCTICAS EN POLÍTICAS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS**

Basados en la Categorización de Visser (2006) de políticas de transporte de mercancías, el reporte europeo de políticas de carga (2006), y la guía de buenas prácticas en transporte de mercancías de la Unión Europea (2000), las políticas en transporte de mercancías pueden ser categorizadas en 5 grupos:

- a) Regulaciones;
- b) Centros de Mercancía y entrega de mercancía consolidada;
- c) Tecnología en vehículos y en combustibles: vehículos de bajas emisiones, combustibles alternativos, y amplio uso de modos de transporte más amigables con el medioambiente;

- d) Tecnologías de información y entrenamiento de conductores; y
- e) Sistemas de transporte de mercancías para el nuevo siglo.

Las primeras dos categorías de desarrollo de políticas deben ser realizadas por los gobiernos. Las Políticas en las categorías (c) y (d) usualmente requiere un apoyo considerable del sector privado. La Categoría (d) beneficia al sector privado más directamente a través de recursos humanos y tecnológicos mejorados. Las Políticas en la categoría (e) se relacionan con los futuros desarrollos de sistemas de transporte de mercancías que podrían requerir de un enfoque distinto al que tenemos hoy en día. A continuación, se desarrolla solamente la categoría a) que está relacionada al tema de la investigación.

### **3.1. Regulaciones**

Este enfoque es el más utilizado. Buenos ejemplos de regulaciones pueden incluir, restricciones de peso, eco-zonificación, y prohibiciones de camiones durante ciertas horas. Las normas gubernamentales pueden ser efectivas, por ejemplo, en introducir sistemas de restricciones de pesos para prevenir que vehículos de grandes dimensiones entren en zonas restringidas la cuales normalmente son áreas residenciales y centros de ciudades. Los sistemas de Eco-zonificación son una nueva tendencia que permite que solo vehículos de bajas emisiones entren en la zona restringida. Las restricciones pueden diferir de acuerdo a: periodo de tiempo, nivel de emisiones, límite de peso, y dimensiones del vehículo. Una selección de políticas se presentan a continuación, incluyendo:

Zonas de bajas emisiones, las que se han implementado en Suecia; en Holanda (e.g. Ámsterdam); y en el Reino Unido (e.g. Londres). El criterio de emisiones lo establece el gobierno local para permitir solamente a aquellos vehículos que cumplen con el nivel deseado de emisiones en las zonas restringidas (Plan de Movilidad de Seattle, 2008).

Carriles de uso combinado. Señales de mensaje variable (VMS), por ejemplo, se implementaron en Barcelona, España, los cuales alteran el uso de carriles en diferentes horas del día, de la misma manera, permitiendo tráfico solamente durante horas pico, paradas temporales de camiones durante el día, y parqueo en las calles durante los fines de semana (Plan de Movilidad de Seattle, 2008).

Carriles exclusivos de transporte de mercancías se han implementado en Estados Unidos, pero se limitan al tráfico de camiones desde y hacia facilidades portuarias o hacia cruces de frontera internacionales. Por ejemplo, en el Puerto de Nueva Orleans, la autovía hacia el Puerto se divide, una mitad para tráfico general y la otra mitad para vehículos comerciales (2 carriles cada uno). En Laredo, Texas, la autopista de ocho

carriles solo para tráfico comercial fue construida para server al creciente comercio en el borde entre México y el estado de Texas en Estados Unidos.

Incentivos para entrega fuera de hora pico son, como su nombre lo indica, medidas pensadas para cambiar las entregas fuera de períodos de horas pico. Un ejemplo de ese tipo de acciones es la introducción de un cobro para vehículos comerciales cuando estos entran una zona restringida durante períodos pico. Lo descrito fue implementado en los Puertos de Los Ángeles y Long Beach en 2005. Un cobro de mitigación de Tráfico se requiere para movimientos de camiones durante horas pico. Como resultado de dicha medida, datos oficiales reportan que entre el 30 y 35% de los contenedores que se transportan a diario se han movido a horarios valle.

Horas Restringidas de entrega son políticas muy populares, y que se implementaron en varias ciudades norteamericanas. Por ejemplo, en Boston, Se prohíbe que vehículos con placas comerciales utilicen ciertas calles en los centros urbanos, excepto por ciertos períodos. Solamente ciertas compañías como ser el servicio federal del correo y firmas de entrega de prensa escrita se permiten ingresar después de las 2 p.m., al tiempo que otras compañías que requieren ingresar a zonas restringidas tiene que aplicar para un permiso especial de un día.

Políticas de prohibición de camiones, se parecen a las de horas restringidas de entrega. La diferencia es que el enfoque de prohibir camiones se centra generalmente en vehículos comerciales más grandes. Así, las políticas de restricción de camiones, se refieren a prohibiciones a tipos específicos de camiones, prohibidas desde las áreas designadas durante un periodo de tiempo determinado. Una política de este tipo se ha implementado en Manila, Filipinas. Punzalan (2000) estudió los impactos socio-económicos de la política de prohibición de camiones en los operadores de camiones, conductores en el área metropolitana de Manila. El estudio reveló que los operadores de camiones preferían usar sus rutas usuales, y en vez de usar rutas alternativas cambiaron el tiempo de conducción a horarios nocturnos o a periodos entre las horas de prohibición. La conducción nocturna, evidentemente, resulta en impactos indeseables en los operadores de camiones y los conductores, ya que ello afecta los patrones de sueño y descanso de los conductores, pudiendo incrementar el riesgo de accidentes.

Restricciones de Parqueo en diferentes formas se han adoptado ampliamente. Espacios de parqueo para vehículos comerciales es uno de los mayores problemas, especialmente en áreas centrales. Espacios insuficientes para de carguío para las operaciones de camiones llevan a problemas tale como parqueo en doble vía. Las regulaciones necesitan ser consistentemente aplicadas para esos vehículos. Algunos ejemplos en Japón incluyen proveer un espacio específico para vehículos comerciales

en cada área de parqueo en el centro de la ciudad, o especificando un espacio específico para vehículos comerciales en áreas de bajo volumen de tráfico. Ello ayuda a mejorar la eficiencia y la seguridad. Adicionalmente, la instalación de parqueos puede mejorar las tasas de rotación.

Los Peajes han sido ampliamente implementados en diversos países. En su mayoría, los cobros se aplican tanto al pasajero como a los vehículos de mercancías. Los esquemas de peajes tienen el fin de reducir el número de vehículos que entran en la ciudad, los objetivos son manejar la demanda y generar ingresos por la operación y el mantenimiento de la infraestructura, recuperando los costos externos directamente de los usuarios de la infraestructura. Sin embargo, para aplicar este método, se necesita de un cobro justo. Allen y Eichhorn (2007) indican que el cobro a los vehículos de transporte de mercancías no puede manejar efectivamente la demanda, porque la mayoría de las mercancías tiene que ser transportada a sus destinos de igual forma y resulta difícil reducir la operación de los vehículos.

Los resultados de la implementación de regulaciones se pueden esperar en el corto plazo. Por ejemplo, la prohibición de camiones de grandes dimensiones se espera que finalice en una mejora en las condiciones medioambientales en la zona de restricción. Adicionalmente, desde la perspectiva de la seguridad, una prohibición puede ser efectiva ya que las maniobras de los camiones de grandes dimensiones en los densos centros de las ciudades pueden causar numerosos problemas de seguridad. Sin embargo, en el largo plazo, la implementación de restricciones sin considerar sus impactos económicos y sociales puede causar diferentes tipos de efectos adversos. En la Tabla N. 1 se muestra un resumen de lo explicado con anterioridad.

**Tabla 1: Buenas Prácticas en Regulaciones en el Transporte de Mercancías en ámbitos urbanos**

<b>REGULACIONES</b>			
<b>Políticas</b>	<b>Regiones / Ciudades</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Zonas de bajas emisiones</b>	Ciudades en Suecia, Ámsterdam y Londres	Resultados inmediatos se pueden esperar a raíz de las mejoras en seguridad y en las condiciones medioambientales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos secundarios Sociales por cambiar los tiempos de entrega en respuesta a las políticas, como ser incrementos en cantidad de accidentes a causa de la falta de descanso de los conductores y la sobrecarga en los camiones.</li> </ul>
<b>Carriles de uso combinado</b>	Barcelona, España		
<b>Carriles exclusivos de transporte de mercancías</b>	Nueva Orleans, Laredo, Estados Unidos		
<b>Entrega fuera de horas pico</b>	Long Beach, Los Ángeles, Estados Unidos		
<b>Zonas de Entrega Restringida</b>	Boston, Estados Unidos		
<b>Prohibición de camiones</b>	Manila, Filipinas		

<b>Regulaciones de Parqueo</b>	Muchos países en Europa, Norte América y Japón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oposición del sector privado por el incremento en los costos por vehículos adicionales.</li> <li>• Se recomienda adoptar junto a otros esquemas para lograr mejores resultados, como ser la provisión de centros de carga, ya que el sector privado tendría más opciones y menores reacciones negativas.</li> </ul>
<b>Peajes</b>	Muchos países en Europa, Norte América y Japón	

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Es razonable asumir que con mayor desarrollo económico, la demanda por el transporte de mercancías continuará incrementándose. Sin embargo, las políticas que deriven en normas que reduzcan la demanda total deberían ser promovidas. Esto podría incluir comprar productos locales e impuestos de carbono. Es importante notar que mientras más eficiente es un sistema de transporte, ello no sólo reduce la contaminación por una cantidad dada de ton/km transportadas, sino que promueve el transporte de mayores cantidades de ton/km. Entonces, políticas que vayan hacia sistemas de transporte más eficientes y que reduzcan la demanda, deberían ser implementadas al unísono.

Las políticas descritas en esta investigación tienen diferentes impactos en los operadores de mercancías, la economía y el medioambiente. Con el fin de lograr los mejores resultados, una implementación coordinada de las políticas se recomienda. Muchas de las medidas se refuerzan mutuamente y un paquete balanceado de medidas podría incrementar la cooperación del sector privado.

La idea clave para el transporte sostenible de mercancías es usar el transporte terrestre sólo cuando es necesario. Cambios inmediatos se pueden esperar a través del desarrollo de centros de mercancías al mismo tiempo de incrementar el uso de los modos más amigables con el medioambiente. Para las entregas a largas distancias es muy recomendable usar los modos menos contaminantes. Sin embargo, se necesitan de infraestructura adecuada para apoyar sistemas multimodales flexibles de entrega. El desarrollo de facilidades de transporte de mercancías. Es necesario conectar los



sistemas ferroviarios y acuáticos al transporte terrestre para ingresar a áreas urbanas. También es importante incrementar la capacidad de los sistemas co-modales.

En áreas urbanas, el transporte terrestre es elegido por los operadores de transporte, destacando su flexibilidad. Las políticas sobre los centros urbanos de mercancías y entregas consolidadas proveen una manera de reducir el número de viajes de camiones que ingresan a las ciudades. Sin embargo, no es una tarea fácil, ya que muchos centros de transporte urbano de mercancías y esquemas consolidados han fallado por varias razones. En muchos casos, la implementación de centros urbanos de mercancías lleva a incrementos de costos para los operadores de mercancías. Hasta para el esquema de la City Logistik de Kassel en Alemania, que presumía de no generar ningún costo extra para sus usuarios, a pesar de lo cual, algunas compañías han dejado dicho esquema justamente porque evidenciaron los referidos costos adicionales. Esta experiencia demuestra la necesidad de dar una atención adecuada a la eficiencia de los costos para los operadores en la implementación de esquemas de consolidación.

La legislación debe encararse de forma concurrente con la implementación de centros urbanos de mercancías y esquemas de consolidación de carga. La implementación de esquemas de cobros y regulación con la introducción de centros de mercancías y programas de consolidación pueden incrementar las oportunidades de cooperación entre operadores de mercancías. Sin embargo, ello no garantiza los mejores resultados, ya que la implementación de medidas regulatorias vigorosas, sin la existencia de bien planeados centros de mercancías podría llevar hacia efectos indeseables.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Allen, Julian, y Claudia Eichhorn (2007). Best Urban Freight Solutions II (BESTUFS II). D 1.3 BESTUFS policy and research recommendations III. Port cities and innovative urban freight solutions: managing urban freight transport by companies and local authorities.

Bangkok Bank (2007). The logistics Business. Economic report. Disponible en:

[http://www.bangkokbank.com/download/Update\\_The\\_Logistics\\_Business\\_EN.pdf](http://www.bangkokbank.com/download/Update_The_Logistics_Business_EN.pdf).

Barbero, J. y L. Castro. 2013. "Infraestructura Logística. Hacia una matriz de cargas para la competitividad y el desarrollo sustentable". Buenos Aires, Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC). Documento de Políticas Públicas. Noviembre.

Castro, J. T. and H. Kuse (2005). Impacts of large truck restrictions in freight carrier operation in metro Manila. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation*.

Egger, Dieter, and Martin Ruesch (2003). Best Urban Freight Solutions. Best Practice Handbook Year 3: Road pricing and urban freight transport; Urban freight platforms.

European Commission (2006). Urban Freight Transport and Logistics: an overview of the European research and policy.

European Commission (2000). *Good Practice in Freight Transport: A Sourcebook*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Guasch, J. L. 2011. La logística como motor de la competitividad en América Latina y el Caribe. Washington D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Documento de Debate No. 193.

Japan Institute of Logistics System (2008). *Green Logistics Guide*. (in Japonés). Disponible desde: <<http://www.logistics.or.jp/green/report/pdf/08greenguide.pdf>>.

McKinnon, A. y Leonardi, J. 2009 "The collection of long-distance road freight data in Europe" En: Bonnel, P., et al. *Transport survey methods: keeping up with a changing world*. Bingley, UK. Emerald Publishing Group Ltd.

Punzalan, J. D. (2000). The impact of truck ban on the trucking industry in Metro Manila Thesis. School of Urban and Regional Planning, University of the Philippines Diliman.

Rodrigué, J. P., C. Comtois, y B. Slack. 2013. *The Geography of Transport Systems*. New York, Routledge. Tercera Edición.

Seattle Urban Mobility Plan (2008). *10 Best practices in freight movement: 10A Freight mobility: managing freight effectively from the city and shipper perspective*.

Taniguchi, E., and others, eds (2001). *City Logistics: Network Modeling and Intelligent Transport Systems*. Oxford: Pergamon.

Visser, J. (2006). Urban freight transport policies and planning in Europe: An overview and classification of policy measures. Paper presented at the National Urban Freight Conference, Long Beach, California, 1-3 February.

# LOGÍSTICA URBANA – PARTICULARIDADES DA AMÉRICA LATINA E CARIBE

**Ana Paula Ribotta Hirakawa**

UNICAMP, Campinas, Brasil. a208179@g.unicamp.br

**Giset N. Montoya M**

UNICAMP, Campinas, Brasil. g143402j@g.unicamp.br

**Orlando Fontes Lima Jr.**

UNICAMP, Campinas, Brasil. oflimaj@fec.unicamp.br

**Selma Setsumi Isa**

Banco Interamericano de Desenvolvimento, Washington DC, EUA. selma.isa@terra.com.br

**Reinaldo Daniel Fioravanti**

Banco Interamericano de Desenvolvimento, Washington DC, EUA. rfioravanti@iadb.org

## RESUMO

Em países da América Latina e Caribe, as principais cidades apresentam uma elevada taxa de concentração urbana, com alto nível de circulação de veículos e diferentes operações de carga e descarga, que competem por espaço com os veículos de passageiros, causando congestionamentos para aqueles que precisam entrar ou sair do perímetro urbano e desafios logísticos para as empresas. Nos países desenvolvidos, especialmente na Europa, Ásia e América do Norte, organizações governamentais e instituições civis utilizam boas práticas para reduzir as restrições logísticas e as externalidades causadas pelo transporte de cargas nos centros urbanos, com intervenções e políticas de logística urbana. Essas ações estão sendo replicadas de forma semelhante em países em desenvolvimento porém as diferenças socioculturais e econômicas da realidade latino-americana muitas vezes dificultam ou penalizam estas aplicações. O objetivo deste artigo é apresentar e discutir as diferenças das operações de logística urbana na América Latina e no Caribe em comparação com países e regiões da Europa, Ásia e América do Norte. Concluiu-se que, as grandes diferenças da logística urbana entre América Latina e Caribe e regiões mais desenvolvidas do mundo estão relacionadas à quatro contextos: favelas, *hub cities*, *clusters* e centros históricos e que existem ainda grandes oportunidades para melhorar o bem estar social, minimizar o impacto na qualidade do ar e fomentar a economia na região através de bom planejamento das operações de logísticas.

## 1. INTRODUÇÃO

A logística urbana é uma atividade essencial para as cidades, uma vez que a maior parte da população global está nos meios urbanos (DESA, 2016 e Habitat III, 2016) juntamente com mais de 80% do PIB-Produto Interno Bruto (WB, 2017). Esta atividade, se bem gerenciada, pode promover o desenvolvimento econômico e melhorar o acesso a produtos e serviços.

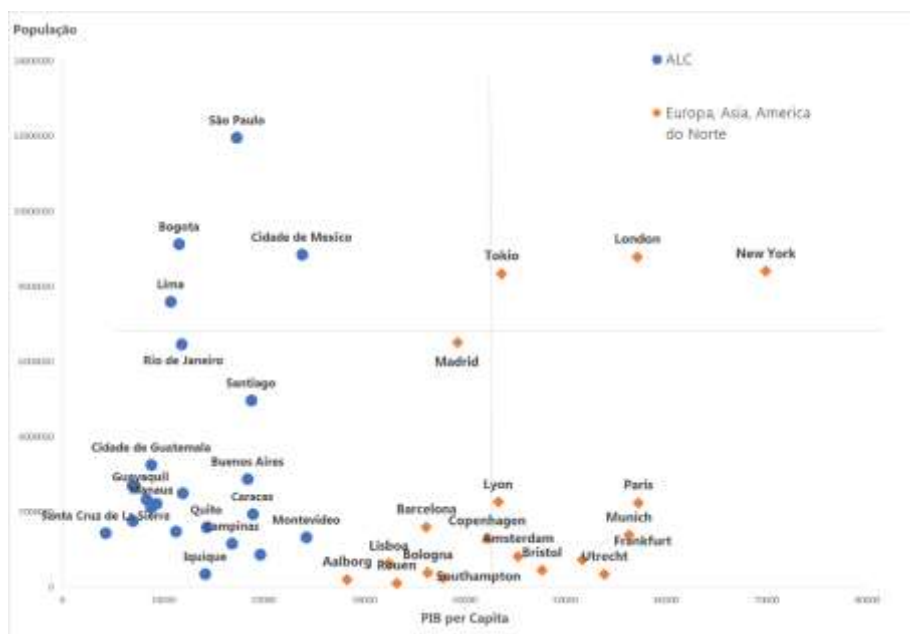
As cidades da América Latina e Caribe (ALC) enfrentam vários desafios como alta taxa de urbanização (aproximadamente 80%), crescimento populacional (tendência exponencial), déficit de investimento em infraestrutura de transportes e alta concentração de população com baixo poder aquisitivo (IADB, 2017). As soluções de logística urbana nestas cidades precisam considerar esses desafios, caso contrário muito de sua eficácia será perdida. Na ALC, à medida que as cidades vão crescendo, diversas são as atividades produtivas que se deslocam ou fecham por restrições logísticas. Um exemplo é o deslocamento da indústria automobilística da região metropolitana de São Paulo para cidades menores distribuídas pelo Brasil, gerando problemas sociais e desempregos na região original.

O objetivo deste artigo é apresentar e discutir as diferenças das operações logísticas urbanas na ALC quando comparadas à países e regiões como Europa, Ásia e América do Norte. Como a maior parte das boas práticas e soluções sugeridas para a logística urbana no mundo foram desenvolvidas e testadas em países com realidade muito diferente da ALC, esse tema representa grande oportunidade para pesquisas. A principal questão explorada nessa discussão é se realmente as referências mundiais podem ser e como devem ser adaptadas para o uso na ALC.

Na Figura 1 nota-se que as cidades da ALC estão situadas num nível muito inferior de renda (medido em PIB per capita) do que as principais cidades em países desenvolvidos, por outro lado a concentração populacional (medida em milhões de habitantes) é muito mais acentuada, com maior frequência das chamadas megacidades, com população acima de 10 milhões de habitantes, segundo a Organização das Nações Unidas.

Os baixos investimentos em infraestrutura impactam diretamente o setor de transportes e logística urbana, que poderiam ser beneficiados com anéis viários contornando as áreas urbanas, integrando o transporte ferroviário e gerando alternativas de acesso aos terminais de carga aérea e marítima.

**Figura 1: PIB Per capita das cidades da ALC e Europa, Ásia e América do Norte**



Fonte: Elaborado pelos autores, baseado em dados extraídos de diversas fontes

## 2. O estado da arte e da prática da Logística Urbana na ALC

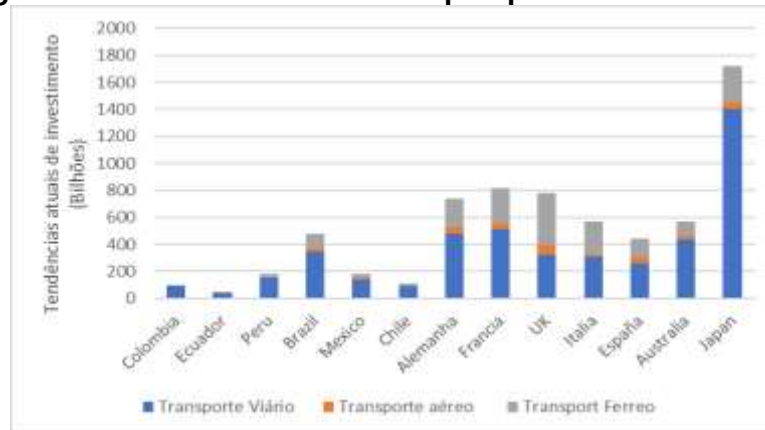
Logística Urbana na ALC é um tema pouco explorado em publicações acadêmicas e muitas soluções apresentadas são baseadas em atividades europeias, americanas ou asiáticas. A principal dificuldade para o desenvolvimento dos estudos está relacionada a pouca quantidade e qualidade de dados disponíveis, bem como diferenças culturais e comportamentais na ALC. Dentre os trabalhos disponíveis destacam-se as pesquisas do VREF CoE SUFS (Holguín-Veras, 2017), do CLUB - Centro de Logística Urbana do Brasil (CLUB, 2017) e recentemente a publicação de Oliveira *et al* (2018).

A ausência de uma infraestrutura adequada e a ineficiente prestação de serviços, representam grandes obstáculos para a efetiva implementação de políticas de desenvolvimento e obtenção de taxas de crescimento econômico que excedam as médias internacionais (Rozas e Sánchez, 2004). Na figura 2, fica clara a presença de altos investimentos em cidades com boas práticas de logística urbana, em contrapartida a infraestrutura rodoviária, ferroviária e aérea de países pertencentes a ALC estão bem abaixo dos demais.

Estudos indicam que a região ALC deveria investir aproximadamente 5% do PIB por um longo período para alcançar o nível de infraestrutura dos países desenvolvidos, enquanto atualmente investe aproximadamente 2% (Serebrisky *et al*, 2015), nesse contexto, a brecha de infraestrutura na região ALC tem figurado nas agendas dos

gestores públicos como prioridade. Mas especificamente na gestão urbana, a mobilidade de passageiros continua sendo a prioridade dos gestores públicos o que leva a logística urbana a ter papel secundário, sendo constatado com o baixo número de Planos de Mobilidade considerando o transporte de cargas (Oliveira *et al*, 2018).

**Figura 2: Tendências de investimento para países desenvolvidos**



Fonte: Elaborado pelos autores, baseado em dados da Global Infrastructure Outlook

O CLUB desde 2011 realiza pesquisas e atividades de disseminação do conhecimento teórico e prático sobre o tema da logística urbana no contexto da ALC. Dentro das atividades realizadas destacam-se as análises de dados secundários, pesquisas de campo e os grupos focais conduzidos em nove cidades brasileiras, uma na Argentina e uma no Equador. Com base nesses trabalhos, foi possível construir alguns indicadores e realizar comparações entre as cidades analisadas envolvendo fatores como: idade, ocupação e velocidade média dos veículos, identificando também as principais dificuldades encontradas nas operações.

A tabela 1 apresenta as características e sub características de boas práticas em diversas cidades do mundo. Na ALC devem ser consideradas algumas questões específicas como: acesso de carga e descarga de veículos em áreas urbanas, problemas de última milha, centros de distribuição e políticas públicas. Nas cidades da ALC as operações de carga e descarga em áreas restritas são penalizadas por ruas estreitas, pavimentos inadequados e obstáculos como árvores e postes e até veículos particulares estacionados irregularmente. As soluções de última milha consideram a existência de calçadas adequadas e pavimentos apropriados para a circulação de pequenos veículos e outros equipamentos, o que não é uma realidade na ALC. Por fim, os micro centros ou operações de transferência em espaços públicos são variáveis importantes a serem consideradas, os problemas generalizados de segurança patrimonial e física na maioria das cidades da ALC são muito diferentes daqueles encontrados nas cidades estudadas e consideradas exemplos de boas práticas.

**Tabela 01: Características e Sub-características das boas práticas aplicadas em países e cidades desenvolvidas**

Características	Sub características	País/Cidade
Acesso de veículos de mercadorias e carregamento / descarregando em áreas urbanas	Faixas Exclusivas para o Transporte Urbano de Mercadorias	Southampton, Reino Unido
		Yokohama , Japão
		Paris, Francia
		Aalborg, Dinamarca
	Entrega noturna e/ou fora-pico	Barcelona, Espanha
		New York, Estados Unidos
		Cidades Holandesas
	Sistema de Tarifação em vagas ou rodoviária Pedágio urbano	Poitiers, Francia
	Provede Incentives	Bolonha, Itália
		Londres, Reino Unido
	Transporte urbano de mercadorias	Monoprix, Paris, Francia
		Estocolmo, Suécia
		Madrid, Espanha
Rouen, Francia		
Região de Emilia, Itália		
Cidades holandesas		
Zonas de baixa emissão	Lucca, Itália	
	Utrecht, Holanda	
	Londres, Reino Unido	
Soluções da última milha	Orientação sobre soluções de última milha	DHL Packstations, Alemanha
	Terminal automático de coleta de mercadoria	La Défense, Francia Paris, Kiara, Francia
Centros de consolidação urbana	Para fins não-varejista	Bordeaux, Francia
		Pádua, Itália
		Amsterdan, Holanda
		Londres, Reino Unido
	Durante um período específico de tempo para varejista	Broadmead, Bristol, UK
Servindo um único site	Heathrow Airport Retail UCC, Londres, Reino Unido	
Regulamentação	Restrição de circulação	Londres, Reino Unido Estocolmo, Suécia
	Peso e tamanho do veículo	Bolonha, Itália
	Pistas Múltiplas	RER, Itália

Fonte: Elaborados pelos autores, baseado em dados extraídos de diversas fontes

### 3. CONTEXTOS CARACTERÍSTICOS DA ALC

#### 3.1 Favelas e aglomerações humanas sem infra estrutura

A primeira característica que particulariza a ALC é a concentração de favelas. Na ALC, 23,5% da população vivem em favelas e uma das maiores do mundo está na Cidade do México (Habitat III, 2016). Além dos desafios típicos dessa intensa urbanização em áreas precárias e sem serviços públicos adequados, as favelas apresentam características que dificultam o fluxo de carga como: (i) falta de infraestrutura viária, com ruas estreitas que impossibilitam o tráfego de veículos de carga e em alguns casos, de qualquer tipo de veículo; (ii) topologia inadequada, pois as favelas se desenvolvem

normalmente em regiões de topografia acidentada e morros; e (iii) segurança física, onde os altos índices de roubos e violência desestimulam empresas a atender estas áreas.

Medidas como entregas noturnas são inviáveis nas favelas; além disso as restrições topográficas e a largura das vias de acesso exigem que boa parte delas só sejam percorridas a pé em áreas muito íngremes, o que dificulta muito a circulação. Na tabela 2 são apresentados os tipos de via nas favelas brasileiras.

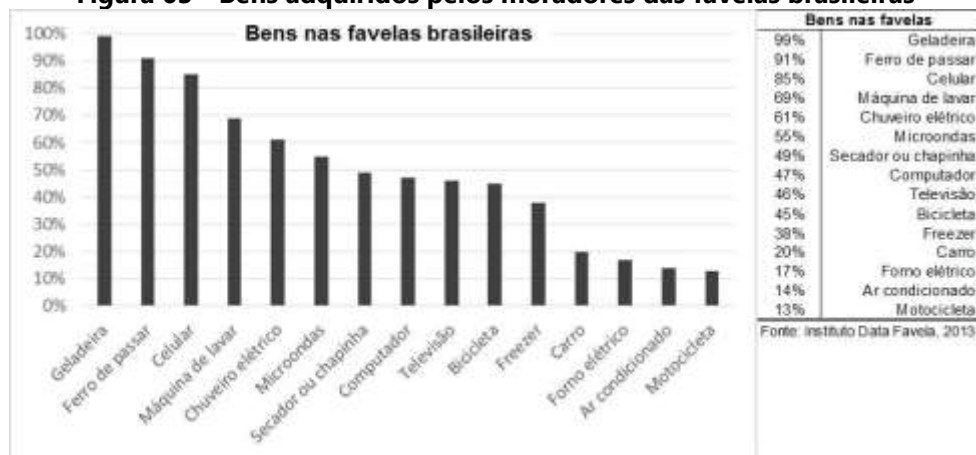
**Tabela 02: Distribuição de domicílios em favelas por tipo de via**

Rua	1.670.618 (51,8%)
Beco/travessa	1.279.895 (39,7)
Escadaria	136.805 (4,2%)
Caminho/trilha	65.150 (2%)
Passarela/pinqueia	30.809 (1%)
Sem via de circulação interna	28.789 (0,9%)
Rampa	12.463 (0,4%)
<b>Total</b>	<b>3,224,529</b>

Fonte: IBGE, Censo 2010

Por outro lado, uma tendência observada no Brasil, um dos países que apresentam maior número de favelas da ALC, foi o crescimento do poder aquisitivo da população no período de 2003 a 2013. Essa mudança afeta o perfil de consumo, gerando maior necessidade de entrega de produtos (fig. 03) o que intensifica os problemas de logística, tanto que alguns operadores estão buscando soluções específicas para contornar esses problemas.

**Figura 03 - Bens adquiridos pelos moradores das favelas brasileiras**



Fonte: Elaborado pelos autores, baseado nos dados do Instituto Data Favela, 2013 e de Meirelles e Athayde, 2016

O México possui a segunda maior favela do mundo e a maior da ALC (Cidade Neza), com 1,2 milhões de moradores que poderia servir de modelo para outras, levando-se



em conta o seu desenvolvimento. Está atualmente desenvolvendo políticas para a melhoria dos serviços públicos, entretanto, em termos logísticos, ainda enfrenta problemas semelhantes aos brasileiros.

As favelas da Colômbia foram as primeiras a serem dotadas de infraestruturas como funiculares e escadas rolantes, o que mostrou um avanço no aspecto tanto de circulação de pessoas quanto de mercadorias e hoje são exploradas inclusive em termos turísticos. Esses sistemas contínuos de transporte permitem maiores facilidades em se tratando de distribuição de produtos e passageiros.

### 3.2 Hub cities

O segundo contexto que se destaca na ALC são os problemas logísticos envolvendo as *Hub Cities*, cidades que atraem e geram fluxos de carga globais, como é o caso do maior porto da ALC na cidade brasileira de Santos (CEPAL, 2017) e o aeroporto de Bogotá na Colômbia, maior em volume de carga aérea (Antún e Alarcón, 2015). Essas cidades têm papel importante na conexão da ALC com os mercados globais e sua importância é potencializada por investimentos como é o caso do projeto da Rota Bioceânica, que irá viabilizar a exportação através do Oceano Pacífico. A rota que deve estar em operação em 2021, conecta o Brasil (Mato Grosso do Sul) ao norte do Chile (Iquique e Antofagasta), passando pelo Paraguai e Argentina (MS, 2018), aumentando as opções de logística para esses países.

**Figura 04 – Ranking dos 20 portos de movimentação de carga na ALC**

Ranking dos 20 portos na América Latina e Caribe em 2016 (com base na movimentação de cargas em contêineres)		
	País - Porto	TEU movimentado
1º	Brasil - Santos	3.393.591
2º	Panamá - Colón	3.258.381
3º	Panamá - Balboa	2.989.860
4º	México - Manzanillo	2.580.660
5º	Colômbia - Cartagena	2.301.099
6º	Peru - Callao	2.054.970
7º	Equador - Guayaquil	1.821.654
8º	Jamaica - Kingston	1.567.442
9º	Argentina - Buenos Aires	1.352.068
10º	Chile - San Antonio	1.287.658
11º	Bahamas - Freeport	1.200.000
12º	Costa Rica - Limón-Moin	1.177.385
13º	México - Lázaro Cárdenas	115.452
14º	México - Veracruz	965.294
15º	República Dominicana - Caucedo	918.542
16º	Brasil - Portonave	895.375
17º	Uruguai - Montevideo	888.119
18º	Chile - Valparaíso	884.03
19º	Colômbia - Buenaventura	864.749
20º	Brasil - Paranaguá	725.041

Fonte: Baseado em CEPAL, Perfil Marítimo e Logístico da América Latina e do Caribe, 2017

**Figura 05 Relação dos principais aeroportos na América do Sul**

Movimentação de carga internacional e doméstica dos principais aeroportos na América		
Cidade	País	2013
Bogota	Colômbia	584558
São Paulo/Guarulhos	Brasil	531618
Santiago	Chile	293311
Lima	Peru	291903
Campinas/Viracopos	Brasil	264480
Buenos Aires	Argentina	210055
Quito	Equador	195510
Manaus	Brasil	152946
Rio de Janeiro	Brasil	114873
Cidade del Leste	Paraguai	103769
Rio Negro Antioquia	Colômbia	102141
Assunção	Paraguai	93669
Guayaquil	Equador	46709
Cali	Colômbia	32224
Montevideo	Uruguai	30900
Caracas	Venezuela	25383
Santa Cruz de La Sier	Bolívia	9014
La Paz	Bolívia	5098
Iquique	Chile	4296

Fonte: Antún e Alarcón - BID, 2015

Se por um lado as *Hub Cities* são essenciais para a economia do país e da região, o fluxo de passagem e a aglomeração de veículos pesados nas ruas das cidades podem causar transtornos para a população e gargalos nas operações logísticas. A

infraestrutura inadequada piora o trânsito nas cidades e aumenta os níveis de emissões de poluentes, riscos de acidentes e custos logísticos.

A cidade brasileira de Guarulhos é um exemplo de município com problemas associados ao volume de movimentação aeroportuário. A cidade abriga o maior aeroporto do país, com a circulação de 479 mil toneladas de carga em 2017. Na aplicação de um grupo focal conduzido pelo CLUB, foi destacada pelos operadores logísticos a dificuldade de acesso ao aeroporto de Guarulhos, as rodovias que se interligam à única via de acesso são congestionadas e compartilhadas com o tráfego de carros particulares. (CLUB, 2015)

No Equador, a cidade de Quito eliminou o problema de fluxo de carga e de passageiros alterando a localização aeroporto, que estava situado a 8 km do centro da cidade, para uma área distante 25 km e com várias vias de acesso. Já a *hub city* de Buenos Aires, na Argentina, convive com as externalidades do fluxo de passagem, onde anualmente mais de 2 milhões de caminhões cruzam o município para acessar o porto.

### **3.3 Os centros históricos**

Outro contexto comum na ALC, diferente das cidades europeias, é o dos centros históricos desorganizados, degradados e pouco seguros. Os mesmos são polos geradores de fluxos de carga expressivos e não existe devido controle de acesso. Há pouca regulamentação e/ou fiscalização das operações comerciais e de abastecimento, sendo muito comum estabelecimentos irregulares e deterioração do patrimônio histórico pela movimentação de carga que gera trepidação e ruídos excessivos.

Os centros históricos da ALC possuem fluxo turístico intenso e concentram atividades financeiras, bancárias, econômicas, centros de comunicação, editoras, mídias, construções, habitações, instituições religiosas, prefeituras, universidades, monumentos e áreas de interesse histórico-artístico. A grande questão é que essas áreas não estão adaptadas para receber elevado fluxo de pessoas e cargas, devido a limitação de recursos dos países e infraestrutura. Diferente de cidades como a Alemanha, onde existe adequada infraestrutura, principalmente no que diz respeito à pavimentação, que é apropriada para receber a circulação de pedestres e veículos.

Algumas medidas estão sendo implementadas na região, especialmente nos aspectos regulatórios. O México, por exemplo, está desenvolvendo um estudo para diagnosticar a gestão de mobilidade e segurança viária do seu centro histórico, delimitando 750 vagas para carga e descarga em locais estratégicos do micro e macro centro.

Cidades como Salvador e Quito possuem regiões extremamente restritivas ao acesso de cargas e sofrem com problemas de trepidação causados por veículos pesados e

dificuldades de ressurgimento, principalmente em restaurantes e bares. Demais cidades ao longo da ALC também sofrem com tal problema, o que pode ser observado no comparativo entre as figuras 06 e 07.

**Figura 06: Centro Histórico de Quito - Equador**



**Figura 07: Centro de Magdeburg - Alemanha**



### **3.4 Clusters periféricos**

O último contexto a ser destacado são os *clusters* de atividades comerciais formados na periferia das cidades, como centros atacadistas de produtos gerais, alimentícios e outros, que provocam problemas no entorno, por falhas nas regulamentação e/ou fiscalização.

Um exemplo é a cidade brasileira de Fortaleza, onde as calçadas são utilizadas para a exposição de produtos, gerando uma ocupação irregular e desordenada próxima ao mercado municipal contribuindo para o surgimento de novos *clusters* atacadistas de cereais ou segmentos têxteis. As figuras 08 e 09 abaixo comparam clusters em regiões distintas.

A fig. 08 mostra o mercado de Madri na Espanha, situado em área periférica, com grande drenagem, infraestrutura viária e facilidade de acesso dentro e fora do ambiente urbano. A Central do México é apresentada na fig. 09, localizada na Cidade do México em uma área com densa população, o que dificulta a acessibilidade juntamente com um número limitado de vias.

**Fig. 08: Imagem capturada pelo Google Earth do Mercamadrid – Espanha**



**Fig. 09: Imagem capturada do Google Earth da Central de Abastos Iztapalapa - México**



#### **4. CONCLUSÕES**

Com base nos levantamentos realizados, conclui-se que as grandes diferenças da logística urbana nos países da ALC e outros mais desenvolvidos estão relacionadas à 4 (quatro) contextos: favelas, *hub cities*, *clusters* e centros históricos.

Constata-se que existe uma grande oportunidade para melhorar o bem estar social, minimizar o impacto na qualidade do ar e fomentar a economia na região através de um bom planejamento e execução de soluções de logística urbana.

No entanto, ao se avaliar a implementação de soluções consideradas boas práticas em países europeus, asiáticos ou norte-americanos, as características socioeconômicas e culturais, a baixa capacidade de investimento em infraestrutura e as dificuldades para garantir o respeito à legislação precisam ser consideradas.

São sugeridas três ações importantes para a implementação de soluções de logística urbana para a ALC:

- (i) a necessidade urgente de se criar uma base de dados consistente, detalhada e atualizada sobre o fluxo de carga em áreas urbanas, soluções implementadas e resultados;
- (ii) (ii) envolver os diferentes atores (*stakeholders*) para discutir as soluções nessas cidades;
- (iii) (iii) na falta de recursos para grandes investimentos, prever pequenos ajustes na infraestrutura existente e explorar o planejamento e implementação de medidas como a regulamentação de áreas de carga e descarga, que pode contribuir com a organização do fluxo de mercadorias nas regiões de grande concentração de pessoas e estabelecimentos comerciais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antún J.P., Alarcón R. (2015) Estudos de Caso de Terminais de Carga Aérea Em Aeroportos de Países Membros de La Unión de Naciones de Suramérica (UNASUR), Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Lardé J. (2016), Situación y Desafíos de las Inversiones en Infraestructura em América Latina, Boletín FAL Edición 347 número 3 / 2016, CEPAL, disponível em < <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40504-situacion-desafios-inversiones-infraestructura-america-latina> >. Acesso em 23/04/18.

CEPAL (2017), Ranking de Portos, CEPAL, disponível em < <https://www.cepal.org/es/infografias/ranking-puertos-top-20-america-latina-caribe-2016> >. Acesso em 23/04/18.

CLUB (2016), Centro de Logística Urbana Brasil, disponível em < <http://www.clubbrasil.org>>. Acesso em 18/11/17

DESA, The World's Cities in 2016 Data Booklet, ONU, USA, 2016 Global Infrastructure Outlook, Forecasting Infrastructure Investments needs and gaps, GI Hub, disponível em <<http://outlook.gihub.org>>. Acesso em 23/04/18.

Habitat III, disponível em <<https://unhabitat.org/> 2016>, Ecuador, Acesso em 14/11/17

Holguín-Veras, VREF CoE SUFS. Disponível em <<https://www.coe-sufs.org/> USA>.\_Acesso em 22/11/17

IDB, Ciudades Emergentes y sostenibles. Disponível em <<https://www.iadb.org/es/ciudades>> Washington. Acesso em 20/11/17

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Censo demográfico: 2010: Base de Informações por Setor Censitário. Rio de Janeiro.

INSTITUTO DATA FAVELA. Radiografia das favelas brasileiras. São Paulo: Instituto Data Favela, 2013.

MEIRELLES, R.; ATHAYDE, C. (2016). *Um país chamado favela*. Editora Gente Liv e Edit Ltda. Rio de Janeiro

MS Governo do Estado do Mato Grosso do Sul, Seminário Corredor Bioceânico Rodoviário, disponível em <<http://www.corredorbioceanico.ms.gov.br>>. Acesso em 24/04/2018.

Oliveira, L., Matos, B., Dabanc, L., Ribeiro, K., Isa, S. (2018). Distribuição urbana de mercadorias e planos de mobilidade urbana de carga: oportunidades para municípios brasileiros.

ROZAS, P. e SÁNCHEZ, R. (2004) *Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual*. United Nations Publications.

Serebrisky, T, Suárez-Alemán, A., Margot, D., Ramirez, M.C. (2015). Financing Infrastructure in Latin America and the Caribbean: how, how much and by whom?. Banco Interamericano de Desenvolvimento, IDB-MG-377

WB, Atlas of Sustainable Development Goals 2017. Disponível em <<http://datatopics.worldbank.org/sdgoalatlas/>>.\_Acesso em 22/10/17

# TRANSPORTE HIDROVIÁRIO E A IMPORTÂNCIA PARA O ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS DO CENTRO-NORTE BRASILEIRO

**Elisangela Pereira Lopes,**

CNA. Brasília, Brasil. elislopesdf@gmail.com,

**Eliezé Bulhões de Carvalho,**

UnB, Brasília, Brasil. prof.elieze.carvalho@gmail.com,

## RESUMO

O desenvolvimento agropecuário brasileiro esbarra nos gargalos existentes na cadeia logística do país. Os "custos de transporte", acumulados durante o escoamento da produção, encarecem as *commodities* e resultam em perda de renda para o produtor rural. O cenário atual indica a necessidade de investimentos em melhorias da infraestrutura logística existente e na implantação de novas rotas de escoamento, com a integração dos modais rodoviários, ferroviários e hidroviários. Com isso, espera-se reduzir custos de transporte e remanejar parte da carga destinada aos portos das regiões Sul e Sudeste para o Arco Norte, onde, atualmente, é concentrada a produção nacional de grãos enviadas ao comércio exterior. Este artigo apresenta a análise comparativa das rotas de escoamento dos grãos do Centro-Norte do Brasil, predominantemente rodoviárias, com aquelas que utilizam os rios, ainda que de forma embrionária, ou planejam implantar a intermodalidade, principalmente com o trinômio BR-163, rios Teles Pires e Amazonas e Ferrovia Ferrogrão.

## INTRODUÇÃO

Para que haja concorrência na exportação dos produtos agropecuários são exigidos investimentos direcionados à manutenção e à adequação da infraestrutura existente e a criação de novas rotas, com o uso e/ou integração de diferentes modais de transporte. Nesse sentido, os planos estratégicos do governo, consideram dentro do seu escopo, a aplicação de recursos que visam desobstruir os gargalos que impedem o crescimento da produção agrícola nacional. Porém, a maioria evolui lentamente, com cronogramas atrasados e orçamentos contingenciados em várias regiões. A evolução das novas fronteiras agrícolas, sobretudo nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, e, atualmente no MATOPIBA – acrônimo formado com as iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia – não tem sido acompanhado, em proporção similar, pelos investimentos em infraestrutura. Há, nessas regiões, grande concentração da produção e capacidade de expansão, contudo, a rede de transporte deficitária obriga os produtores a escoarem suas *commodities* pelos portos do Sul e Sudeste, na maior parte por Paranaguá e Santos, o que gera expressivo aumento dos fretes. A questão que merece elucidação é que ações precisam ser tomadas para que os

produtos brasileiros continuem competitivos no mercado internacional e para que o produtor rural seja justamente remunerado por todos os benefícios que proporciona à sociedade brasileira? E, ainda, como investimentos no setor hidroviário podem contribuir para reduzir os custos de transportes que retiram renda do produtor?

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a elaboração deste artigo realizou-se a revisão bibliográfica dos conceitos empregados, a análise de dados secundários da produção e exportação de grãos e a verificação dos custos de transportes do escoamento da soja e milho, nos principais corredores de comércio. Dessa forma, a proposta é investigar a importância das hidrovias para o escoamento da produção de grãos brasileiras da região Centro-Norte. Em complemento e de maior relevância, realizou-se a análise da infraestrutura existente nas regiões produtoras, inclusive nas chamadas “novas fronteiras agrícolas”. Nesse sentido, foi traçado, brevemente, um cenário que inclui os reflexos na economia pela ausência de infraestrutura adequada, inclusive dos custos envolvidos para a realização do serviço de transporte de carga. Na segunda parte, o transporte hidroviário recebe destaque como alternativa para redução dos custos, notoriamente, na região Centro-Norte. A princípio parte-se do conceito de hidrovia, suas características, vantagens e desvantagens. Na sequência é apresentada uma simulação dos custos de transportes considerando os rios Madeira, Teles-Pires e Tocantins, para o escoamento de grãos (milho) até os portos exportadores. Diante disso, são realizadas considerações sobre os resultados encontrados.

## **PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE GRÃOS NO BRASIL**

Os esforços dos produtores rurais resultam em supersafras, sendo que dos dez principais produtos exportados em 2016, sete foram mercadorias agrícolas e/ou pecuárias. Na lista lideram a soja com 15%, seguida do açúcar (cana), carne de frango, celulose, farelo de soja, café em grãos e a carne bovina (CNA, 2017). Conforme a Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (2017), a produção de soja estimada para a safra 2017/2018 é de 108,3 milhões de toneladas. A expectativa, seguindo a tendência de crescimento, é que nos próximos anos o Brasil se consolide como o maior produtor mundial de soja, ultrapassando os Estados Unidos. Em grãos, merece destaque também o milho, com 1ª. e 2ª. safras 2017/2018 somando 93,6 milhões de toneladas. A produção de soja e milho destinada ao comércio exterior, nos últimos sete anos, acima do Paralelo 16, cresceu 67,5% e a exportação atingiu o recorde de 19,6% ou 19,4 milhões de toneladas de grãos. Em 2015, as regiões Norte, Nordeste e, principalmente, Centro-Oeste, foram responsáveis por 57,9% ou 104,7 milhões de

toneladas de grãos (Tabela 1).

**Tabela 1: Evolução da Produção de Grãos (soja e milho) e Exportação do Complexo Soja e Milho (2009-2015).**

<b>Produção de Grãos (Soja e Milho)</b>			
Ano	Brasil	Acima °16S	Abaixo °16S
2009	108,0M/t	56,0M/t ou 52,1%	52,0M/t ou 48,0%
2015	180,9M/t	104,7M/t ou 57,9%	76,7M/t ou 42,1%
Varição	▲ 67,5%	▲ 87,0% ▲	▲ 46,5% ▼
<b>EXPORTAÇÃO DO COMPLEXO SOJA (GRÃOS, FARELO E ÓLEO) E MILHO (GRÃOS)</b>			
Ano	Brasil	Acima °16S	Abaixo °16S
2009	43,0M/t	7,0M/t ou 16,0%	36,0M/t ou 84,0%
2015	99,1M/t	19,4M/t ou 19,6%	79,7M/t ou 80,4%
Varição	▲ 130,5%	▲ 177,1% ▲	▲ 121,4% ▼

Fonte: SECEX/MDIC (2016) e CONAB (2016).

Somente em 2015, no sistema portuário do Arco Norte, foram movimentadas cerca de 20 milhões de toneladas soja (grão, farelo e óleo) e milho. Isso representou crescimento de 121,4%, quando comparado a 2009, em que os portos e terminais de Porto Velho (RO), Itaquí (MA) e Salvador (BA) exportaram 7,0 milhões de toneladas de grãos. Trata-se de um número modesto, considerando que as regiões Sul e Sudeste responderam por 42,1% da produção (76,2 milhões de toneladas) e 80,4% (79,7 milhões de toneladas) da exportação da produção nacional de soja e milho. Os portos com maior representatividade foram Santos (SP) (31,9%), Paranaguá (PR) (18,8%) e Rio Grande (RS) (15,0%).

## **CUSTOS LOGÍSTICOS PARA O TRANSPORTE DE GRÃOS**

A contribuição do agronegócio para a economia brasileira poderia ter sido mais efetiva, no histórico de superávits, se não fossem os elevados custos e os desperdícios gerados pela falta de infraestrutura e logística adequada. Altas cargas tributárias, políticas ineficientes, baixos investimentos no setor e desequilíbrio na matriz de transporte, são alguns dos problemas enfrentados pela cadeia produtiva nacional. A situação do modal rodoviário é preocupante, mormente na relação segurança viária e níveis de acidentes, bem como nos custos de transportes e emissão de poluentes. Apenas 12,3% da malha rodoviária é pavimentada. A análise histórica da Pesquisa CNT de Rodovias, entre 2004 e 2016, constatou que o estado geral das rodovias públicas melhorou no período, porém do total, 48,3% apresentam condições inadequadas de tráfego. Ainda, segundo a Confederação Nacional dos Transportes – CNT (2017), do total analisado, 31 mil quilômetros apresentam deficiência no pavimento, sinalização e geometria da via. Os



problemas incluem buracos, falta de sinalização, ausência de acostamentos e de terceiras faixas.

A CNT (2017), afirma que a má qualidade verificada nas rodovias brasileiras eleva os custos operacionais do transporte, em média 24,9% mais altos do que seriam em condições ideais. De acordo com a Confederação, pode-se constatar uma variação de 13,1 pontos percentuais de acréscimo dos custos, entre as regiões Sudeste (21,2%) e Norte (34,3%), verificando, respectivamente, o melhor e pior resultados. Os modais mais indicados para o transporte de *commodities* – ferroviário e hidroviário – são pouco utilizados quando comparados à matriz de transportes de outros países com dimensões parecidas com o Brasil (Estados Unidos, China e Rússia). Esses modos de transportes – trens e barcas – têm capacidade mais elevada e, quando disponíveis, sua utilização resulta em diminuição de custos com o frete.

Nas ferrovias, as cargas destinadas aos produtos agropecuários correspondem a 11,5% do transportado nos trens. Dos 28,6 mil quilômetros de ferrovias, somente 1/3 encontra-se em operação. O modelo de concessão ferroviária é caracterizado pela concentração de mercado: oferta reduzida de serviços, elevadas tarifas e quebra de contratos. Em média, o valor do frete ferroviário é próximo ao praticado pelos caminhões. Um exemplo é o frete rodoviário entre Rondonópolis/MT e Santos/SP. O valor médio cobrado pelos caminhoneiros em 2015 foi de R\$ 201,00 por tonelada de soja, enquanto a concessionária cobrou R\$ 195,00 por tonelada de soja, cerca de 3% a menos, quando deveria ser 20 a 30% menor (ANUT, 2016).

E o modal hidroviário, com o custo do frete considerado três vezes menor que o rodoviário, continua o menos utilizado. Um problema grave é a priorização do uso das águas para o setor energético, o que tem prejudicado o transporte pelos rios. Na última paralisação da Hidrovia do Tietê-Paraná (2013-2016), o agronegócio deixou de movimentar, por ano, 6,5 milhões de toneladas de produtos. No Brasil, de acordo com o Instituto de Logística e *Supply Chain* – ILOS (2017), os custos logísticos – que incluem despesas administrativas, armazenagem, estoque e transportes – equivalem a 12,2% do PIB. Desse percentual, a maior parte é formada pelo transporte, que corresponde a 6,8% do PIB ou R\$ 401 bilhões. O ILOS afirma que se infraestrutura de escoamento dos produtos brasileiros fosse mais adequada, em proporções aos dos Estados Unidos, em que o custo logístico representa 7,8% do PIB americano, resultaria em redução de R\$ 80 bilhões no montante dispendido em transportes.

Para Péra (2017) as perdas totais na cadeia de suprimentos de soja e milho, em 2015, atingiram 2,4 milhões de toneladas, o que significa em prejuízos calculados em R\$ 2,04 bilhões. O autor identificou que a atividade logística de armazenagem foi responsável por 67,2% das perdas, seguida pelo transporte rodoviário (13,3%), movimentações no terminal portuário (9,0%), transporte rodo-ferroviário (8,8%) e o transporte rodo-

hidroviário (1,7%). A Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz – Esalq-USP (2017) divulgou, recentemente, que o valor do frete rodoviário – incluído no custo logístico – registrou alta de 9,2% em um ano (abril/2017 a abril/2016), nas principais rotas de escoamento de soja. Na região Centro-Oeste não é diferente. Em relação aos demais concorrentes mundiais, em especial os Estados Unidos, transportar os grãos brasileiros pode representar o dobro ou mais do custo.

A ausência de recursos suficientes reflete diretamente na competitividade do agronegócio, onde os custos de transporte, da lavoura até o porto, aumentaram 204% entre 2003 e 2013, saindo da média de US\$ 28 para US\$ 85 a tonelada. Enquanto isso, nossos principais competidores, Estados Unidos e Argentina, têm um custo de apenas US\$ 20,0 e 23,0 respectivamente (ANEC, 2013). Dados da Associação dos Produtores de Soja do Mato Grosso – Aprosoja (2016) confirmam que o custo de transporte de grãos nos Estados Unidos é de US\$ 20,0 por tonelada, em qualquer percurso. No entanto afirmam que o custo brasileiro pode variar no pico da safra e atingir o valor de US\$ 150,0 por tonelada (frete entre Mato Grosso e Santos ou Paranaguá).

## **BREVE DESCRIÇÃO DO CONCEITO DE HIDROVIAS**

Hidrovia, também é conhecida por aquavia, transporte aquático ou aquaviário, via navegável e caminho fluvial. O Brasil possui vocação natural para o transporte aquaviário incontestável. São cerca de oito mil quilômetros de costa, podendo ser estendido para dez mil, quando considerado o trajeto do rio Amazonas até Manaus. Dos 42,8 mil quilômetros de extensão de rios, aproximadamente 27,4 mil quilômetros são navegáveis e 15,4 mil quilômetros potencialmente navegáveis e distribuídos por seis eixos: Tapajós e Teles-Pires, que abrange o Centro-Oeste e Norte; Tocantins-Araguaia, no Centro-Oeste e Norte; Paraguai-Paraná, no Centro-Oeste e Sul; rio Madeira, na Amazônia; rio São Francisco, no Sul e Centro-Leste; e Tietê-Paraná, no Sul e Sudeste (DNIT, 2016).

O conceito defende que a palavra hidrovia remete a ideia de um rio navegável que conta, essencialmente, com intervenções diversas e constantes, de forma a garantir segurança para a navegação, sustentabilidade dos recursos e o princípio do uso múltiplo das águas. De acordo com Pompermayer, Campos Neto e Pepino de Paula (2014), a hidrovia é um rio navegável, que conta com intervenções diversas e normatizações necessárias, para garantir segurança a navegação, sustentabilidade dos recursos e uso múltiplo das águas. Nesse sentido, Padovezi (2003) alerta que nos rios, em geral, aparecerem restrições de profundidade, trechos estreitos, curvas fechadas, que demandam cuidados especiais com os sistemas de propulsão e de manobra das embarcações. Fajardo (2006) lembra que os termos hidrovia interior ou via navegável

interior, constituem-se denominações comuns para os rios, lagos ou lagoas navegáveis. Porém, ressalta que o uso da expressão hidrovia interior é adequado para designar vias que foram balizadas, sinalizadas, possuem cartas de navegação ou foram apreciadas com obras de melhoramento para garantir boas condições de segurança às embarcações, cargas, passageiros ou tripulantes.

## **HIDROVIAS E A REDUÇÃO DO CUSTO ESCOAMENTO DE GRÃOS DO CENTRO-NORTE BRASILEIRO**

Fonseca e de la Sota Silva (1998) comparou os custos dos Estados Unidos e Brasil para a comercialização da soja *in natura* e seus derivados, e concluiu que, em termos monetários, os custos americanos são mais competitivos que o brasileiro em virtude da utilização da modalidade hidroviária. Segundo os autores, essa modalidade permite ter uma redução substancial nos custos de transportes, com efeito direto no preço final do produto interno e exportável. Como bem lembrado por Guimarães Schneider (2003), as grandes distâncias entre os produtores e portos para exportação, com predominância do transporte rodoviário, resulta em altos custos do transporte no Brasil. Tais custos de correspondem a trajetos que variam de 900 a 1.600 quilômetros. Em paralelo ou analogia a essas distâncias, o transporte hidroviário é imbatível economicamente. É sabido que os fretes e custos operacionais e de manutenção correspondem a menos de 1/3 dos custos rodoviários.

Para dimensionar a diferença dos custos entre os modais convém considerar dados do recente estudo da Câmara Temática de Infraestrutura e Logística do Agronegócio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – CTLOG/Mapa. Relata Lopes (2016) que em 2016, na CTLOG foi criado um grupo de trabalho formado por representantes do setor produtivo e usuários de transportes de cargas. O objeto era realizar o diagnóstico das alternativas logísticas para abastecimento de grãos, no caso específico, milho para os principais estados consumidores do Nordeste. Como a produção da região do MATOPIBA não é suficiente para abastecer outros estados do Nordeste, também foi analisada a possibilidade de envio de milho do Mato Grosso e Goiás. Como descrito por Lopes (2016), no Centro-Oeste, os produtores de milho compreenderam os municípios de Cristalina/GO, Jataí/GO, Primavera do Oeste/MT, Sorriso/MT e Sapezal/MT. Porém, dos 33 trechos estudados, neste artigo serão desconsiderados os destinos, que são os portos do Nordeste, onde esse milho seria utilizado para o abastecimento interno, a saber, as cidades que apresentaram maior demanda, ou seja, Fortaleza/CE, Recife/PE e Feira de Santana/BA. O primeiro trecho validado para esta pesquisa compreende o milho proveniente do município de Sapezal/MT, com destino ao porto de Vila do Conde em Belém/PA, onde seguem para o mercado internacional.

**Tabela 2. Rotas alternativas para escoamento de grãos (milho) com destino ao mercado internacional**

Sorriso/MT ao Porto de Vila do Conde/PA	Modo e tipo de transbordo	Distância (km)	Custo estimado (R\$/t)
<b>A</b> Utilizando as rodovias BR-163, BR-070, BR-158, BR-155, PA-475 e BR-150	Rodoviário	2.919	337,50
	<b>TOTAL ALTERNATIVA A</b>		<b>337,50</b>
<b>B</b> Utilizando as rodovias BR-163, BR-070, BR-158, BR-155 e rios Teles Pires e Amazonas a partir de Marabá/PA	Rodoviário	2.366	270,10
	Rodoviário-fluvial (transbordo)	-	9,23
	Fluvial	500	11,80
<b>TOTAL ALTERNATIVA B</b>		<b>2.866</b>	<b>291,13</b>
<b>C</b> Utilizando a rodovia BR-364, rio Madeira a partir de Porto Velho/RO e cabotagem no rio Amazonas a partir de Santarém/PA	Rodoviário	959	116,40
	Rodoviário-fluvial (transbordo)	-	9,23
	Fluvial	1.676	38,00
<b>TOTAL ALTERNATIVA C</b>		<b>2.638</b>	<b>163,63</b>
Sorriso/MT ao Porto de Vila do Conde/PA	Modo e tipo de transbordo	Distância (km)	Custo estimado (R\$/t)
<b>D</b> Utilizando as rodovias BR-163 e BR-230 e rios Teles Pires e Amazonas a partir de Miritituba/PA	Rodoviário	1.070	129,00
	Rodoviário-fluvial (transbordo)	-	9,23
	Fluvial	872	21,50
<b>TOTAL ALTERNATIVA D</b>		<b>1.942</b>	<b>159,73</b>
<b>E</b> Utilizando a rodovia BR-163, Ferrogrão e rios Teles Pires e Amazonas a partir de Miritituba/PA	Rodoviário	85	17,50
	Rodoviário-ferroviário	-	9,38
	Ferroviário	940	56,40
	Rodoviário-fluvial (transbordo)	-	9,66
	Fluvial	872	21,50
<b>TOTAL ALTERNATIVA E</b>		<b>1.897</b>	<b>114,44</b>

Fonte: adaptado da Empresa de Planejamento e Logística S/A – EPL (2016).

A Tabela 2 confirma que para distâncias maiores de 1.000 quilômetros, o transporte rodoviário é oneroso (Alternativa A). À medida que o percurso aumenta, os custos de transporte também se elevam. Nesse sentido, vale comentar os resultados apresentados no município de Sorriso/MT, com destino ao porto de Vila do Conde, em Belém. Para essa rota, foram verificadas cinco alternativas. A primeira diz respeito ao corredor de exportação que utiliza o modal rodoviário, com o uso das BR-163, BR-070,

BR- 158, BR-155, PA-475 e BR-150. Embora seja transporte porta a porta, a distância de 2.919 quilômetros resulta no maior custo de transportes, isto é, R\$ 337,50/t (Alternativa A).

Inserida a possibilidade do uso de outros modais, com destaque para as hidrovias, os custos de transportes tendem a diminuir consideravelmente. Esse comportamento pode ser observado na segunda rota (Alternativa B), que substitui as rodovias PA-475 e PA-150 pelo trecho de 500 quilômetros do rio Tocantins que vai de Marabá a Vila do Conde. O custo é reduzido para R\$ 291,13/t. A consolidação dessa rota depende do derrocamento do Pedral do Lourenço orçado em R\$ 520,6 milhões. Com a conclusão, a previsão é que o rio Tocantins tenha capacidade para movimentar cerca de 20 milhões de toneladas de produtos agropecuários. O mesmo acontece com a Alternativa C, rota bastante utilizada atualmente, pela BR-364 e os rios Madeira e Amazonas. Ao todo são 2.638 quilômetros ao custo de R\$ 163,63/t. Já a opção seguinte (Alternativa D) inclui as BR-163 e BR-230 e os rios Tapajós e Amazonas a partir de Miritituba/PA. A distância a ser percorrida é de 1.942 quilômetros, ao custo de R\$ 159,73/t. Ressalta-se que no cálculo do frete, considerou-se o custo de transbordo de um modal para o outro, e, ainda, variáveis como o tempo de descanso do motorista e as condições das vias como o tipo de pavimento, quantidade de faixas e fluxo de veículos.

Por último, o menor custo, observado é a Alternativa E, que se valida com o uso do modal rodoviário em menor proporção e a integração das ferrovias e hidrovias. A integração da BR-163 com a navegação de cabotagem no rio Amazonas, a partir de Santarém/PA e no percurso de 1.897 quilômetros, resulta em custos menores que as duas opções apresentadas anteriormente, ou seja, de R\$ 114,4/t. Entretanto a rota que se apresenta mais viável depende não somente da conclusão da BR-163, mas também da construção da Ferrogrão, isto é, trecho ferroviário de 930 quilômetros, ligando Sinop/MT a Miritituba/PA. É um projeto *greenfield* das *tradings* Amaggi, Bunge, Cargill, e Louis Dreyfus Commodities. Sua concepção surgiu da carência do agronegócio por alternativas logísticas de menores custos de transporte para o escoamento dos grãos produzidos na região central de Mato Grosso e com destino aos portos do Arco Norte. A seguir, Na Tabela 5 são apresentadas as reduções de custos de frete com o uso do modal hidroviário ou a intermodalidade entre dois ou mais alternativas de transporte.

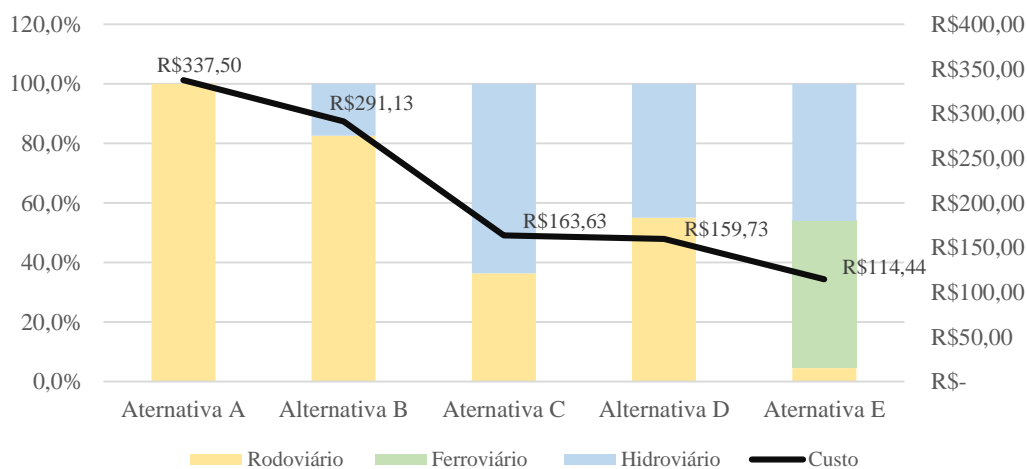
**Tabela 3. Resumo e redução dos custos nas alternativas para escoamento de grãos (milho) com destino ao mercado internacional**

<b>Alternativas</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Custo (R\$/t)</b>	<b>Redução de Custo/Opção A</b>
<b>(A) BR-163/070/158/155 e PA-475/150</b>	2.929	337,50	-
<b>(B) BR-163/070/158/155 e rio Tocantins a partir de Marabá/PA</b>	2.866	291,13	13,7%
<b>(C) BR-364, rios Madeira e Amazonas a partir de Porto Velho/RO e cabotagem no rio Amazonas a partir de Santarém/PA</b>	2.638	163,63	51,5%
<b>(D) BR-163 e BR-230 e rios Teles Pires e Amazonas a partir de Miritituba/PA</b>	1.942	159,73	52,7%
<b>(E) BR-163, Ferrogrão e e rios Teles Pires e em Miritituba (PA)</b>	1.897	114,44	66,1%

Fonte: Adaptado da metodologia EPL. Nota: \*Opção futura

Como visualizado na Tabela 3, a Alternativa E, constitui-se aquela com menor custo de transporte (R\$ 114,44 por tonelada). Quando comparadas a Alternativa A, predominantemente rodoviária, e a Alternativa E que utiliza três modais distintos, a redução do custo de transporte é de 66,1%. A integração entre os modais rodoviário, ferroviário e aquaviário, nesse caso, além de permitir a entrega do produto porta a porta, tem o menor custo observado nas quatro alternativas. Embora o *transit time* aumente em relação a Alternativa A, como o milho é um produto de baixa perecibilidade, não há prejuízo pelo uso de percursos maiores e demorados, já que os custos de transporte são competitivos. A relação entre o uso predominante do modal rodoviário e os elevados custos de transportes são demonstrados no Gráfico 1. A Alternativa A, em que se tem que percorre quase 3.000 quilômetros de caminho constitui-se a opção mais onerosa. A medida que é colocada em prática e intermodalidade, quer rodo-hidroviária, ou rodo-hidro-ferroviária, os custos são reduzidos significativamente.

**Gráfico 1. Relação modal e custo de transportes nas alternativas para escoamento de grãos (milho) com destino ao mercado internacional**



Diante do exposto, fica claro que o aproveitamento dos rios navegáveis e potencialmente navegáveis constitui pré-requisito para a consolidação dos corredores da produção agropecuária brasileira, sobretudo das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. O deslocamento da produção brasileira de grãos para o interior do país, aumenta a necessidade de transportes de grandes capacidades, uma vez que as unidades produtivas estão cada vez mais distantes dos centros consumidores e portos. A viabilidade competitiva do transporte aquaviário possibilitará a transferência de um grande volume de cargas que hoje transitam pelas rodovias, reduzindo inclusive o custo de manutenção das vias terrestres.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se trata do modal hidroviário, o principal problema observado é o baixo ou não aproveitamento do potencial dos rios brasileiros. É pacífica a necessidade de priorizar investimentos no setor, especialmente na construção de terminais portuários e na melhoria e manutenção das vias hidroviárias. Nesse sentido, é imprescindível a realização contínua de serviços de dragagem, balizamento e sinalização, bem como a implantação de dispositivos de transposição de desníveis. Outras iniciativas incluem incentivos à indústria naval e a criação de empresas de transporte fluvial.

A imprevidência governamental no uso dos rios se revela especialmente quando são desenvolvidos projetos de aproveitamento hidro energético sem incorporar, obrigatoriamente, investimentos para assegurar a utilização do curso como hidrovias. São casos de rios que depende da instalação de mecanismos de transposição de desníveis, com eclusas, para garantir a navegabilidade. Tais mecanismos permitem a navegabilidade ao longo do curso do rio ao transpor barragens das hidroelétricas.

Ademais, a obrigatoriedade do uso múltiplo dos rios é questão estratégica para o país, sob pena de comprometer toda a estrutura da matriz de transporte, gerando perdas de competitividade para a estrutura produtiva em geral.

Cabe lembrar que o potencial de expansão do agronegócio em médio e em longo prazo se encontra em regiões centrais do país, longe, portanto, dos sistemas portuários tradicionais, o que representa altos custos de transporte da produção. As bacias do Madeira, Tapajós e Tocantins são caminhos naturais para a racionalização e barateamento dos custos de transportes, com soluções de curto e longo prazos. A necessidade de diversificar os meios de escoamento da produção da região Centro-Norte, hoje predominantemente rodoviário, exige investimentos nos modais ferroviário e hidroviário, como demonstrado no item 7. A finalização da BR-163, a construção da Ferrogrão e o derrocamento do Pedral do Lourenço no Rio Tocantins podem resultar em reduções de custos de transportes que variam de 13,7% a 66,1%.

A disponibilidade de infraestrutura adequada é condição indispensável para que o Brasil, principalmente no setor do agronegócio, possa desenvolver vantagens competitivas. Os investimentos elevam a competitividade sistêmica da economia. Ademais, permitem melhor gestão dos custos privados, possibilitando redução dos preços da produção e ganhos de produtividade.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Associação dos Produtores de Soja do Mato Grosso – Aprosoja (2016). A importância do Arco Norte da competitividade da exportação agropecuária. Diálogos Hidroviáveis. Brasília.

Associação Nacional dos Exportadores de Cereais – ANEC (2013). Estatísticas.

Associação Nacional dos Usuários do Transporte de Carga – ANUT (2016). Desafios da infraestrutura logística do Brasil: rodovias, ferrovias e portos. Apresentação na ABM Week. Rio de Janeiro.

Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (2017). Acompanhamento da safra brasileira de grãos. V. 5, Safra 2017/2018, N1. Primeiro levantamento. Outubro 2017. Monitoramento agrícola.

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA (2017). Dados macroeconômicos do setor agropecuário brasileiro.

Confederação Nacional do Transporte – CNT (2017). Transporte rodoviário: desempenho do setor, infraestrutura e investimentos. Brasília/DF.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2016). Questões hidroviárias relevantes. II Fórum de Infraestrutura de Transportes. DNIT, Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil.

Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz – Esalq-USP (2017). Boletim custos: abril de 2017.

Fajardo, A. P. C (2006). Uma contribuição ao estudo do transporte intermodal: otimização da expansão dinâmica das redes intermodais do transporte de soja produzida no estado do Mato Grosso. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. XIV, 187 p.



Fonseca, A. P e de la Sota Silva, E. P. (1998). Abordagem logística na análise da competitividade das exportações agrícolas brasileiras. Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia. Brasília.

Guimarães Schneider, N. C. B. (2000). Hidrovias interiores: um modal econômica e ambientalmente viável? Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Humanas. Departamento de Economia. 89p.

Instituto de Logística e Supply Chain – ILOS (2017). Custos logísticos.

Lopes, E. P (2016) Milho no Nordeste em tempos de estiagem; como a logística e infraestrutura adequada podem garantir o abastecimento? Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Brasília.

Péra, T. G (2017). Modelagem das perdas agrologísticas de grãos no Brasil: uma aplicação de programação matemática. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 180 p.

Padovezi, C. D. (2003). Conceito de embarcações adaptadas à via aplicado à navegação fluvial no Brasil. Tese de doutorado Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. Ed. Rev. São Paulo, 215p.

Pompermayer, F. M; Campos Neto, C. A. S. C e Pepino de Paula, J. M. P (2014). Hidrovias do Brasil: perspectiva histórica, custos e institucionalidade. Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília. Rio de Janeiro, 51p.

# **METODOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO DE REDES LOGÍSTICAS URBANAS DE CARGA (RLUC) UTILIZANDO O TRANSPORTE HIDROVIÁRIO**

**Bruna Renata Cavalcante de Barros**

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Brasília, Brasil. buru.renata@gmail.com

**Eliezé Bulhões de Carvalho**

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Brasília, Brasil. eliezec@gmail.com

## **RESUMO**

Os fluxos logísticos de transportes de cargas dentro de centros urbanos demandam cada vez mais infraestruturas e modos de transportes complexos, que atendam as demandas dos consumidores e das próprias cidades. A distribuição de mercadorias e a realização de serviços urbanos por exemplo, coleta de lixo e entulhos, em muitas cidades, estão sofrendo restrições temporais - limitação de horários - e físicas - uso das infraestruturas saturadas em conflito com o próprio deslocamento das pessoas. Porém, em muitas cidades e regiões metropolitanas brasileiras existem eixos de transportes não utilizados pelos planejadores urbanos como alternativa logística: os rios. Na cidade de São Paulo, Brasil, por exemplo, as principais artérias viárias da cidade, as marginais Tietê e Pinheiros, foram construídas aproveitando o traçado natural desses dois rios. Outras cidades e regiões metropolitanas brasileiras dispõem dessa infraestrutura natural de transporte, mas não vislumbram sua utilização. Neste trabalho é proposta uma metodologia para o planejamento de redes logísticas urbanas de carga (RLUC), tendo rios urbanos como elementos principais. O artigo está dividido nas seguintes partes: introdução, com a descrição do conceito de redes logísticas urbanas de carga (RLUC) e o papel dos rios nesta rede. Na sequência, há proposta de metodologia para o planejamento das RLUC e enumeração das cidades brasileiras com potencial de uso de seus rios para o transporte de cargas. Em seguida a metodologia é aplicada para um caso real brasileiro, com análises, e por fim, as conclusões.

## **1.INTRODUÇÃO**

O presente artigo busca apresentar a discussão do potencial de utilização do transporte hidroviário como elemento das Redes Logísticas Urbanas de Carga – RLUC em cidades e regiões metropolitanas brasileiras que disponham de potencial aquaviário, nomeadamente rios e baías. Para o uso logístico devem ser consideradas cinco características operacionais dos modos de transportes: velocidade, confiabilidade, disponibilidade, capacidade e frequência. O Transporte Hidroviário tem a melhor relação em comparação aos modos rodoviário e ferroviário no quesito capacidade (WANKE et. al., 2000).

O foco do uso do transporte hidroviário é utilizar a grande capacidade de carga deste modo, e integrá-lo a outros, de forma a complementar o fluxo de mercadorias. Além de desafogar a matriz de transportes de grandes cidades, aponta-se como vantagem adicional a potencial redução de gases de efeito estufa (GEE) por quilômetro das embarcações, quando se compara ao transporte rodoviário de cargas. Estima-se que o setor de transportes seja responsável por 14% do total de emissões globais de dióxido de carbono (IPCC, 2014). O Acordo de Paris foi assinado em 2015, durante a 21ª Conferência das Partes (COP-21) e visa reduzir emissões de gases do efeito estufa (GEE). Como signatário do Acordo, o Brasil assumiu o compromisso de adotar medidas e alcançar metas de emissões de Gases do Efeito Estufa: redução em 37% para 2025 e em 43% para 2030 (MCTIC, 2017).

Há outros dois aspectos atuais em relação a logística urbana, que foram considerados neste estudo: o tempo de deslocamento e o custo de expansão das infraestruturas. Propõe-se um planejamento apoiado na utilização de embarcações em substituição a caminhões, dentro de cidades grandes e regiões metropolitanas como solução logística para determinados produtos contêinerizados, resíduos sólidos das cidades e materiais para a construção civil.

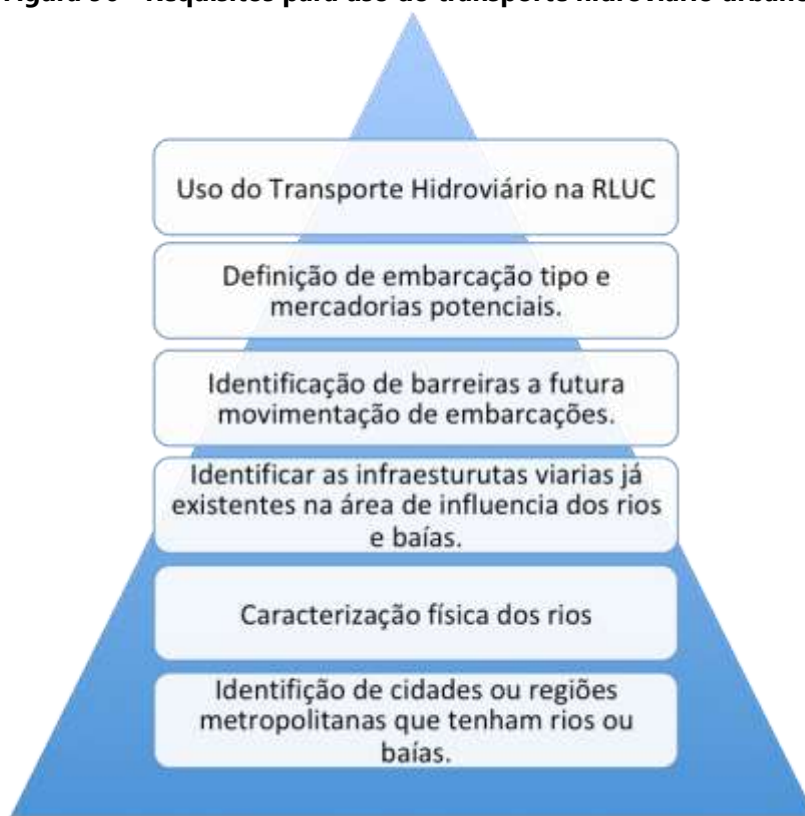
## **2. REDES LOGÍSTICAS URBANAS DE CARGA (RLUC)**

Historicamente, a consolidação de núcleos populacionais teve como referência a localização próxima a rios. Esses corpos hídricos funcionaram, por séculos, como atrativos para o deslocamento das pessoas e produtos. Entretanto, uma utilidade negativa dos rios às margens das cidades surgiu: eles passaram a servir de local de lançamento de esgotos residenciais e industriais. Com o passar dos séculos, este uso tem prevalecido. Com o advento de novos modos de transporte, predominantemente terrestres, os rios perderam sua primeira utilidade logística (IPEA, 2014).

### **2.1 Proposição de Redes Logísticas Urbanas de Carga com hidrovias**

A presente pesquisa propõe a identificação de elementos básicos que podem tornar elegíveis os rios que passam por cidades ou regiões metropolitanas para sua utilização em RLUCs. Tais elementos estão sistematizados na Figura 1.

**Figura 96 - Requisitos para uso do transporte hidroviário urbano de cargas.**



## **2.1 Identificação de Cidades e Regiões Metropolitanas**

O conceito básico para a criação das RLUC são cidades entrecortadas por rios, localizadas em estuários ou inseridas em baías. A necessidade de identificação desse requisito é importante para selecionar e avaliar diferentes tipos de embarcações para utilização no projeto. A depender dessas características, o veículo e os terminais deverão ser adaptados.

Na avaliação de áreas metropolitanas foi considerando que o rio, estuário ou baía banhasse mais de um município. Além de ampliar a quantidade de pessoas que poderão usufruir dos serviços de uma rede dessa natureza, os municípios podem buscar projetos conjuntos e linhas de financiamento específicas. Aumentando assim a ampliação de oferta de serviços metropolitanos utilizando o transporte aquaviário. O quadro 1 apresenta uma pequena lista de cidades brasileiras com essas características.

**Quadro 23 – Exemplos de cidades brasileiras com banhadas por rios, estuários e baías.**

Cidade	Rio	Estuário	Baía	Tem área metropolitana
Manaus-AM	X	-	-	X
Rio Branco-AC	X	-	-	-
Porto Velho-RO	X	-	-	-
Belém – PA	X	-	X	X
São Luiz – MA	-	-	X	X
Teresina-PI	X	-	-	-
Natal -RN	X	-	-	X
Recife-PE	X	-	-	X
João Pessoa –PB	X	-	-	X
Aracajú- SE	X	-	X	-
Salvador-BA	-	-	X	X
Vitória-ES	X	-	X	X
Rio de Janeiro - RJ	-	-	X	X
São Paulo -SP	X	-	-	X
Santos-SP	-	X	-	-
Porto Alegre- RS	X	-	-	X
Itajaí-SC	-	X	-	-

Fonte: ANTAQ, 2018

## 2.2 Características físicas dos rios e estuários

Após a identificação de cidades com potencial para implantação de RLUC com participação do modo hidroviário, foi necessário analisar as características físicas dos rios para confirmar a proposta. Neste ponto, buscou-se verificar elementos que podem dificultar ou facilitar a implantação do transporte aquaviário. O primeiro elemento considerado foi a largura média do rio, que influi diretamente no tamanho das embarcações. Como premissa, optou-se por considerar rios com larguras superiores a 30 metros, pois com essa dimensão, é possível a utilização de embarcações com 12 metros de boca, e capacidade de carga mínima de 1.000 toneladas (ALFREDINE E ARASAKI, 2014).

Outro elemento considerado foi a sinuosidade do rio. Trata-se da quantidade de curvas em determinado trecho de interesse e seu raio de curvatura. Rios muito estreitos ou com várias curvas dificultam a manobrabilidade das embarcações. De forma didática, utiliza-se o raio de curvatura como uma relação entre o comprimento da embarcação multiplicado por 10 (ALFREDINE E ARASAKI, 2014).

Observa-se que o entendimento dessas características físicas levam em consideração a utilização dos rios na forma como eles estão integrados as cidades. Existe a possibilidade de realização de obras de engenharia para melhoria desses aspectos, por exemplo, alargando o canal de navegação ou retificando curvas do rio. Mas a ideia

principal é a sua utilização sem investimentos dessa natureza, aproveitando o rio como ele se apresenta hoje para a cidade. A Figura 2 exemplifica rios em grandes cidades com plena utilização por embarcações de carga.

**Figura 97 - Canais de rios em utilização pelo transporte aquaviário.**



Fontes: (Ducs Amsterdam (2008) e Percolato (2012).

### **2.3. Definição de embarcação e carga potencial**

Devem ser observadas características econômicas de cidades e regiões metropolitanas. Em geral, cargas públicas (lixo, entulhos de obras) têm grande potencial para transporte por hidrovias (NOVO, 2016). Outras cargas que podem ser consideradas são aquelas disponibilizadas em contêineres. Uma rede de supermercados francesa decidiu usar o modo de transporte proposto na presente pesquisa para auxiliar na logística de 100 lojas (The Guardian, 2016)

Na Europa, cidades e regiões metropolitanas utilizam com sucesso margens de rios, estuários e baías. Entretanto, alerta-se que o uso do solo de forma descontrolada pode constituir barreira física ao transporte hidroviário. Devem ser observadas, por exemplo, características das pontes construídas sob rios (largura entre pilares, altura em relação ao nível d'água), existência de linhas de transmissão de energia, locais de passagem de tubulações e ou cabeamentos submersos, comunidades ribeirinhas ilegais. Além disso, recomenda-se mapear futuros pontos de interconexão logístico: áreas industriais com potencial de recebimento/distribuição de produtos, entroncamentos rodoviários/ferroviários quantidade de nós logístico, áreas para instalação de Estações de Transbordo de Cargas.

De posse do mapeamento e da identificação do potencial de uso do transporte hidroviário para logística urbana, devem-se apresentar as vantagens para sua utilização. Aponta-se o conceito de centro de distribuição de mercadorias de forma linear em um eixo ainda inexplorado. Apontam-se como contribuições diretas a retirada de caminhões de vias congestionadas e a redução das emissões dos gases de

efeito estufa. Uma única barcaça com capacidade de carga de 1.000 toneladas pode substituir 19 caminhões, com capacidade para 52 toneladas, o maior veículo rodoviário normal de carga permitido pela legislação brasileira (DNIT, 2016).

### 3. ESTUDO DE CASO: SÃO PAULO, BRASIL

Como proposta de análise da metodologia será realizada simulação na maior metrópole brasileira: São Paulo. A região metropolitana de São Paulo concentra 39 municípios e é responsável por 17,63% do PIB brasileiro, com mais de 7.500 km<sup>2</sup> e uma população de 21 milhões de habitantes (EMPLASA, 2018). Observam-se os Rios Tietê, sentido oeste-leste, e Pinheiros, sentido norte-sul, como potenciais aplicações para o presente estudo. Em ambos os casos, o adensamento de infraestruturas viárias terrestres ao longo das marginais dos rios é evidente como mostra a Figura 3.

**Figura 3 - Rios Tietê e Pinheiros em São Paulo.**



Fonte: Google Maps.

O passo seguinte foi identificar as características físicas dos rios mencionados. Para avaliar esse quesito observou-se a Figura 3, na direção de jusante para montante do rio, para o caso do Rio Tietê, da direção do Município de Barueri até São Miguel Paulista. E para o Rio Pinheiros, indo de sua confluência com o Rio Tietê até Interlagos. Em seguida, identificaram-se as infraestruturas viárias existentes: nas margens dos rios mencionados existe uma rede de infraestrutura de transportes predominantemente rodoviária.

A etapa seguinte foi a identificação de barreiras a futuras movimentações de cargas, observa-se que ao longo dos 36 quilômetros do rio Tietê e dos 9,5 quilômetros do Rio

Pinheiros, existem pontes, saídas de tubulações pluviais e passagens de tubulações aéreas. Estes elementos precisam ser identificados, quantificados, e avaliados, pois a largura entre pilares e a altura em relação à lamina d'água são características essenciais à segurança das futuras embarcações compatíveis com o rio. A tabela 2 apresenta uma consolidação das informações sobre esses tipos de infraestruturas identificadas nos Rios Tietê e Pinheiros.

**Tabela 24 - Levantamento das Infraestruturas existentes nos trechos estudados dos Rios Tietê e Pinheiros.**

<b>Elemento</b>	<b>Tietê</b>	<b>Pinheiros</b>
Ponte	40	4
Saída de tubulações no rio	63	2
Tubulações Aéreas	3	-
Eclusa	1	1

No caso do Rio Tietê a quantidade de pontes e pontos de descarga no rio (saídas de tubulações e afluentes e tubulações aéreas ultrapassa uma centena. Isso dá uma média de 3 elementos por quilômetro de rio. Esse fato não será impeditivo se as embarcações analisadas para o uso na RLUC forem compatíveis com esses elementos. Alternativamente, pode-se considerar o rio em trechos e adaptar as embarcações para cada um deles. Destaca-se a identificação neste trecho de uma eclusa no Rio Tietê, este dispositivo dispõe de câmara com 122 metros de comprimento e 12 metros de largura (São Paulo, 2004).

Quanto às embarcações tipo, de acordo com os elementos identificados nas etapas anteriores foi definida uma embarcação com 117 metros de comprimento, 11 metros de largura e capacidade de carga para 80 contêineres de 40 pés (FEU) ou 2.400T de carga útil (CORREA e GUERREIRO, 2011). A Tabela 3 descreve as características da embarcação proposta.

**Tabela 25 - Características da embarcação proposta.**

<b>Características</b>	<b>Valores</b>
Comprimento (metros)	117,00
Largura (metros)	11,00
Calado (metros)	2,45
Capacidade de carga (FEU)	80
Capacidade de carga útil (T)	2.430
Velocidade média da embarcação (km/h)	20,00
Potência do motor (HP)	1240 HP (dois motores de 620 HP)
Consumo de óleo diesel do motor (L/km)	10
Fator de emissão de CO <sub>2</sub> (Kg/L)	2,603

Adaptado de Correa e Guerreiro (2011).



A tabela 4 traz as características de veículos rodoviários capazes de transportar contêineres.

**Tabela 26 - Características do veículo rodoviário proposto. Adaptado de (SCANIA, 2017)**

<b>Características</b>	<b>Valores</b>
Comprimento (metros)	17,00
Largura (metros)	2,50
Capacidade de carga (FEU)	1
Capacidade de carga útil (T)	56
Potência do motor (HP)	440
Consumo de óleo diesel do motor (L/km)	0,27
Fator de emissão de CO <sub>2</sub> (Kg/L)	2,603

#### **4. COMPARAÇÃO DE TRANSPORTE HIDROVIÁRIO E RODOVIÁRIO QUANTO A EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> E ESPAÇO URBANO UTILIZADO**

Para avaliar a emissão de dióxido de carbono no transporte de contêineres pelas rodovias paralelas aos Rios Tietê e Pinheiros foi usado um método em duas etapas: (1) Cálculo de emissão de CO<sub>2</sub> para uma barcaça considerada (2) Cálculo de emissão da quantidade equivalente de caminhões necessários para transportar a mesma quantidade de contêineres (3) Cálculo do espaço ocupado entre os dois casos. A metodologia adotada restringe-se às emissões diretas de CO<sub>2</sub>. De acordo com a classificação do Programa Nacional de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), esses veículos estão enquadrados na fase "P5", portanto têm um fator de emissão de CO<sub>2</sub> de 2,603 (MMA, 2013). Por analogia e tipo de combustível, as embarcações foram classificadas na mesma categoria.

Com base na metodologia do IPCC (2006), as emissões foram estimadas pela distância percorrida pelos veículos e o combustível consumido por eles, conforme o nível 2 do método. Foram usados dados nacionais específicos para fatores de emissão, de acordo com a idade dos veículos, por meio da equação 1:

$$\text{ConsumoCombustível} = \sum_{j,t} (\text{Veículos}_i \times \text{Distância}_{i,j,t} \times \text{Consumo}_{i,j,t}) \quad (1)$$

em que ConsumoCombustível: consumo total estimado de combustível (L)

Veículos: número de veículos com combustível tipo j

Distância: distância anual percorrida por veículos com combustível do tipo j (km)

Consumo: consumo médio de combustível por veículo (L/km)

Para determinação das emissões de CO<sub>2</sub> foi utilizado o nível 1 do método, que permite usar o fator de emissões, relacionado ao consumo de combustível, por meio da Equação 2:

$$Emissões = \sum a [ConsumoCombustível \times (FEa)] \quad (2)$$

em que Emissões: Emissões diretas de CO<sub>2</sub> (g)

ConsumoCombustível: consumo total estimado de combustível (L)

FEa: fator de emissão (g/L) e a: tipo de combustível (diesel)

Para avaliar a capacidade de utilização dos Rios Tietê e Pinheiros no modelo proposto foram realizadas simulações da quantidade de contêineres em deslocamento pelas vias marginais aos rios por sua utilização em um transporte por barças com capacidade para 80 contêineres de 40 pés. Além disso, foram calculadas as emissões de CO<sub>2</sub> entre os modos de transporte. A Tabela 5 informa os resultados para a simulação.

**Tabela 27 - Comparação do transporte hidroviário e rodoviário para movimentação de contêineres.**

Trecho	Capacidade de Contêineres de 40 pés (FEU)	Distância percorrida (km)	Consumo de combustível (L)	Emissões de CO <sub>2</sub> (g)	Espaço físico ocupado linear (m)
Rio Tietê	80	30	300	780,90	117
Rio Pinheiros	80	9	90	234,27	117
Marginal Tietê	1	30	648	1.686,74	1.360
Marginal Pinheiros	1	9	194,4	506,02	1.360

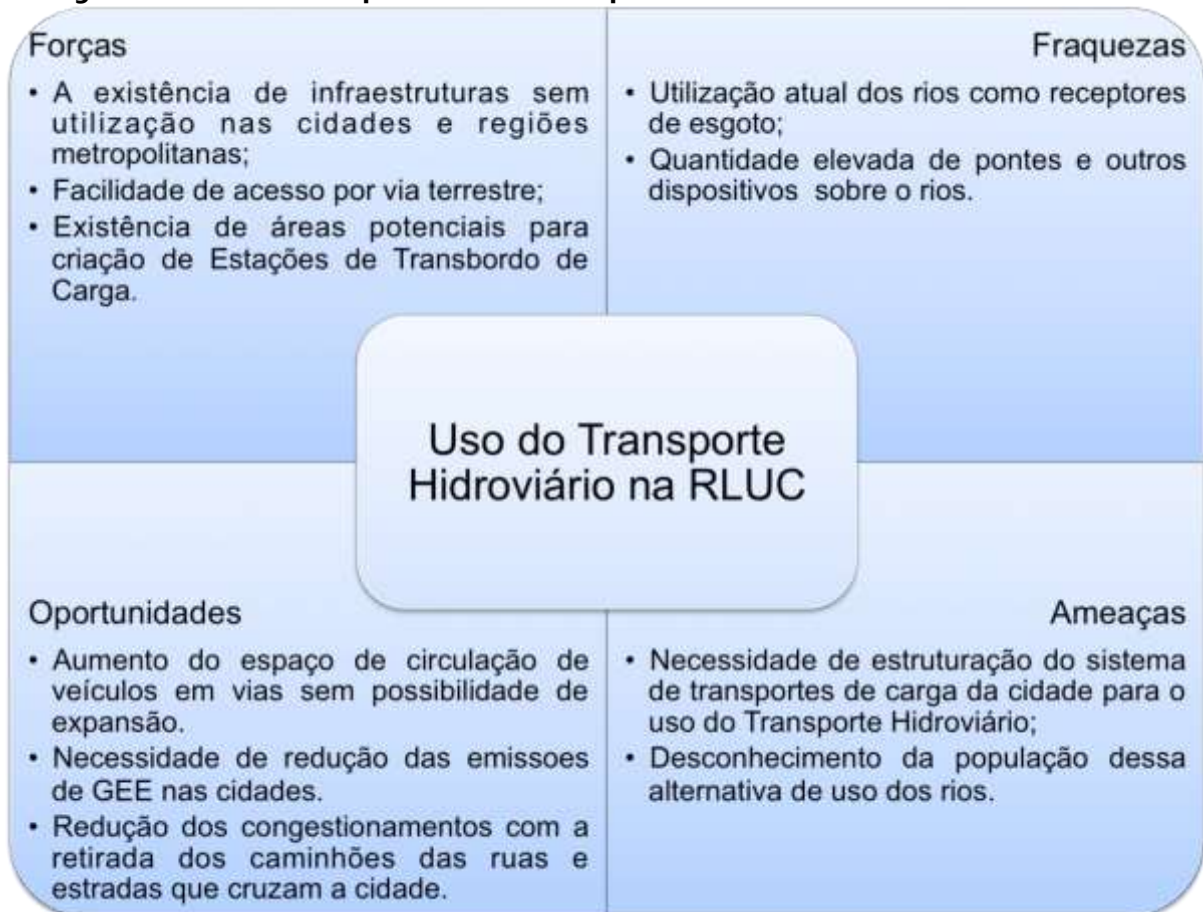
Deve-se observar que os valores simulados para transporte rodoviário nas Marginais Tietê e Pinheiros para o consumo de combustível, emissões de CO<sub>2</sub> e espaço físico ocupado linear considera a quantidade de 80 caminhões, que é o equivalente a capacidade de carga de uma barça hidroviária.

## 5. ANÁLISE SWOT

A análise SWOT é uma ferramenta estrutural para analisar o ambiente interno e externo de uma organização e formular estratégias. O objetivo é identificar as Forças (em inglês, *Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*) para elaborar diagnósticos interno e externo. As forças e as fraquezas podem ser ativos, habilidades ou recursos à disposição de uma instituição. São vantagens e desvantagens que podem favorecer ou atrapalhar a instituição, ou seja, fatores internos de criação ou destruição de valor. As oportunidades e ameaças emergem da dinâmica política, social e econômica do setor, ou de fatores demográficos, políticos tecnológicos e até legais. Quando reconhecidas e aproveitadas satisfatoriamente, as

oportunidades podem favorecer a ação estratégica. Já as ameaças criam obstáculos à ação estratégica, mas podem ser evitadas ou contornadas, desde que reconhecidas em tempo hábil por uma instituição adequadamente preparada. (Mintzberg *et al.*, 2000: p. 39). A figura 4 apresenta a análise de SWOT para o caso de utilização dos Rios Tietê e Pinheiros para o transporte de carga.

**Figura 4 - Análise SWOT para o uso do Transporte Hidroviário nos Rios Tietê e Pinheiros.**



## 6. CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou apresentar uma metodologia de simples aplicação para identificação de municípios e regiões metropolitanas brasileiras para o uso dos rios, estuários e baías onde como elemento de Redes Logísticas Urbanas de Carga. Seu objetivo foi lançar uma visão no potencial de uso das vias aquáticas já existentes e subutilizadas garantindo uma alternativa ao excesso de caminhões e emissões de CO<sub>2</sub> nas cidades brasileiras onde existe essa possibilidade. A forma simplificada apresentada e com uso de ferramentas de domínio público deve ser considerada pelas políticas públicas para melhorar o transporte nas cidades. Como resultado apresentado na cidade de São Paulo, uma barcaça com capacidade de movimentar 80 contêineres,

reduziu o espaço linear ocupado por caminhões equivalente a 1,2 quilômetros e reduziu a emissão de CO<sub>2</sub> em 53%. No primeiro momento da implantação, o foco será criar uma nova oportunidade de movimentação de cargas com o mínimo de recursos financeiros investidos. Aproveitando os elementos existentes em cidades ou regiões metropolitanas, é possível fazer mais com menos, por meio da utilização de rios incorporados na geografia das cidades, em muitos casos de forma negativa, como depositários dos esgotos, a fim de dar-lhes uma utilização positiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emília. Engenharia Portuária. São Paulo, Editora Blucher, 1<sup>o</sup> edição. 2014.
- ANTAQ (2018). Anuário Estatístico. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Anuario/>, acesso em 28 abr. 2018.
- CORREA, Pedro de Oliveira e GUERREIRO, Érico Daniel Ricardi (2011). Viabilidad de La Operación de Embarcación Autopropulsada Y Autocargable para Transporte de Contenedores em La Hidrovía Tietê-Paraná. Revista Tékhn e Lógos, V2 n, 3, fev. 2011. Botucatu, São Paulo.
- DNIT (2016). Resolução nº 1/2016. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/sistema-de-gerenciamento-de-autorizacao-especial-de-transito-siaet/resolucao-aet>, acesso em 29 abr. 2018.
- DUCS Amsterdam (2008). De canais e barcos na Holanda. Disponível em <https://www.ducsamsterdam.net/de-canais-e-barcos-na-holanda/>. Acessado em 03 de fevereiro de 2018.
- EMPLASA (2018) – Dados Socioeconômicos. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A. Disponível em <https://www.emplasa.sp.gov.br/sce>, acesso em 3 abr. 2018.
- IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 2 – Energy. Japão: IGES. Disponível em: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf), acesso em 5 nov. 2017.
- \_\_\_\_ (2017). *Intergovernmental panel on climate change – Organization*. Site oficial. Disponível em <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>, acesso em 5 abr. 2018.
- IPEA (2014). Hidrovias no Brasil. Perspectiva Histórica, Custos e Institucionalidade. Texto para Discussão n. 1931. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro.
- MCTIC (2017). *Trajetórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no Acordo de Paris*. Disponível em: [http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/2098519/Contribuic%CC%A7a%CC%83o+MCTIC+II\\_ND\\_C\\_1.pdf/8db5a027-ccd3-4f1c-af01-23dacbd6d6a9](http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/2098519/Contribuic%CC%A7a%CC%83o+MCTIC+II_ND_C_1.pdf/8db5a027-ccd3-4f1c-af01-23dacbd6d6a9), acesso em 5 abr. 2018.
- MINTZBERG, H.; AHLSTRAND B. e LAMPEL, J. (2000) Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico. Porto Alegre: Bookman.
- MMA (2013). *Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários - v. 2013, ano-base 2012*. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario\\_de\\_Emissoes\\_por\\_Veiculos\\_Rodoviaros\\_2013.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf) acesso em 24 abr. 2018.

NOVO, Ana Luisa Andrade (2016). Perspectivas para o Consumo de Combustível no Transporte de Carga no Brasil: uma Comparação entre os Efeitos Estrutura e Intensidade no Uso Final de Energia do Setor. Dissertação de Mestrado COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.

PERCOLATO (2012). Notas sobre Gestão de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana. Disponível em <http://percolato.blogspot.com.br/2012/01/como-e-coleta-domiciliar-de-lixo-em.html>, acesso em 30 mar. 2018.

THE GUARDIAN (2016). Paris's river revolution: the supermarket that delivers groceries via the Seine. Disponível em: <https://www.theguardian.com/cities/2016/mar/01/paris-french-retailer-franpax-delivers-goods-by-boat-river-seine-transport-water-future-urban-logistics#img-4>, acesso em 3 fev. 2018.

SÃO PAULO (2004). Nova Eclusa do Tietê. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/nova-eclusa-do-tiete-permitira-a-navegacao-do-rio-na-capital/>. Acessado em 04 de abril de 2018.

SCANIA (2017) . Especificações Técnicas Modelo R440 LA8x2 Highline R885. Disponível em [https://www.scania.com/content/dam/scanianoe/market/br/pdfs/especifica%C3%A7%C3%B5es/r/Atualizado\\_R440LA8x2-4-Highline-R885.pdf](https://www.scania.com/content/dam/scanianoe/market/br/pdfs/especifica%C3%A7%C3%B5es/r/Atualizado_R440LA8x2-4-Highline-R885.pdf), acessado em 04 de abril de 2018.

WANKE, Peter, NAZÁRIO, Paulo, FLEURY, Paulo Fernando (2000). O Papel do Transporte na Logística. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/> Acessado em 1º fev. 2018.