

**ESTADO DEL ARTE DE LAS POLÍTICAS TARIFARIAS PARA LA
GESTIÓN DE LA MOVILIDAD**

**JOHANNA MARCELA PADIERNA CASTIBLANCO
JORGE LUIS VARGAS SANABRIA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

**ESTADO DEL ARTE DE LAS POLÍTICAS TARIFARIAS PARA LA
GESTIÓN DE LA MOVILIDAD**

**JOHANNA MARCELA PADIERNA CASTIBLANCO
JORGE LUIS VARGAS SANABRIA**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Civil.

Director:

YERLY FABIÁN MARTÍNEZ ESTUPIÑAN

Ms. Ingeniero Civil

Universidad Industrial de Santander

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

El poder haber cumplido con esta meta no hubiera sido posible sin tí mi Dios, por eso toda la gloria es para tí. Porque siempre estuviste para iluminar el camino y darme fuerzas cuando sentí que no podía.

A tí te doy las gracias por haberme dado unos padres tan maravillosos, los cuales son el pilar fundamental en mi vida y mi razón de vivir, Papito y Mamita gracias por tanto amor y sacrificio, por soñar y caminar siempre a mi lado, hoy da fruto tanto esfuerzo.

A mi hermanos Juan y Heidy por su motivación, a mi familia que siempre estuvieron al pendiente de mí, y creyeron en que esto fuera posible, a mi tía Mary por ser mi confidente y guía en cada proceso. A mis tíos José y Nidia y mi negra gracias por quererme.

Gracias a tí Jorge Vargas por haber compartido todo este camino conmigo, por tu gran amistad, "gracias por hacerme corregir tantos errores". Hoy podemos decir que culminamos con éxito nuestro sueño Cívil.

A todos mis amigos que de una u otra forma hicieron este sueño posible, en especial a Andrés Ulloa y Cindy Cáceres, que me brindaron su cariño y apoyo durante todo este tiempo, a Jairito por tanta ayuda.

A toda la planta docente, a mi querido y gran amigo el profesor Álvaro Castellanos gracias por sus enseñanzas y por el estar siempre al pendiente.

Y a cada uno que fue parte de este proceso y gran sueño, que hoy culmina.

Marcela Padierna

DEDICATORIA

Agradezco inmensamente a Dios, porque sé que sin él nada de esto habría sido posible. Porque jamás me ha abandonado, y sé que jampas lo va a hacer.

Dedico este gran logro a María Elena. Sanabria, quien con tanto esfuerzo y sacrificio lo ha dado todo por mí, a mi padrastro, por su incondicional apoyo, a mi abuela Inés Camacho, por ser esa luz que me guía. A mi hijo Alejandro Vargas, por ser el centro de todo mi universo, y ese motor que me impulsa día tras día.

A mi novia Leidy Andrea Sastoque por aguatar me tanto tiempo, y permanecer junto a mí en todos mis logros, éxitos, derrotas, etc., por brindarme siempre su apoyo incondicional.

A mi pa' Jorge Álvaro Castellanos, al señor Jairo Hernández (la mechú), a todo el cuerpo docente y administrativo de la escuela de ingeniería civil, por guiarme paso a paso por este gran camino de la enseñanza y el aprendizaje.

Agradezco mucho a Johanna Padierna, por ser "ella", por acompañarme en esta travesía, por ser esa gran amiga, confidente y hermana incondicional.

A todos mis amigos que han estado al pendiente de toda esta evolución, por ser cómplices de tantas aventuras. A la Ing. Cíndy Cáceres, al Ing. Andrés Ulloa, a nuestro director el Ing. Yerly F. Martínez, al codirector el Ing. Miguel Castillo, por todo el apoyo y confianza que me brindaron.

No quisiera dejar a nadie a un lado, así que agradezco mucho a todas aquellas personas que fueron parte directa e indirecta de todos estos sueños alcanzados.

Jorge L. Vargas S.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1 ESTADO DEL ARTE	17
1.1 GESTIÓN DE LA MOVILIDAD	17
1.2 POR USO DEL VEHÍCULO.....	18
1.2.1. Cobro por propiedad.....	18
1.2.2. Precios Al Combustible.....	21
1.2.3. Pago Según Distancia	24
1.2.4. Autos Compartidos (Carsharing).....	26
1.3 POR USO DE LA VÍA.....	29
1.2.5. Peajes Urbanos	29
1.2.6. Carriles HOV	35
1.2.7. Carriles HOT	39
1.4 POR USO DEL ESTACIONAMIENTO	42
1.5 RESTRICCIONES AMBIENTALES	45
1.6 RESTRICCIONES REGULATORIAS	49
2 CASO DE ESTUDIO	54
3 MODELO DE TRÁFICO	58
3.1 ESCENARIOS DE MODELACIÓN	62
1.2.8. Pico y Placa.....	62
1.2.9. Zona Restringida (ZR)	63
3.2 RESULTADOS.....	64
4 CONCLUSIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Clasificación de políticas para la gestión de la movilidad.....	18
Figura 2.	Ejemplos de valores de automóviles en Singapur para Octubre de 2011	20
Figura 3.	Precio USD Honda Civic Sedan.....	20
Figura 4.	Precio medio frente al No de matrículas ofertadas y demandadas acumuladas en 12 meses en Shanghái desde el año 2002. ...	21
Figura 5.	Comparación subsidios en países de América Latina (en porcentajes de PIB)	22
Figura 6.	Impuesto Especial sobre Productos y Servicios a gasolina y diesel.	23
Figura 7.	Acuerdo 21 de 1995 Sobretasa a la Gasolina.....	24
Figura 8.	Empresas Aseguradora PAYD.....	26
Figura 9.	45 Puntos de estacionamiento las 24h/7d.....	28
Figura 10.	Características, modelos y tarifas	28
Figura 11.	Area Licensing Sheme Singapur.....	30
Figura 12.	Gastos e ingresos, "millones de euros, personal	31
Figura 13.	Toll Ring Oslo-Noruega,.....	32
Figura 14.	ZLT Roma, puertas de control.	33
Figura 15.	Zonas en Londres	34
Figura 16.	Aplicación Zona de Pago Londres	34
Figura 17.	Portal de viaje Los Andes	37
Figura 18.	Señalización.....	38
Figura 19.	Detectores de ocupación – transmisor.....	40
Figura 20.	Tramo de carril HOT en la SR-167	41
Figura 21.	Indicadores de estado del camino y precio del peaje	42
Figura 22.	Medidor SFpark	44
Figura 23.	Emisiones de CO2, de transporte vehicular por regiones	45
Figura 24.	Zona EcoPass.....	47
Figura 25.	Señalización.....	48
Figura 26.	Ciudades con Zonas LEZ.....	48
Figura 27.	Zona de Restricción São Paulo.....	50
Figura 28.	Restricción por placas.....	51
Figura 29.	Zona Pico y Placa Bucaramanga.....	53
Figura 30.	Rotación pico y placa para vehículos automotores de servicio particular.	53
Figura 31.	Evolución de los viajes motorizados 2005- 2025	55

Figura 32. Curvas de crecimiento del parque automotor particular (autos y motos), Bucaramanga y el AMB desde 1995 hasta 2010. 55

Figura 33. Población urbana de Bucaramanga frente al AMB 1985- 2030 (N° de Habitantes) 57

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.	ANÁLISIS DE LOS PROS Y CONTRAS DE LAS POLÍTICAS.....	73
ANEXO B.	PROYECCIÓN VIAL, PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN PEAJE URBANO EN BUCARAMANGA.....	74
ANEXO C.	CONFLICTO DE MOVILIDAD	75
ANEXO D.	CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.....	76
ANEXO E.	LOS INDICADORES AGREGADOS Y DESAGREGADOS DEL TRÁFICO	77

RESUMEN

TITULO:

ESTADO DEL ARTE DE LAS POLÍTICAS TARIFARIAS PARA LA GESTIÓN DE LA MOVILIDAD.¹

AUTOR:

Johanna Marcela Padierna Castiblanco

Jorge Luis Vargas Sanabria ²

PALABRAS CLAVES:

Tarificación Vial, Restricciones vehiculares, Congestión, Gestión de la demanda del transporte

Actualmente la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana experimentan altos niveles de congestión como consecuencia del atraso que existe en infraestructura vial para atender el creciente uso intensivo del transporte particular. La anterior problemática difícilmente podrá ser superada con más infraestructura por las limitaciones económicas y geográficas de la región, constituyéndose ésta en un escenario propicio para la implementación de políticas de gestión de la demanda de transporte. En este sentido, la presente investigación presenta un estado del arte de las políticas tarifarias aplicadas a nivel mundial para la gestión de la demanda de transporte particular urbano, con el objetivo de identificar y formular a nivel estratégico algunas políticas que puedan ser implementadas en el contexto particular de la ciudad de Bucaramanga. Como resultado de este análisis fueron formuladas dos estrategias para la gestión de la demanda por transporte en Bucaramanga: extender la actual medida de restricción para el uso de vehículos particulares (Pico y Placa), y convertir a las zonas de El Centro y Cabecera en zonas de tráfico restringido para vehículos particulares. Finalmente, las dos estrategias fueron modeladas en un programa de simulación de tráfico con el fin de estimar su impacto en la movilidad de la región, logrando reducciones significativas en los indicadores de congestión para los dos escenarios planteados.

1 Proyecto de Grado.

2 Facultad Físico – Mecánicas – Escuela de Ingeniería Civil - Director: Yerly Fabián Martínez
Estupiñan Ms Ing. Civil– Co-director: Miguel Castillo Ing. Civil

ABSTRACT

TITLE:

ESTADO DEL ARTE DE LAS POLÍTICAS TARIFARIAS PARA LA GESTIÓN DE LA MOVILIDAD.¹

AUTHOR:

Johanna Marcela Padierna Castiblanco

Jorge Luis Vargas Sanabria ²

KEYWORDS:

Foundation beams, structural modeling, seismic analysis, embedment, stiffness, Number of work, seismic hazard zone.

Currently, the city of Bucaramanga and its metropolitan area experience extreme traffic congestion as a result of the low road network capacity aim to serve the growing intense use of private transport. The previous problem can hardly be overcome with more road network infrastructure due to economic and geographic limitations of the region, constituting this into an appropriate scenario to the implementation of management policies in transport demand. In this sense, this research presents a state of the art of pricing policies applied globally to manage urban transport demand, in order to identify and formulate at the strategic level some policies that can be implemented in the particular context of the city of Bucaramanga. As a result of this analysis were formulated two strategies that can be used to manage transport demand in Bucaramanga: extend the current policy restriction on the use of private vehicles (Pico y Placa) and turning areas of El Centro and Cabecera in restricted traffic zones for particular vehicles. Finally, the two strategies were modeled on a traffic simulation program in order to estimate their impact on mobility in the region, achieving significant reductions in congestion indicators for the two scenarios presented.

1 Proyecto de Grado.

2 Facultad Físico – Mecánicas – Escuela de Ingeniería Civil - Director: Yerly Fabián Martínez
Estupiñán Ms Ing. Civil– Co-director: Miguel Castillo Ing. Civil

INTRODUCCIÓN

El incremento acelerado de las tasas de motorización, el uso intensivo del vehículo particular y el atraso en la inversión para nueva infraestructura vial representan actualmente una problemática en materia de movilidad para los países en desarrollo, [41] como se puede observar en el caso de la ciudad de Bucaramanga donde la participación de los viajes en transporte colectivo (TC) mantiene una tendencia de disminución del 1.6% anual que contrasta con el aumento de los viajes en transporte individual (TI), lo cual llevaría a que en los años siguientes los viajes en TI superen ampliamente los viajes en TC generando como consecuencia una fuerte presión sobre la red vial, aumentando la congestión y sus efectos negativos. [1]

Mundialmente se ha reconocido que el modelo donde se brinda más infraestructura para responder al crecimiento del parque automotor es insostenible [55], y se ha adoptado un enfoque de solución a los niveles de congestión basado en el gerenciamiento de la movilidad: entendido como la gestión de la demanda para que se adecue a la infraestructura disponible.

En el contexto de este nuevo enfoque, y bajo la concepción de que una parte de los costos externos que genera el uso intensivo del vehículo particular sea asumido por lo propietarios, se han adelantado políticas para la gerenciación tales como: el uso de peajes urbanos para hacer uso de vías expresas por medio de recolección electrónica, el cobro tarifario para zonas de alta congestión, los carriles preferenciales para vehículos de alta ocupación (HOV por sus siglas en inglés) los cuales son detectados por peajes electrónicos especiales (High Occupancy Tolls), peajes con costos variables a lo largo del día los cuales dan al usuario alternativas para la movilidad ofreciendo tarifas menores en horas valle, brindando así una mejoría en las horas picos.

Asimismo, otros ejemplos de este tipo de políticas son: FAIR lanes, Road Space Rationing, vehicle use pricing, y carsharing. Algunos ejemplos claros

de la aplicación de estas políticas son: En el estado de California (EE UU), con carriles VAO operando desde el año 2006 y carriles FAIR; En Barcelona, España, aplicando el Carsharing [2]; En Londres, Inglaterra con los cobros tarifarios por zona y en Singapur con el uso de peajes urbanos [17].

En particular, Bucaramanga no es ajena a la realidad mundial y actualmente atraviesa una crisis en materia de movilidad acentuada por el desestimulo al uso del transporte público como respuesta a los bajos niveles de calidad del servicio que estos sistemas prestan en la ciudad. [1]

Reconociendo las dificultades económicas y espaciales que tiene el municipio de Bucaramanga para expandir su oferta en infraestructura vial, es importante formular estrategias para el gerenciamiento de la movilidad que faciliten un sistema de transporte más eficiente y sustentable, acorde a las limitaciones anteriormente enunciadas.

En este sentido, se pretende, en primera instancia, revisar el estado del arte sobre las políticas de cobro tarifario para el gerenciamiento de la movilidad, y posteriormente, analizar la factibilidad de implementar algunas de ellas conforme a la situación particular que atraviesa el municipio de Bucaramanga.

1 ESTADO DEL ARTE

1.1 GESTIÓN DE LA MOVILIDAD

La gestión de la movilidad (también llamada Gestión de la Demanda de Transporte o TDM por sus siglas en inglés), se entiende como como el conjunto de políticas que proporcionan un uso más eficiente de los recursos del transporte, que pueden ser implementadas de forma temporal o permanente, con efectos a corto, mediano o largo plazo en la movilidad de una ciudad. La gestión de la movilidad se enfoca no solo en el movimiento de los vehículos a motor, sino también en la movilidad peatonal y de los bienes, con un enfoque de fortalecimiento del transporte público. Dicha gestión ha sido implementada con éxito en diferentes países, como respuesta a los problemas presentes en sus modelos de transporte, debido a múltiples beneficios. [3] [4]

“Las estrategias de gestión de la movilidad tienden a tener efectos acumulativos (es decir, sus impactos totales son normalmente más grandes que la suma de sus impactos individuales). Por lo tanto, estas estrategias tienen mejores resultados si se implementan como un programa integrado que incluya una variedad de estrategias complementarias. Por ejemplo, mejorar el servicio de transporte público o aumentar los precios del estacionamiento pueden individualmente reducir los viajes en automóvil en un 10%. Sin embargo, si se implementan de manera conjunta pueden reducir los viajes en automóvil en un 30% porque le dan a los viajeros incentivos tanto positivos como negativos para cambiar de modo de transporte. Además al aumentar el uso del transporte público, éste se vuelve aceptado socialmente.” [5]

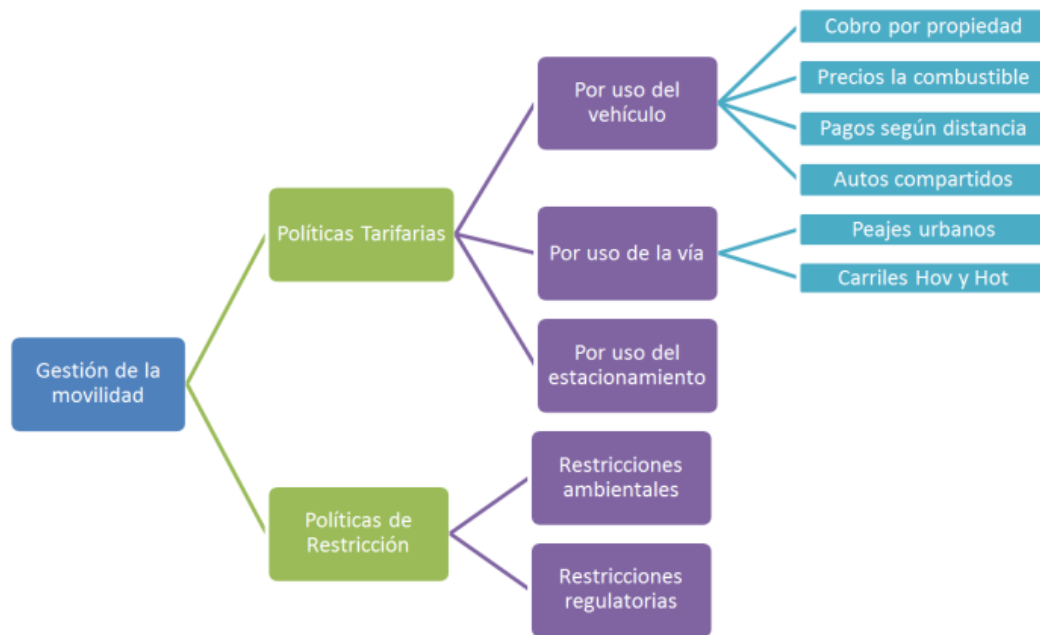
Las políticas para la gestión de la movilidad se clasifican en: tarifarias y de restricción.

Políticas tarifarias: son medidas que generan un costo adicional por externalidades debido al uso de los vehículos automotores (congestión, tiempo, contaminación, etc.).

Políticas de Restricción: son medidas donde no se realiza un cobro directo al usuario, sino que se establecen prohibiciones con el fin de regular el uso de la red vial. Trayendo como consecuencia a los infractores el pago de una multa.

A continuación se presenta el estado del arte de las políticas para la gestión de la movilidad, más utilizadas a nivel mundial.

Figura 1. Clasificación de políticas para la gestión de la movilidad



Fuente: Elaboración Propia

1.2 POR USO DEL VEHÍCULO

■ Cobro por propiedad

El cobro por propiedad, es una medida para limitar el uso, tenencia, compra, circulación del vehículo automotor entre otras restricciones. Puede ser

utilizada por razones tanto económicas como ambientales. Algunas medidas que se pueden ver dentro de esta política son:

- Aumento a los impuestos o cargos adicionales a los existentes.
- Eliminación de beneficios arancelarios y financieros [3].
- Limitación de números de carros registrados en un territorio dado (Singapur – Shanghái)

El impuesto a los vehículos es simplemente fijar un cargo a la propiedad de los mismos, considerando el “libre acceso” del propietario al uso de la red vial, y son una fuente importante de ingresos fiscales. El cobro de estos impuestos, son utilizados como medida de equilibrio ante los costos reales del uso del vehículo particular. Al aumentar los existentes o implementar nuevos, se intenta desestimular la compra del vehículo, y limitar la cantidad de los mismos existentes en las ciudades.

Ciudades como Singapur han implementado esta política con impuestos adicionales al “valor abierto del mercado”[4] para los vehículos donde se enmarcan un mayor arancel¹ e impuestos de porcentaje sobre el valor del vehículo, así como el Certificado de Titularidad COE [6] (Certificate of entitlement), obtenido mediante subasta, con una duración de 10 años, después del cual se debe volver a entrar en la subasta donde se tiene la opción de comprar el vehículo, chatarrizarlo o exportarlo a un país vecino (Malasia). Todo esto ha llevado a que en Singapur un vehículo pueda costar hasta tres (3) veces el valor abierto del mercado en cualquier ciudad en Europa.

¹ Arancel; tributo que se aplica a los bienes, que son objeto de importación o exportación.

Figura 2. Ejemplos de valores de automóviles en Singapur para Octubre de 2011

	Dólares de Singapur	
	Audi Avant A4 TFSI MU	Peugeot 308 1.6 Glassroof
OMV ¹	42.207	18.264
Cargo de Aduana (20% OMV)	8.441	3.653
GST (7% OMV)	3.545	1.534
ARF ² (100% OMV)	42.207	18.264
COE ³ (Primera subasta Oct. 2011)	63.600	50.289
Costo Básico Total	160.141	92.144

¹Valor abierto del mercado
²Tarifa de registro adicional
³Subasta de Certificado de Titulación

Fuente: Gestión de la demanda del transporte – Carlos F. Pardo.

Figura 3. Precio USD Honda Civic Sedan

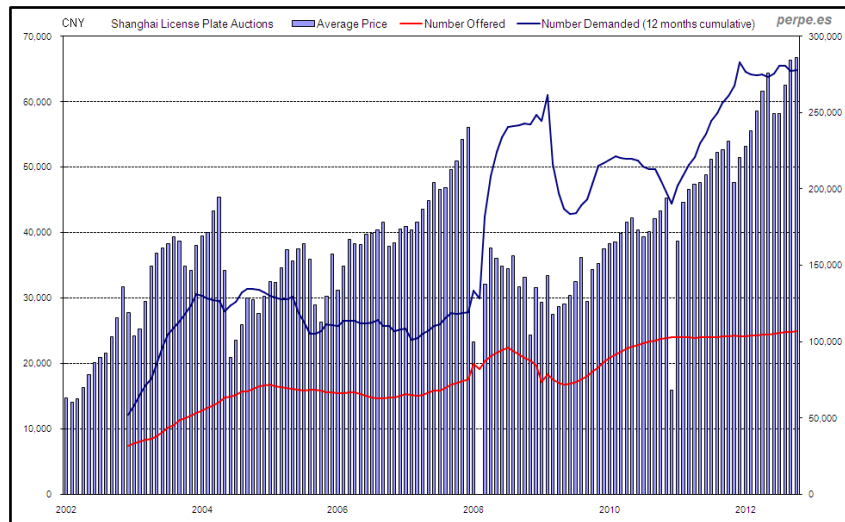


Fuente: Time Out Magazine Singapur, Marzo 2008

Tras la implementación de esta política en Singapur, y tomada como ejemplo en Shanghái, se habla de la “Limitación de registros de vehículos” [4]. En Shanghái la política consiste en que los ciudadanos tienen que acudir a una subasta para la compra de la matrícula (placa, registro, licencia) del vehículo, sin la cual no se les permite la circulación del vehículo. Las subastas se hacen cada mes y el número de matrículas es limitado, llegando a alcanzar precios de \$9.736 USD [7] por cada matrícula. Para el 2010 ingresaron al país 100.000 carros nuevos y se alcanzaron ingresos por US\$652 millones, este año el gobierno hizo inversiones al transporte público, por valor de 2.4

billones de yuanes, para subsidiar la compra de buses nuevos, viajes gratuitos para los adultos mayores y programas para disminuir el costo del pasaje en el transporte público

Figura 4. Precio medio frente al No de matrículas ofertadas y demandadas acumuladas en 12 meses en Shanghái desde el año 2002.



Fuente: <http://www.perpe.es/2012/11/13/wc4612/>

En Beijing [7], se maneja un instrumento diferente al financiero, donde se establece un número máximo de automóviles que pueden ser registrados en la ciudad, la ciudad implantó un sistema de loterías con el cual se otorga un número máximo de permisos para comprar automóvil. Para el 2011, se estableció el límite de ventas en 240.000 automóviles.

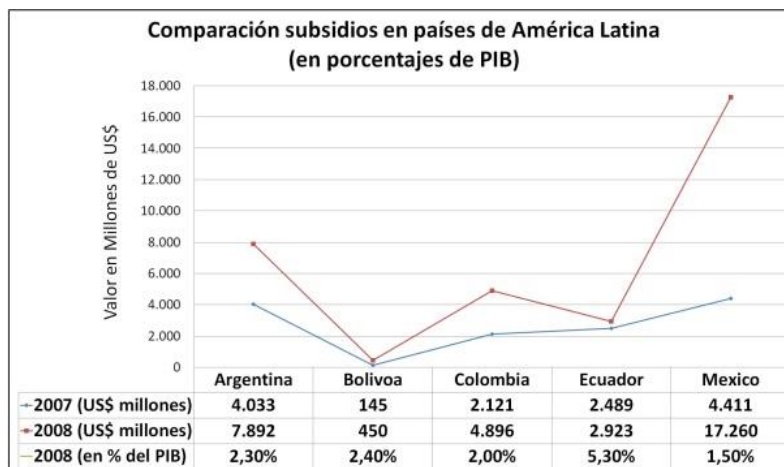
■ Precios Al Combustible

El precio al combustible o Impuestos a la gasolina, es una responsabilidad de gobiernos federales o nacionales. La medida puede ser implementada con diferentes parámetros como: La generación de impuestos, aumento a los existentes o eliminación de los subsidios que pueda tener el combustible, generando precios altos en los viajes por kilómetro recorrido, teniendo como consecuencias la disminución de trayectos largos y racionalización de la utilización del vehículo [3]. A nivel ambiental se estimula al usuario a utilizar combustibles alternativos, a adquirir vehículos más eficientes, reduciendo las

emisiones de gases de invernadero. Es así como esta política puede incurrir en cobros relacionados a la congestión, efectos ambientales y mantenimiento de las vías.

Algunos países utilizan la medida de subsidiar el combustible, con el fin de regular el precio de la gasolina al público [8], trayendo como consecuencia un mayor uso del automóvil. “La Agencia de Cooperación Técnica de Alemania (GIZ) señala que entre 2009 y 2010 el precio de los combustibles fósiles se mantuvo al alza en el mercado mundial, con una volatilidad de precios limitada.” [3] En algunos países en América Latina, los subsidios llegan a niveles tan altos que sobrepasan componentes decisivos de la economía como la educación y la salud. “En Venezuela, por ejemplo, el combustible tiene un precio muy por debajo del precio del mercado e incluso tiene un régimen de subsidio del combustible que reduce incluso más su costo.”

Figura 5. Comparación subsidios en países de América Latina (en porcentajes de PIB)



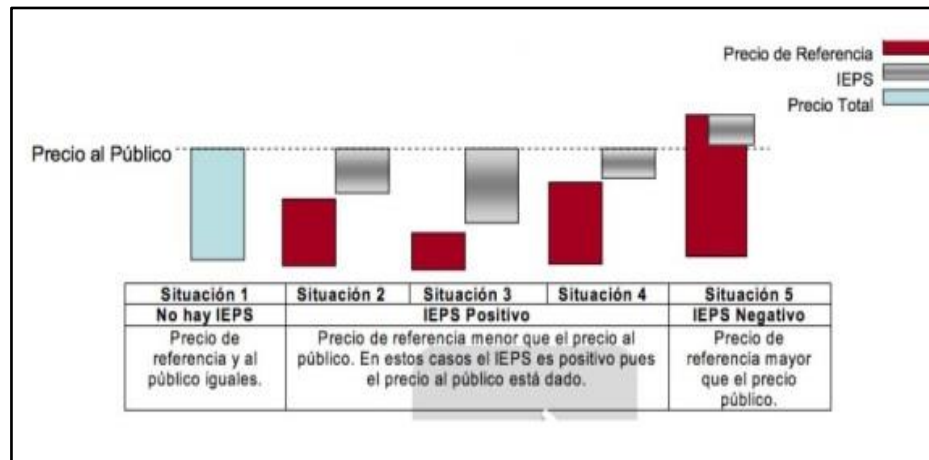
Fuente: Camponico, 2009

Esta medida fue adoptada en México, implementando un sobre costo en el precio de la gasolina, llamado Impuesto Especial sobre los productos y servicios (IEPS). El IEPS del petróleo, se divide en dos impuestos, uno de ellos maneja una tasa variable con respecto al crudo en el mercado internacional, el otro por su parte es un gravamen a la gasolina y el diésel. La

tasa depende del precio *spot* de referencia (precio de la Costa del Golfo de los Estados Unidos de América). Lo que conlleva, a que el precio de venta sea financiado o posea sobrecostos,

Para esta última hipótesis se muestra la Figura 6.

Figura 6. Impuesto Especial sobre Productos y Servicios a gasolina y diesel.



Fuente: Clean Air Institute - Gestión de la demanda de Transporte

Durante 1999-2008, Colombia subsidiaba el combustible bajo la política de estabilizar la volatilidad de los precios internacionales. Para el 2008 la crisis financiera internacional, llevó a que los precios internos del combustible superaran el precio internacional del combustible, por lo cual se creó un fondo de estabilización del precio del combustible.

Mediante el Decreto 1421 de Julio de 1993, se autoriza al Concejo Distrital (Artículo 156) para “imponer una sobretasa al consumo de la gasolina motor hasta del 20% de su precio al público”, cuyo fin será la “financiación de los estudios, diseños y obras que se requieran para organizar y mejorar la red vial y el servicio de transporte colectivo de pasajeros que se preste por cualquier medio o sistema. También se podrá destinar a la adquisición de los predios y equipos que demande el cumplimiento del citado objetivo”.

Figura 7. Acuerdo 21 de 1995 Sobretasa a la Gasolina

VIGENCIA	PORCENTAJE
1996	13%
1997	14%
1998	15%
1999 hasta 2015	15%

Fuente: Secretaria de Hacienda – Colombia

El congreso de Colombia decretó que desde el 1° de enero de 2003 las tarifas de la sobretasa a la gasolina serán: Municipal y Distrital 18.5%, Departamental 6.5% y para el Distrito Capital 25%. Mientras el recaudo del diésel o ACPM lo realiza la Nación, la cual transfiere el 50% al Distrito Capital. (Secretaria Distrital de Hacienda). Los recursos obtenidos por el sobre costo al combustible, se destinarán como mínimo en un 50% a la construcción, mantenimiento y conservación de las vías urbanas, secundarias y terciarias, de acuerdo a con la competencia del ente territorial respectivo, sin perjuicio de los compromisos adquiridos (Artículo 8° ley 812 del 2003).

■ Pago Según Distancia

Los pagos según la distancia significan que los cargos usualmente fijos en los vehículos, ahora se vuelven variable y se medirán y cobraran según el kilometraje que es conducido el vehículo en un periodo de tiempo. Pudiendo generar un ahorro al usuario cuando este reduzca su kilometraje de viajes [9]. Esta política es una medida poco común por la complejidad que presenta para implementarla.

Los Precios según distancia tienen como objetivo la reducción de los kilómetros de viaje, incluyendo la accesibilidad, el ahorro de consumo y los problemas de tráfico como congestión, costo de carretera, impactos

ambientales. Esta política se puede ver implementada por medio de dos agentes diferentes, el estado y la entidad privada.

- **Seguros PAYD:** PAYD (Pay-As-You-Drive),

Es un seguro vehicular donde no se cobra una tarifa fija sino el cobro se basa directamente en lo mucho que se conduce el vehículo durante el tiempo que estipule la póliza; entre más se conduzca más se paga, y entre menos se maneje, más se ahorra [10]. Este cobro lo hace una entidad privada (aseguradora).

La aseguradora de manera gratuita instala dispositivos en los vehículos y este es el encargado de enviar a la entidad la información necesaria para calcular la puntuación de conducción, donde aspectos como los kilómetros recorridos por el conductor, la velocidad si acelera o frena bruscamente, si se conduce de día o de noche y demás factores indicadores de la forma de conducir. [39]

La aseguradora American Progressive Corporation a finales de los años 90 presentó al mercado estadounidense los seguros PAYD, en el 2005 el congreso de EE.UU autorizó un proyecto federal para incentivar proyectos que involucran los seguros PAYD. En el año 2000 aparece este sistema en los países de Reino Unido y Canadá bajo la dirección de la aseguradora AVIVA [11]

- **Impuestos y leasing de vehículos:** leasing es el alquiler de un vehículo con opción de compra, en este caso se aplica una tarifa de PAYD a los impuestos fijos del vehículo. [40]
- **Impuesto por rodamiento:** Es un pago al estado por uso de la infraestructura vial, según los kilómetros conducidos en un periodo de tiempo establecido. [12]

En Colombia se cobra un impuesto de rodamiento, donde el pago se hace de forma descentralizada, es decir cada departamento está encargado de hacer el recaudo a las matriculas registradas en él.

Según la Ley 488 de 1998, el impuesto se liquida según el modelo, cilindraje y referencia del vehículo, mediante un cobro anual. Los vehículos de modelos nuevos tienen una tasa mayor a los antiguos, teniendo una finalidad inversa a la medida de pago según distancia.

Figura 8. Empresas Aseguradora PAYD

Australia

Estado Unidos



Fuente: <http://www.wardautomotive.net/blog/bid/179044/Will-Progressive-cover-my-car-repairs-if-I-go-to-Bel-Air-Autobody>

■ Autos Compartidos (Carsharing)

El Carsharing es un servicio de alquiler de automóviles lo suficientemente flexible para que se adapte a la necesidad del usuario. Se vuelve tan atractivo porque sin tener que comprar un vehículo, se obtiene la misma comodidad y disposición a un menor valor, comparando los costos fijos en los que incurriría ser propietario de uno y los precios que ahora dejan de ser fijos para volverse variable durante el tiempo que se utilice [12].

El resultado más directo al implantar esta política es la reducción de tenencia de vehículo, y por lo tanto se reducen los kilómetros de viaje. Un vehículo que se encuentre entre la flota de un Carsharing al año tiene un aproximado de 8 a 15 miembros, lo cual implica un aproximado de 13 vehículos menos en el parque automotor.

En la década de los 80 empieza con éxito la implementación del Carsharing en Europa, Alemania y Suiza fueron pioneros en implementar este sistema con un excelente resultado. Llega a América del norte en 1994 implementándose en la ciudad de Quebec, en 1998 se implementa en Portland Oregón donde fue exitosa. En América latina también se ha implementado este sistema en países como México, Brasil y Costa Rica con muy buenos resultados. [13]

En la aplicación de la medida del Carsharing puede intervenir el estado y agente privados, actuando solos o en conjunto, en la mayoría de veces son cooperativas privadas las que organizan la flota de carros que van a prestar el servicio y el estado apoya esta práctica implementando tarifas preferenciales para estos vehículos, permisos de estacionamiento público, creación de bahías de parqueo preferencial. En la actualidad existen múltiples organizaciones de Carsharing pero todas manejan los mismos pasos para acceder a este servicio [14].

Afiliarse: Se debe diligenciar un formulario como requisito para la afiliación al sistema, una vez aprobado se le hace entrega de una llave electrónica que lo hace miembro y la cual le serviría para acceder a los automóviles.

Reserva: Por internet o teléfono es necesario hacer la reserva minutos antes al servicio indicando el lugar y las horas que requiera el servicio.

Desbloquear: Dirigirse a la zona de estacionamiento del vehículo, con la llave electrónica puede desbloquear el vehículo asignado.

Conducir: Disfrutar de la reserva y cuando el tiempo de esta esté culminando, regresar al estacionamiento del vehículo. El cobro se les factura a final de mes según los kilómetros recorridos.

En el 2012 se calcularon 26 programas de Carsharing en estados unidos con una totalidad de miembros de 806.332 para compartir 12.634 vehículos; en Canadá existen 101.502 miembros para compartir 3.143 vehículos. A nivel mundial se estima una suma de 1.778.000 miembros de organizaciones de

Carsharing compartiendo 43.550 vehículos la ciudad En las últimas décadas se ha convertido en un medio de transporte para más de un millón de usuarios en todo el mundo, con presencia en más 1100 ciudades en la mayoría de continentes [15].

















Zazcar o seu carro por hora, es la empresa que presta el servicio de Carsharing en la ciudad de Sao Paulo, Brasil, donde toda su flota de carros están asegurados y Zazcar se hace cargo del combustible, con un sistema de cobro electrónico instalado en los carros, cuando el usuario necesite recarga solo debe dirigirse a las estaciones de combustible, en las cuales con el sistema electrónico harán el cobro. [16]

Figura 9. 45 Puntos de estacionamiento las 24h/7d



Fuente: <http://zazcar.com.br/index.php/localidades>

Figura 10. Características, modelos y tarifas

Modelos			
 Nuevo Uno Principais características:  Hora a partir de: R\$ 6,30	 Etios Hatch Principais características:  Hora a partir de: R\$ 9,90	 Objetivo Principais características:  Hora a partir de: R\$ 9,90	 MARZO Principais características:  Hora a partir de: R\$ 9,90
 Etios Sedã Principais características:  Hora a partir de: R\$ 9,90	 Fox Principais características:  Hora a partir de: R\$ 9,90	 Saveiro Principais características:  Hora a partir de: R\$ 10,90	 Grand Livina Principais características:  Hora a partir de: R\$ 16,90

Fuente: <http://zazcar.com.br/index.php/carros>

1.3 POR USO DE LA VÍA

Peajes Urbanos

El cobro por el uso de la infraestructura, a través de los años ha tenido varios objetivos, como lo son: la reducción de la congestión, la reducción del tráfico, mejorar el transporte público, mejorar la fiabilidad para los usuarios de los automóviles, mejorar la accesibilidad a zonas específicas, o contribuir en una mejoría al medio ambiente [17].

La implementación de los peajes urbanos, se basa en el cobro de una tarifa a los usuarios por la utilización de la infraestructura vial, como lo es el ingreso a una zona restringida (ZR), la utilización de autopistas y carreteras. Este cobro se hace con el fin de generar un aumento en la velocidad media de los vehículos, logrando viajes más rápidos y un mejor flujo vehicular.

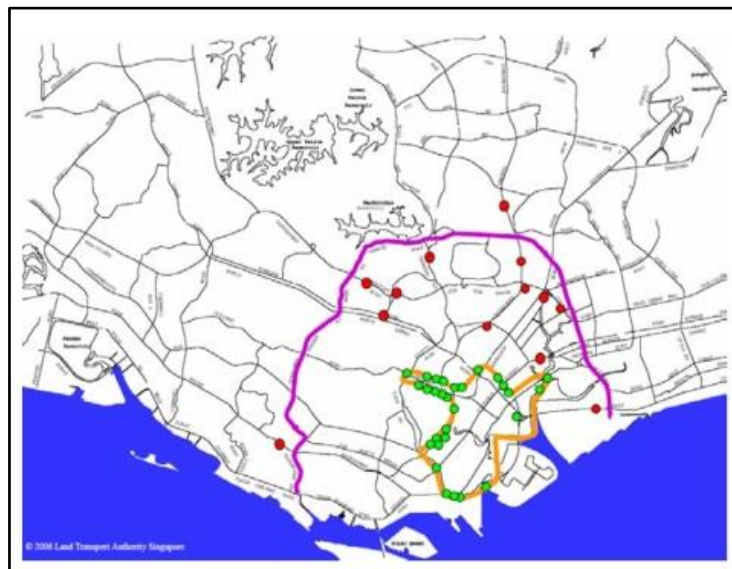
- **Toll Road o Peajes de carreteras (tasa fija);** se consideran una herramienta eficaz en el control de la congestión del tráfico en carreteras o autopistas así como una fuente de ingresos que ayudan al sostenimiento de la infraestructura vial. Esta política consiste en un cobro fijo por conducir sobre las vías, sean estas públicas o privadas.
- **Tarifas por congestión (tiempo variable):** mecanismo de cobro a los usuarios mediante una tarifa superior en condiciones de alta congestión (horas pico) y una tarifa menor en condiciones de baja congestión (horas valle).
- **Horarios cordón (zonas restringidas ZR):** en este caso se plantea un cobro por el ingreso con el vehículo particular a unas áreas o ZR.

En sus más de treinta años de historia, los peajes urbanos, han atravesado por grandes cambios y evoluciones en los objetivos de su aplicación como la automatización de su forma de cobro.

Singapur como pionero de esta política, pone en marcha un peaje urbano en 1975, *Área Licensing Scheme* (ALS), que funcionaba de forma manual, con la

compra de un *ticket* a la entrada de la ciudad, el cual debía ser colocado en un lugar visible del vehículo, el control de esta política se llevaba a cabo mediante vigilancia convencional (agentes). En 1998 el sistema fue totalmente automatizado, mediante el sistema ERP (*Electronic Road Pricing*), el cual está basado en la utilización de una frecuencia de onda corta de radio mediante una unidad interna “*transponder*”², colocada en el vehículo, donde el usuario inserta una tarjeta débito “*Smart card*” recargable, de la que se descuenta el valor del peaje en cada entrada. Este sistema *ALS cuenta* con 33 puestos de control, en un área de 7.2 Km², y funciona en un horario de 7:30 am a 6:30 pm en días laborales y de 10:15 am a 2:00 pm los Sábados.

Figura 11. Area Licensing Scheme Singapore



Fuente: Cuaderno de Investigación Urbanística N° 58.

Las tarifas para el 2006, lograban alcanzar los 1.5€ por entrada a la zona, dependiendo de la hora y punto de acceso, con exenciones para las ambulancias, bomberos y policías, el ERP permite modificar tarifas y horarios desde el control central, y estas son revisadas cada 3 meses desde la implantación del sistema, en función de la velocidad de los vehículos.

² Transponder; Dispositivo inalámbrico de control, que recibe y responde automáticamente una señal entrante, emitida por una antena lectora.

Figura 12. Gastos e ingresos, "millones de euros, personal

<i>Gastos e ingresos, en millones de euros:</i>		
<input type="checkbox"/>	Inversión	98 (1998)
<input type="checkbox"/>	Gastos de funcionamiento anual	8 (2003)
<input type="checkbox"/>	Ingresos anuales	40 (2003)
<input type="checkbox"/>	Beneficio anual	32 (2003)
 <i>Personal</i>		
<input type="checkbox"/>	Funcionamiento	30 empleados
<input type="checkbox"/>	Mantenimiento	35 empleados

Fuente: Cuaderno de Investigación Urbanística N° 58

En 1986, con el fin de obtener fondos para la construcción de una infraestructura que evite el ingreso al centro de la ciudad se inaugura el “*toll ring*” de Bergen (Noruega), con un periodo inicial de 15 años con el objetivo principal de obtener fondos para la red de carreteras, este periodo de 15 años se prolonga para cubrir nuevos proyectos que involucran el transporte público, más concretamente la construcción de una línea de tranvía con un 50% aproximadamente de los beneficios del peaje, para el 2004 el sistema es automatizado en su totalidad. Entre 1990 y 1992, Noruega decide implantar 3 nuevas zonas de peajes en ciudades como:

Oslo en busca de financiar la construcción de 50 proyectos de infraestructura vial y transporte público, implementa el sistema de cobro por peajes en 1990, en un área de 31 Km² y 19 puntos de control, con un funcionamiento de 24 horas los 7 días de la semana.

Figura 13. Toll Ring Oslo-Noruega,



Fuente: Tomada por Kjetil Ree

Trondheim,³ plantea la implementación de la medida en 1991, para financiar la construcción de un cinturón viario en torno al centro de la ciudad y mejorar el viario interno para ciclistas y peatones y dar prioridad al transporte público, en proporciones de 82 y 18% respectivamente. Con una superficie de ámbito de 18 Km², se instalan 18 puntos de control en su inicio y posteriormente 3 más para un total de 23 puntos de control totalmente automatizados, con horarios de funcionamiento en días laborales de 6:00 am a 5:00 pm.

Kristiansand, con objetivos similares como el financiamiento de carreteras, mejoras en el transporte público entre otros. [18]

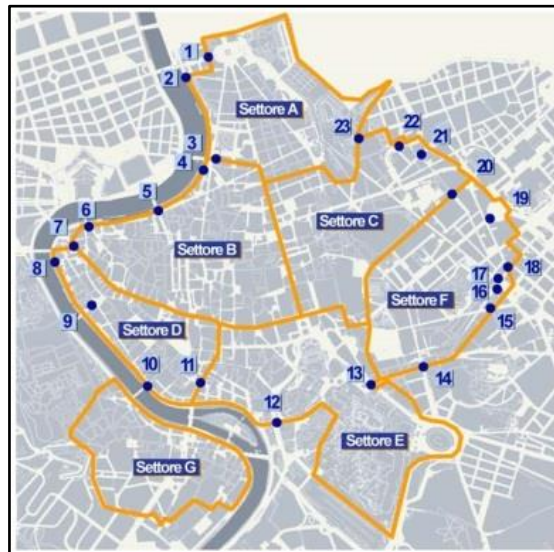
Roma establece una *zona de trafico limitado* (ZTL) en 1989, cerrando el centro histórico al tráfico de no residentes (solo con un permiso especial pueden hacerlo), buscando reducir la congestión y mejorar la calidad ambiental en el centro histórico. Para 1998 opta por establecer tarifas para poder ingresar a la ZTL, un sistema que cuenta con 22 puntos de control. Roma en particular posee tres (3) ZTL situadas así:

El centro histórico, con aproximadamente 5.5 Km², (establecida en 1989), una ZTL en San Lorenzo, instituida en 2003, con una superficie aproximada

³ El peaje en Trondheim estuvo en funcionamiento hasta finales del 2005, al cumpliere el plazo de la concesión.

de 2.5 Km², y la ZTL del Trastevere, con 0.8 Km² creada en mayo del 2004. Los horarios de funcionamiento son los mismos para las tres ZTL, comprendidos en: lunes a viernes 6:30 am a 6:00 pm, viernes de 11:00 pm a 3:00 am, y sábados de 2:00 a 6:00 pm y 11:00 pm a 3:00 am., éstos últimos llamados ZTL Nocturna.

Figura 14. ZLT Roma, puertas de control.



Fuente:<http://www.fabrizio.tommasi.name/turismo/lazio/roma/img/generale.jpg>
g

En 2003, se inaugura el *Congestion Charging Scheme* en Londres, siendo esta la ciudad más grande del mundo en implantar un esquema de peajes urbanos. El sistema tuvo como objetivos reducir la congestión, mejorar el transporte público entre otros, con un área de funcionabilidad de 22 km² en el centro urbano y una población de 370.000 habitantes dentro de esta zona, en un horario de 7:00 am a 6:00 pm de lunes a viernes, La medida inició con el cobro de una tarifa de 5£ libras esterlinas al día, (\$20.000 COP) que les permite entrar y salir del área cuantas veces sea necesario durante un día. En el 2005 la tarifa tuvo un aumento a 8£ libras esterlinas.

Figura 15. Zonas en Londres



Fuente: <http://www.espormadrid.es/2011/01/el-peaje-urbano-redujo-el-traffic-en-el.html>

Figura 16. Aplicación Zona de Pago Londres



Fuente: http://www.plataformaurbana.cl/wp-content/uploads/2007/12/204698291_cc_londres.jpg

Tras más de 10 años de la implementación, estudios e iniciativas sobre esta política, Estocolmo somete a prueba el sistema para disminuir la congestión en un periodo comprendido entre Enero y Julio de 2006, seguido de un referéndum el 17 de Septiembre del mismo años, para decidir su continuidad, arrojando un resultado de aceptación en el municipio de Estocolmo por un 51.7%. Para el 2007 se procede a implantar un área de restricción de 30 Km², y 18 puntos de control que detectan el paso de los vehículos con un

Telepeaje colocado en el parabrisas de los vehículos el cual es identificado desde antenas exteriores. Los precios de ingreso a la zona van desde 1€ a 2€, dependiendo de la hora, (pico o valle) con un máximo de 6.4€, en un horario de 6:30 a 18:30 horas en los días laborales.

El 11 de Diciembre del 2013 el Ministerio de Transporte de Colombia, emite el decreto 2883 “por medio del cual se fijan los criterios para la determinación de aéreas de alta congestión, de alta contaminación, o de infraestructura construida o mejorada para evitar congestión urbana y se dictan otras declaraciones”. Con el cual facultad a los municipios con una población mayor a 300.000 habitantes para la creación de peajes urbanos que mitiguen el impacto de la congestión y la contaminación urbana.

Bucaramanga al igual que Bogotá y Medellín ya tienen en fase de estudio la implementación de peajes en su zona urbana.

En el caso particular de Bucaramanga la ruta de instalación sería una troncal Norte- Sur, cuya trayectoria iría desde el sector de Ciudad Mutis, pasando por el área del Bueno y llegando hasta la zona del colegio INEM. **Ver Anexo A.**

■ Carriles HOV

HOV “High- Occupancy Vehicle”, es la sigla en inglés utilizada para definir los carriles de alta ocupación, los Carriles HOV son carriles especiales que suministran un tratamiento preferencial a vehículos privados con un número mínimo de ocupantes, los cuales también pueden ser utilizados por autobuses y diferentes medios de transporte colectivo.

Los carriles HOV fueron introducidos en los EE.UU en la década de 1970, el crecimiento de estos se dio a mediados de los 90. La primera autopista carril HOV en los Estados Unidos se llevó a cabo en el norte de Virginia, entre Washington DC y la Circunvalación de la Capital, fue inaugurada en 1969 como un carril solo-bus.

En el 2005 ya contaba con dos carriles HOV + 3⁴, que llevaban durante la hora pico de la mañana un total de 31.700 personas en 8.600 vehículos, mientras que las 3 o 4 carriles de propósito general llevan 23.500 personas en 21.300 vehículos. El tiempo medio de viaje en el centro de HOV es de 29 minutos, mientras que 64 min en los carriles de tráfico general.

En Europa, el primer carril HOV se abrió en los Países Bajos en octubre de 1993 y operó hasta agosto de 1994. La instalación HOV fueron un 7 kilómetros separados por barreras y permitía una ocupación mínima +3, Europa a diferencia de EE.UU. y Canadá tiene mejores servicios de transporte público y menos capacidad de los carriles en autopistas públicas, sin embargo la ocupación media de los automóviles es relativamente baja. El énfasis en Europa ha sido en la prestación de los carriles HOV como carriles bus.

Existen diferentes modalidades que buscan incentivar el uso de los carriles HOV. Entre las más utilizadas están:

Vanpooling: Consiste en establecer un grupo de 7 a 15 personas que viajen juntos en forma regular en una camioneta y comparten un mismo destino. Tienen un conductor designado y todos los gastos son compartidos entre los usuarios. [19]

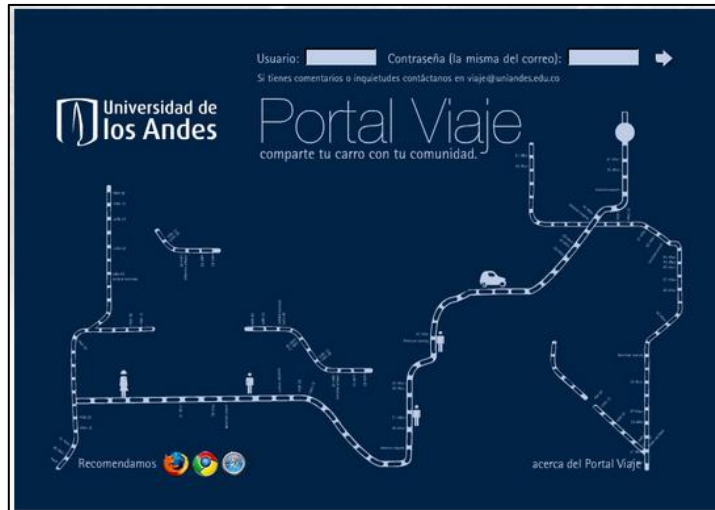
Carpooling: Consiste en organizar un grupo de 2 a 6 personas que viajan juntos en forma regular en un automóvil de propiedad de alguno de estos, donde una de estas personas se ofrece para ser conductor voluntario y el resto se comparte el costo de la tarifa de viaje[20] [21]

Sin tener un sistema de carriles HOV la Universidad de los Andes en Bogotá – Colombia , aplica la medida de Carpooling donde estudiante profesores y empleados por medio del portal de viajes compartidos, se pueden contactar

⁴ +3, la cantidad de pasajeros mínimos que debe llevar el vehículo para poder transitar por el carril.

conductores y pasajeros que viajen desde y hacia la universidad y así organizar la hora, el precio y la ruta del viaje. [22]

Figura 17. Portal de viaje Los Andes



Fuente: <http://viaje.uniandes.edu.co>

El costo de implementar una política de carriles HOV es bajo en comparación de otras medidas para la gestión de la movilidad, debido a que el sistema solo comprende la habilitación del carril que por lo general se deja a la parte izquierda de los dos carriles de tráfico mixto, cuya separación se puede hacer mediante barreras físicas o mediante simples demarcaciones que costa de una línea discontinua delimitando el carril y un rombo sobre el carril que especifica que es de tipo HOV. la fiscalización de los se hace por medio de escáneres los cuales identifican el número de ocupantes del vehículo.

Los objetivos específicos de implementar un carril de alta ocupación son el aumento de la capacidad de la Vía, reducciones en los tiempos globales de recorrido, disminución del número de vehículos y disminución de la contaminación. [23]

Uno ejemplo exitoso es la Interestatal I-395 y I-95 Norte de Virginia Carriles HOV Reversibles [24] cuenta con dos carriles de alta ocupación de

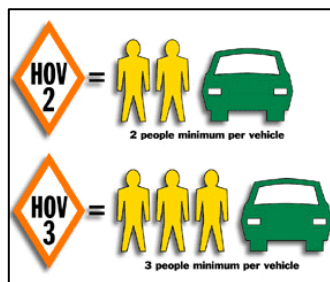
vehículos separados de los carriles mixtos por barreras, entre Washington DC a Dumfries con una longitud de 30 millas.

Con Horarios de circulación: de lunes a viernes, 06:00 a.m. - 09:00 a.m. Hacia el Norte; 03:30 p.m. - 06:00 p.m. Hacia el sur.

Los carriles HOV están cerrados al tráfico durante las siguientes horas: Lunes a Viernes: 11:00 a.m. - 1:00 p.m. y 12:00 p.m. - 02:00 a.m., Sábados: 02:00 p.m. - 04:00 p.m.

Los carriles HOV están abiertos a todo el tráfico en el siguiente horario: Hacia el norte, Lunes a Viernes: 09:00 a.m. - 11:00 a.m. y 02:00 a.m. - 06:00 a.m., Sábados: 04:00 p.m. - 06:00 a.m. del lunes; Hacia el Sur: Lunes a Viernes: 01:00 p.m. - 06:00 p.m. y 02:00 a.m. - 06:00 a.m., Sábados: 06:00 p.m. del Viernes y 02:00 p.m. del Sábado

Figura 18. Señalización



Fuente: <http://www.virginiadot.org/travel/hov-novahowto.asp>

En Ciudades colombianas solo existe el modelo de carriles exclusivos para los buses del sistema integrado de transporte masivo, pero no para vehículos privados.

■ Carriles HOT

HOT “High- Occupancy Toll”, es la sigla en inglés utilizada para definir los carriles de alta ocupación con peaje para aquellos vehículos privados que viajen con un solo ocupante. Carriles normalmente delimitados por barreras físicas o líneas dobles. [25]

Los carriles HOT tienen como objetivo específico la optimización de los carriles HOV, la cual consiste en proveer acceso libre a vehículos que no cumplen con la ocupación mínima requerida de un carril HOV, pagando un costo por transitar en estos.

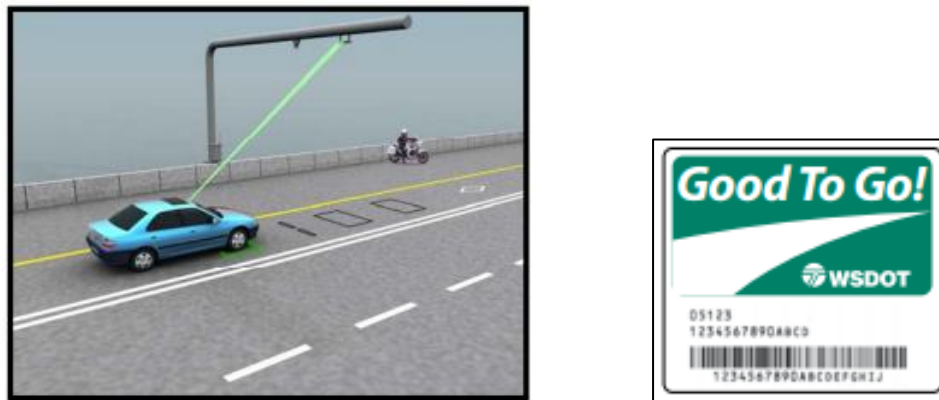
La ventaja de los Carriles HOT sobre los HOV es que cumpliendo con el mismo principio de reducir la congestión y aumentar los viajes este genera ingresos sin dejar de motivar a una mayor ocupación de los vehículos, pero los carriles HOT también presenta una desventaja frente al carril HOV, para ambos ese necesario la adecuación de un carril con sus respectivas señalizaciones adicional a esto los carriles de alta ocupación con peaje requieren la implementación de sistemas de cobro de peajes y los usuarios deben adquirir un transmisor para poder circular en estos; cuando el vehículo va vacío debe llevar el transmisor encendido para que los dispositivos de cobro debiten de manera inmediata el costo del peaje, y apagarlo cuando lleven más de dos pasajeros, los sensores ubicados en el punto de cobro pueden reconocer la cantidad de pasajeros en el vehículo, por lo cual no se puede engañar el sistema con el trasmisor apagado.

Este concepto de carriles de alta ocupación con peaje se ha introducido principalmente en los EE.UU. y Canadá, Las primeras implementaciones de este sistemas fue en el condado de Orange California en 1995, seguido por la Interestatal 15 I-15 al norte de San Diego en 1996, ya en el 2012 había en

EE.UU. 294 millas de corredor HOT/expreso y 163 millas de corredor HOT/expreso en construcción.

Algunas de las Ciudades que hoy implementan los carriles de alta ocupación con peaje: San Diego-California, Denver-Colorado, Miami-Florida, Houston-Texas, Toronto-Canadá.

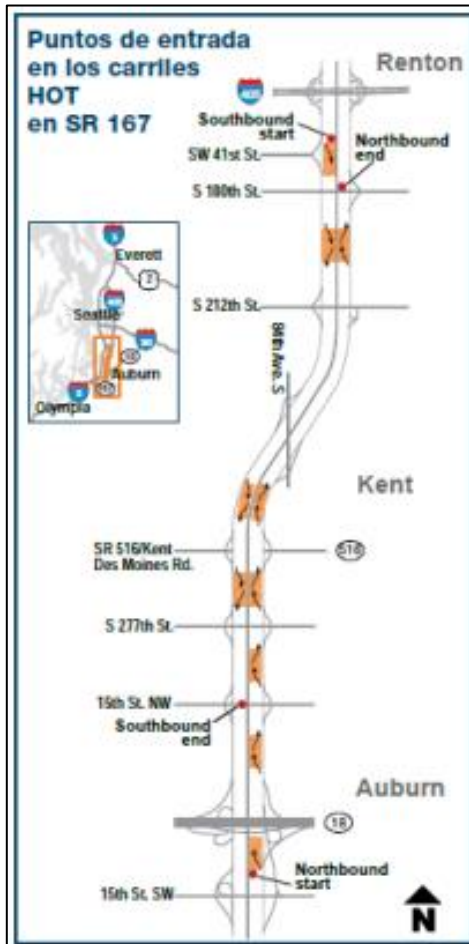
Figura 19. Detectores de ocupación – transmisor



Fuente: HOT Lanes Peer Review -Washington State Department of Transportation

En el estado de Washington, los carriles HOT se implementan en la Ruta Estatal 167 (SR-167) . Que contaba con carriles HOV, ahora estos se convirtieron en un único corredor HOT en ambas direcciones, con una longitud de nueve millas [26], que comunica las ciudades de Renton y Auburn.

Figura 20. Tramo de carril HOT en la SR-167



Fuente: Guía de uso de carriles HOT SR-167 –WSDOT, Good To Go!

Los conductores que viajen en solitario por estos carriles, antes de usarlo deben abrir una cuenta en Good to Go!, que es una cuenta electrónica y poner el transmisor en el lado interior del parabrisas de su vehículo. Los vehículos que viajen con más de 2 ocupantes no será necesario que lleven el transmisor, pero si esto no es una constante deben adquirir el transmisor móvil y usarlo cuando vayan en viaje solitario.

Tipos de Usuarios.

Vehículos Solitarios: Pagan peaje

Vehículos +2: Gratis

Motocicletas: Gratis

Autobuses: Gratis

Transporte Colectivo +2: Gratis

Las tarifas del peaje varían según la congestión garantizando una velocidad para los usuarios de 45 millas/hora, el costo varía entre 50 centavos y 9 dólares, estas tarifas se ajustan electrónicamente así el usuario estará informado del precio actual del peaje.

Figura 21. Indicadores de estado del camino y precio del peaje



Fuente: <http://www.wsdot.wa.gov/Tolling/SR167HotLanes/FAQ.htm#A1>

Horario: Uso exclusivo Carriles HOT: Lunes – Domingo: 05:00 a.m. – 7:00 p.m.; Carriles HOT abiertos a todo el tráfico sin cobro de peaje: Lunes – Domingo: 7:00 p.m. – 05:00 a.m. [27]

1.4 POR USO DEL ESTACIONAMIENTO

“Casi todas las zonas urbanas tienen espacio de estacionamiento para automóviles, a menudo sobre la calle y también fuera de ella.” [52]

La política de estacionamiento, tiene como objetivos frecuente, racionalizar el uso de la infraestructura existente, disminuir la congestión, aumentar la velocidad de viaje, desestimular el uso del vehículo, entre otros. Así mismo, esta medida puede abarcar diferentes formas de implementación como:

Estacionamientos sobre la vía. Facilitándole al usuario el poder estacionar sobre la vía, en zonas específicas, sin generar obstrucción en el flujo del tráfico, pero ocasionando la disminución en el espacio peatonal.

Estacionamientos fuera de la vía. El usuario acude a estructuras diseñadas bajo normativas para brindar el servicio, estos pueden ser operados por el sector público y/o privado.

Para el cumplimiento de los objetivos, estas estrategias deben estar acompañadas de medidas como: [53]

- ✓ Creación de tarifas que eviten la permanencia en una zona por periodos prolongados de tiempo.
- ✓ Eliminación de zonas de parqueo gratuitas.

En EE.UU, se han planteado diferentes alternativas con respecto a políticas de estacionamiento como:

Especificaciones de máximos y mínimos de estacionamientos. Se busca disminuir el uso del vehículo privado, con la administración y reducción de sitios de estacionamiento en, edificios del gobierno, universidades, centros comerciales, entre otros. Implementada en *Portland, Oregon* 1997 y en *Cambridge, Massachusetts* en 1998.

En *San Francisco - EE.UU.*, existe SFpark, considerado como el sistema de aparcamiento más avanzado del mundo, al usar un sistema de precios variables según la demanda, un conjunto de sensores que indican al usuario la disponibilidad de espacios para estacionar por medio de aplicaciones para teléfonos móviles y medidores que permiten el pago con monedas, tarjetas de crédito, débito y de estacionamiento SFMTA. [54]

Figura 22. Medidor SFpark



Fuente: <http://sfpark.org/how-it-works/>

En algunas ciudades de Latinoamérica, (Bogotá, Santiago de Chile, Lima, São Paulo) tienen como política de estacionamiento formal, la creación de “zonas azules”, donde se realiza el cobro de una tarifa a los usuarios, mediante tiquetes y valet. La administración de estas zonas es realizada por entidades privadas, bajo concesiones que le concede la ciudad.

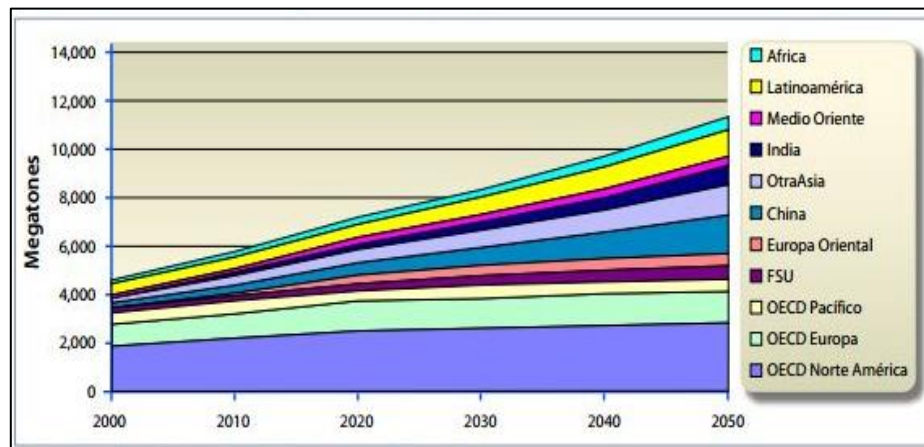
La ciudad de Bogotá formula “*el ordenamiento de estacionamientos*” en su plan maestro de movilidad, como consecuencia a la ausencia de un sistema organizado de estacionamientos, haciendo ineficiente el sistema a la hora de cubrir la oferta en zonas de alta congestión y por ende impide que el distrito generar ingresos por este concepto. El ordenamiento de estacionamientos tiene como principales estrategias, la articulación con el sistema de transporte público, construcción de estacionamientos de alta capacidad bajo condiciones que no alteren la movilidad del sector y la implementación de tarifarias variables según la demanda y el grado de congestión. [4]

1.5 RESTRICCIONES AMBIENTALES

Los vehículos son emisores de un gran número de contaminantes, sus emisiones son generadas por medio del tubo de escape, las cuales provienen de la combustión del combustible que genera monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos; también intervienen las emisiones evaporativas que liberan hidrocarburos a la atmósfera producida por el calentamiento del motor, por operación o durante la recarga de combustible. [28]

Es así como los vehículos son considerados una de las fuentes móviles más contaminantes, siendo emisores de gases que producen el efecto invernadero el cual es causante del calentamiento global.

Figura 23. Emisiones de CO₂, de transporte vehicular por regiones



Fuente: Transporte al cambio climático- Holger Dalkmann, Charlotte Brannigan

Medidas tarifarias como las restricciones ambientales van en busca de un único objetivo que es reducir las emisiones contaminantes producidas por el parque a automotor, entre ellas podemos encontrar:

- **Medidas de restricción física:** Se impiden físicamente el acceso a algunas zonas de ciertos vehículos motorizados. Atenas, Bogotá, Seúl son algunas de las ciudades que implementan esta medida.

- **Zonas de bajas emisiones:** Sigla en inglés LEZs (Low Emission Zones), son zonas donde solo está permitido el acceso a vehículos que cumplan con los estándares de emisiones determinados y prohibidos la circulación de vehículos con altas emisiones. Muchas ciudades europeas tienen en práctica esta medida.
- **Multas o bonificaciones:** según los estándares de emisiones establecidos por la zona, se premia o multa al usuario por la compra de un vehículo; la medida para saber si se premia o multa es lo contaminante que sea el vehículo que adquiere. Como ejemplo podemos citar a Francia donde si adquiere un vehículo poco contaminante (< 60 gr CO₂ por Km) obtiene una bonificación de 5.000 euros para la compra de este, a diferencia que si compra un vehículo altamente contaminante será multado [29].
- **Impuesto ambiental al combustible:** El estado implementa el uso del impuesto al combustible con fines ambientales, al tener impuesto incrementa el costo del viaje, por lo cual tiene dos repercusiones notorias que es la reducción en los kilómetros de viaje y el incentivo para obtener vehículos más eficientes.[30] Ejemplo de esta medida es el impuesto a la gasolina por emisiones de CO₂ implementada en la provincia de Columbia Británica de Canadá desde el 2008 con un gravamen de 10 CAD la tonelada de CO₂ y con un incremento anual de 5 CAD, en el 2012 se había pronosticado llegar a recaudar 966 millones de CAD. El impuesto por litro de gasolina está en un aproximado de 6,99 centavos de CAD [31].

Cuando se hace referencia a vehículos eficientes, también se puede mencionar como concepto importante los llamados biocombustibles y en países tropicales como Colombia que tiene un gran potencial para producir biomasa se pueden considerar estos como competencia para los combustibles fósiles. Sin embargo, para que en Colombia esta alternativa

Los residentes de la zona quedaron exentos de pagar este cargo solo si sus vehículos cumplen con los estándares de emisiones y a los que no se les dio un descuento en la compra de un pase anual que de igual forma varía según la cantidad de emisiones del vehículo.

Figura 25. Señalización



Fuente: Ecopass: risultati sopra le aspettative – Comune de Milano

Ejemplo de los países europeos Con LEZ

Figura 26. Ciudades con Zonas LEZ

Ámsterdam - Países Bajos



Estocolmo - Suecia



Fuente: <http://es.lowemissionzones.eu/>

1.6 RESTRICCIONES REGULATORIAS

La restricción por placas ha sido una de las políticas más populares a nivel de Latinoamérica, la cual consiste en prohibir la circulación de los vehículos en una zona delimitada, según la terminación del número de la placa, (puede ser pares o impares o por grupo de dígitos). Esta medida ha sido implementada por dos razones: la disminución de los niveles contaminación y la reducción de la congestión de tráfico.

Ciudades como Santiago de Chile y México DF optaron esta medida en primera instancia para reducir los niveles de contaminación y luego se sumó la reducción de la congestión vial; este parámetro fue la premisa para implementar dicha política en ciudades como São Paulo, Bogotá y Medellín.

Esta estrategia se evidencio en Santiago de Chile [34], desde 1986, en busca de disminuir los niveles de contaminación atmosférica [35]. La cual solo recaía sobre vehículos que no poseían convertidor catalítico⁵ y era regulada según el último número de la placa en los días hábiles y se extendía a vehículos que si tenían el convertidor catalítico en situaciones críticas ambientales (alerta ambiental, preemergencias o emergencias). Con

⁵ Convertidor Catalítico; componente del motor de combustión interna alternativo, que sirve para controlar y reducir los gases nocivos expulsados por el motor de combustión interna.

Para el 2003, debido a la bonanza económica que atravesaba Brasil, la flota vehicular tuvo un aumento acelerado lo que llevo al agravamiento de la congestión vial en la ciudad de São Paulo, el gobierno municipal decidió ampliar las restricciones de circulación para los vehículos pesados y de reparto comercial, a partir del 30 de junio de 2008.

Con el objetivo de mejorar el flujo del tráfico vehicular en la ciudad de São Paulo y, al mismo garantizar la comodidad para los usuarios, el tiempo de funcionamiento de “OPERAÇÃO HORÁRIO DE PICO” éste se instituyó por la Ley 12.490 y reglamentada por el Decreto N ° 37.085, publicada en el Boletín Oficial de la Municipalidad, el 4 de octubre de 1997 [37].

Figura 28. Restricción por placas.

<i>día da semana</i>	<i> finais de chapa proibidos</i>
segunda-feira	1 e 2
terça-feira	3 e 4
quarta-feira	5 e 6
quinta-feira	7 e 8
sexta-feira	9 e 0

Fuente: Operação Horário de Pico - Kátia Moherdauí Vespucci

En la ciudad de Bogotá, fue establecida esta política bajo el nombre de “pico y placa”, en el año de 1998, durante el mandato de Enrique Peñalosa, implementada netamente para controlar y reducir los niveles de congestión en la ciudad. La medida restringe el uso de vehículos en días específicos, controlados por el último número de la placa. Una vez se implementó esta política, administraciones posteriores a las de Enrique Peñalosa hicieron algunos cambios, como extender la restricción al transporte público (buses y taxis) y la ampliación de los horarios de restricción.

Para la ciudad de Bucaramanga, la restricción de “pico y placa”, es implementada en Mayo del 2006 por la puesta en marcha de las obras del

Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolinea, basado en el último número de la placa de los vehículos privados y taxis, en periodos de 2 horas y media en la mañana y 2 horas y media en la tarde de restricción para los vehículos privados y trece (13) horas para los taxis un día en la semana.

Actualmente [38] mediante la Resolución N°001 del 02 de enero de 2014, comunicada por la Dirección de Transito de Bucaramanga se implementa la Rotación de los Dígitos de las Placas de conformidad con lo establecido en los Artículos 1 y 2 de la Resolución No. 013 del 8 de Enero de 2013 y se unifican disposiciones.

El sistema de Pico y Placa, se implementa a partir del 13 de Enero de 2014 en el perímetro urbano de la ciudad de Bucaramanga, restringiendo la circulación de vehículos automotores de servicio particular de clase automóviles, camperos, camionetas de todo tipo de carrocería, microbuses, busetas, buses y vehículos de importación temporal y/o matrícula extranjera, durante los periodos comprendidos entre las 06:00 y las 20:00 Horas, de los días hábiles (Lunes a Viernes). Así como la restricción de la circulación de vehículos automotores de servicio particular, de clase motocicletas, motocarros, mototriciclos, cuatrimotos y vehículos de importación temporal y/o matrícula extranjera, durante los periodos comprendidos entre las 06:00 y las 09:00 Horas y entre las 17:00 y las 20:00 Horas, de los días hábiles (Lunes a Viernes).

Figura 29. Zona Pico y Placa Bucaramanga.



Fuente: Vanguardia Liberal

La rotación se modificará cada cuatro (4) meses, como se establece a continuación:

Figura 30. Rotación pico y placa para vehículos automotores de servicio particular.

DÍA DE LA SEMANA	RESTRICCIÓN A PLACAS TERMINADAS		
	PERIODO VIGENCIA		
	Del 13 de Enero de 2014 al 9 de mayo de 2014	Del 12 de mayo de 2014 al 12 de septiembre de 2014	Del 15 septiembre de 2014 al 9 de enero de 2015
Lunes	3-4	1-2	9-0
Martes	5-6	3-4	1-2
Miércoles	7-8	5-6	3-4
Jueves	9-0	7-8	5-6
Viernes	1-2	9-0	7-8

Fuente: http://66.7.217.23/~transito/?page_id=125

En el **anexo B** se hace la entrega de una muestra de análisis de las políticas indicando sus pros y contras.

2 CASO DE ESTUDIO

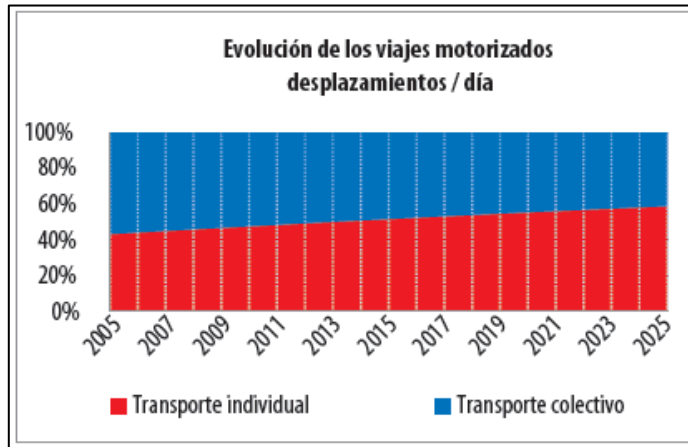
Uno de los objetivos de esta investigación es identificar cuál de las políticas anteriormente mencionadas sería adecuada para implementar en la ciudad de Bucaramanga.

Actualmente, la movilidad urbana se ha transformado en un tema de prioridad para los gobiernos de las grandes ciudades colombianas en atención a la problemática que trae el crecimiento no planificado de su sistema urbano, económico, y del parque automotor a los incrementos en los tiempos de viajes de sus ciudadanos.

De acuerdo al Plan Maestro de Movilidad de Bucaramanga 2010 - 2030 (PMMB), la ciudad no es ajena a esta problemática nacional, distinguiéndose los siguientes factores como causantes de la problemática: el crecimiento poblacional y urbanístico de su zona metropolitana sin planificación y articulación con los sistemas de transporte, la baja conectividad de la red vial, la falta de sistemas de transporte público atractivos que inviertan la preferencia por modos de transporte motorizado individual, el déficit de capacidad que presentan sus corredores arteriales, el bajo nivel de ocupación de los vehículos particulares, la falta de cultura en el tránsito y su fiscalización, entre otros.

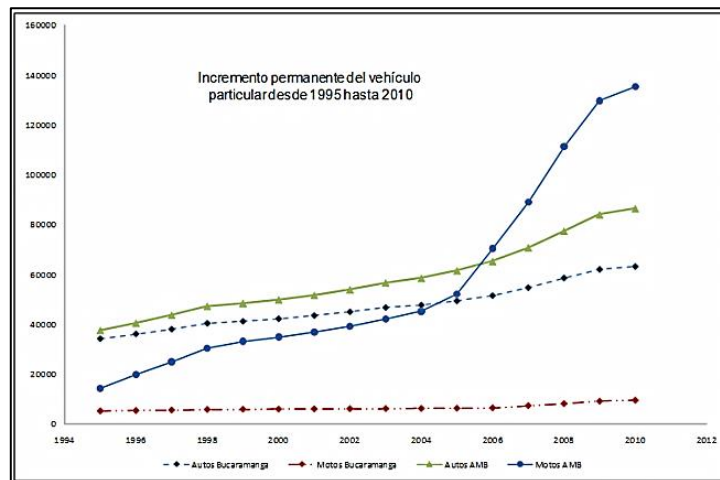
Actualmente preocupa que los viajes en Transporte Colectivo (TC) está disminuyendo en una proporción del 1,6 % anual, frente a los viajes en Transporte Individual (TI), continuando con esta tendencia en el 2025 los viajes en TI superarían a los del TC, anexo a esto el aumento de la motorización en la ciudad que pasó en los últimos años de 51 vehículos por cada mil personas a 81 vehículo por cada mil personas, y proyectado al 2025 se triplicará el número de viajes motorizados del 2009, con un crecimiento anual del parque automotor de 6.250 vehículos.

Figura 31. Evolución de los viajes motorizados 2005- 2025



Fuente: Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010-2030

Figura 32. Curvas de crecimiento del parque automotor particular (autos y motos), Bucaramanga y el AMB desde 1995 hasta 2010.



Fuente: Estudios previos para la formulación de plan maestro de movilidad urbana para el municipio de Bucaramanga – UIS.

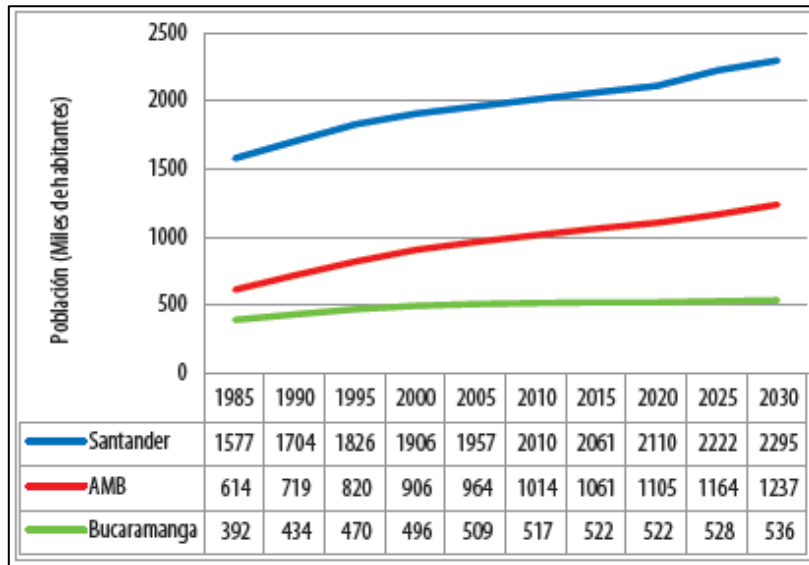
Soluciones planteadas para evitar el crecimiento acelerado del parque automotor están basadas en generar un desestimulo al uso del vehículo privado, y brindar un eficiente sistema de transporte público. Al hacer el análisis del transporte público en Bucaramanga y el AMB, se debe hacer mención al transporte público colectivo (TPC) y al sistema integrado de transporte masivo Metrolinea.

El TPC presenta ineficiencia debido a factores como: la subutilización en horas valle, al existir una oferta mayor a la demanda y a la falta de planeación en el diseño de rutas evitando la superposición y la condensación de zonas conflictivas. La flota de TPC cuenta con 12 empresas y 1.543 vehículos prestando el servicio.

Por otro lado, el sistema de transporte integrado Metrolinea, empieza a operar en la ciudad de Bucaramanga en el 2010, con el fin de mitigar los problemas del transporte público, congestión y contaminación ambiental. El usuario no ha tenido una afinidad con el sistema debido a la frecuencia de los buses que este maneja; En la actualidad cuentan con una flota de 237 vehículos que operan con combustibles Euro4 y transporta entre 150 y 157 usuarios diarios. [50]

Datos tomados del PMMB, muestran que la poca disponibilidad de espacio en la ciudad de Bucaramanga, ha llevado a un crecimiento del área metropolitana, lo que ha generado un gran flujo de viajes hacia Bucaramanga especialmente en zonas como: El Centro, Cabecera, Ciudadela Real de Minas, La Concordia, atrayendo un 40% de los viajes totales del municipio (55.000 viajes diarios aproximadamente), convirtiéndose El Centro y Cabecera en las más críticas presentando una muy alta congestión vehicular, conflictos por la invasión del espacio público y el estacionamiento. Ver **Anexo C**.

Figura 33. Población urbana de Bucaramanga frente al AMB 1985- 2030 (N° de Habitantes)



Fuente: Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010-2030

Estudios hechos por la Universidad Industrial de Santander para la formulación del plan maestro de movilidad urbana de Bucaramanga [49], muestran cómo las zonas de El Centro y Cabecera, se han consolidado como centralidades de la ciudad principalmente en las actividades del comercio y de servicios, atrayendo y generado gran cantidad de viajes de los del AMB. Ver **Anexo D**

En la actualidad Bucaramanga implementa el sistema del Pico y Placa como medida contra la congestión pero con efectos contrarios, como el aumento excesivo en el parque automotor, por parte de los usuarios al intentar crear alternativas para librarse de esta medida.

Lo cual lleva a concluir que es totalmente viable y necesaria la implementación de medidas que permitan regular el parque automotor y reducir la congestión en sus zonas más críticas.

3 MODELO DE TRÁFICO

Para evaluar el impacto en la movilidad que tendría la eventual puesta en funcionamiento de una zona de cobro en la ciudad de Bucaramanga se realizaron modelos de asignación de tráfico para la condición actual de la región y para la inclusión, por separado, de cada propuesta. Dichos modelos se desarrollaron en el software TransCAD, un SIG especializado en el almacenamiento, manejo, análisis y presentación de datos de tráfico [51], capaz de modelar el transporte público, privado y de carga para unas condiciones de oferta y demanda estipuladas bajo distintos modelos de asignación de tráfico.

Dado que la presente investigación tiene por objeto modelar el transporte privado en adelante solo se presentarán la oferta, la demanda y los parámetros del modelo empleado para el sector del transporte citado.

➤ **La oferta**

En TransCAD la oferta está representada por la red de transporte en consideración (privada o de carga). Dicha red es simplemente la malla de la ciudad con información en cada arco de la malla vial (un arco en la malla representa una calle o carrera en la ciudad) como velocidad de flujo libre, capacidad, tiempo de recorrido en condiciones de flujo libre, dirección de flujo, número de calzadas y carriles, anchos de carril, restricciones de giro, entre otros indicadores de tránsito.

Para el caso del casco urbano de Bucaramanga la red está constituida por la malla vial del municipio actualizado al año 2010 en el Plan Maestro de Movilidad realizado por el grupo de investigación GEOMÁTICA de la Universidad Industrial de Santander, donde a cada calzada de las vías se le representó con un arco en la red. La información contenida por cada arco de la red se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1. Base de datos de la red del AMB.

FIELD_ NAME	TYPE	FIELD_ NAME	TYPE
ID	Integer (4 bytes)	NUM_ CALZADAS	Integer (2 bytes)
LENGTH	Real (8 bytes)	NUM_ CARRILES	Integer (2 bytes)
DIR	Integer (2 bytes)	ANCHO_ CALZADA	Real (8 bytes)
NOMBRE	Character	FLUJO_AB	Integer (2 bytes)
MUNICIPIO	Character	FLUJO_BA	Integer (2 bytes)
USO	Character	VELOCIDAD	Real (8 bytes)
TIPO_ PAVIMENTO	Character	TIEMPO	Real (8 bytes)
ESTADO_ PAVIMENTO	Integer (2 bytes)		

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla se puede observar que no se consideró la capacidad de la vía como un atributo de la red dado que no se contaba con información que facilitara su cálculo, esto limita considerablemente el modelo toda vez que la capacidad es una variable indispensable para la mayoría de modelos de asignación. Adicionalmente, las restricciones de giro se manifestaron en la prohibición de giros en ‘U’ y un minuto de penalización a los giros a izquierda en toda la red.

➤ **La demanda**

Por otro lado, la demanda en TransCAD está representada por los objeto matriz origen-destino para transporte privado y de carga. En el modelo del casco urbano de Bucaramanga las matrices representan los viajes en la región entre las 7:00 y 8:00 (considerada hora pico) originadas a partir de las

encuestas origen-destino adelantadas por la Universidad Industrial de Santander en convenio con la Alcaldía de Bucaramanga en el año 2010.

La información así obtenida se agrupo en las 129 zonas denominados como Zonas de Asignación de Tráfico (TAZ por sus siglas en ingles) para luego proyectarse al año 2010 con base en las tasas de incremento del parque automotor privado y de carga del municipio de origen de los viajes.

La metodología de modelamiento en TransCAD supone que todos los viajes en la red deben partir y llegar al centroide geométrico de una TAZ, el error que puede generar está simplificación en el modelamiento se redujo considerablemente en la presente investigación al trabajar con tantas zonas, cada una con un tamaño relativamente pequeño.

➤ **Modelo de asignación de tráfico**

Para repartir los viajes entre las zonas de la red existen diversos modelos de asignación de viajes que, en general, buscan describir de forma matemática como el usuario selecciona la mejor ruta de viaje considerando que la mejor ruta es aquella que le brinda un menor tiempo de viaje. Sin embargo, los modelos difieren en la información de la red necesaria para determinar la mejor ruta (solo tiempo o tiempo y capacidad), el número de iteraciones y si es o no un modelo estocástico, entre otras.

Con base en las restricciones de información sobre capacidad de la red del casco urbano de Bucaramanga, en la presente investigación se empleó el modelo Todo o Nada (*All or Nothing*), caracterizado por asignar todos los viajes en un par origen-destino al camino más corto entre dicho par.

El método *All or Nothing* parte de la hipótesis de que el tiempo de viaje en un arco de la red no se ve alterado por el flujo que tenga este arco, es decir, el tiempo de viaje en una vía es independiente de su capacidad. Y se presume que el usuario conoce los tiempos de viaje de todos los posibles caminos de la red y que va a seleccionar el de menor tiempo. El algoritmo del modelo se presenta brevemente a continuación:

1. Se parte de conocer los tiempos de flujo (τ_a) y asumir flujo nulo a todos los arcos de la red.
2. En cada par origen-destino ($i-j$) con número de viajes no nulo ($t_{ij} > 0$) se determina la ruta más corta en tiempo mediante algoritmos como el de Floyd o Dijkstra.
3. Para cada uno de los arcos pertenecientes al camino más corto del par $i-j$ en estudio se suma la totalidad de viajes t_{ij} al flujo anterior del arco, esto es:

$$x_a^k = x_a^{k-1} + t_{ij}$$

Dónde:

τ_a : Tiempo de viaje en el arco a -ésimo.

t_{ij} : Viajes en el par origen-destino $i-j$.

x_a^k y x_a^{k-1} : Flujo actual y anterior sobre el arco a -ésimo, respectivamente.

Siempre considerando que el tiempo de viaje en cada arco es independiente de su flujo $\tau_a(\forall x_a) = \tau_a$.

Pese a las limitaciones que supone ignorar la capacidad de la vía, el uso del modelo *All or Nothing* permite simular la situación más crítica de carga de tráfico para las vías que representen el menor costo en tiempo entre los pares origen-destino del casco urbano de Bucaramanga, lo que enfoca la modelación sobre la situación de las vías primarias de la región. Asimismo, en el caso de modelar escenarios futuros, este método permite determinar de forma concreta si una propuesta vial resulta más atractiva en términos de minimizar tiempos de viaje que la situación actual.

Para esta investigación se adoptó un algoritmo de asignación y una función de costos que incluyeran las variables contempladas por los usuarios de la red de transporte a la hora de seleccionar sus rutas de viaje. En este sentido, se determinó que el tiempo de viaje y la densidad de flujo vehicular eran los principales elementos considerados por los usuarios para evaluar el costo de

una ruta, y que estos no conocen perfectamente los costos de todas las rutas posibles para realizar sus viajes, por lo que su selección de la ruta más económica se realiza bajo un proceso estocástico.

Con base en lo anterior, se adoptó el algoritmo de asignación del Equilibrio estocástico del Usuario (SUE, por sus siglas en inglés) y la función de costos del Bureau of Public Roads, definida en (1), y donde $t_k, t_{k,ff}, x_k, q_k, \alpha_k, \beta_k$ son, respectivamente, el costo de viaje (tiempo de viaje), el tiempo de flujo libre, el flujo vehicular, la capacidad y los parámetros alfa y beta que ajustan la función de costos del elemento k-ésimo de la red.

$$t_k = t_{k,ff} * \left(1 + \alpha_k * \left(\frac{x_k}{q_k} \right)^{\beta_k} \right) \quad (1)$$

3.1 ESCENARIOS DE MODELACIÓN

█ Pico y Placa.

- **Escenario actual:** Restricción en pares de placas, de lunes a viernes.

Para Vehículos de servicio público y privado, de 6:00 am a 8:00 pm,

Para Motocicletas de 6:00 – 9:00 am y de 5:00 – 8:00 pm



- **Escenario Propyectado:** Optimizar la media existente extendiendo la restricción, con numeración pares – impares, sobre la zona y horario actual de aplicación así:

Vehículos cuya placa termina en números impares (1, 3, 5, 7, 9) la restricción se da en días hábiles impares. Vehículos cuya placa termina en números pares (2, 4, 6, 8, 0), la restricción se da los días hábiles pares.

Horario:

Días hábiles de lunes a viernes: 6:00 am a 8:00 pm, para todo tipo de vehículo particular, privado y motocicletas

████████ Zona Restringida (ZR)

- **Escenario Propyectado:** Sistema de restricción para el ingreso de vehículos privados (automóviles, motocicletas), con excepción a los residente, a las zonas planteadas.

Zona 1. “El Centro” con un área de afectación aproximada de 1,18 Km², limitada en sentido Este - Oeste por la Cra. 21 y 9^{na}, sentido Sur – Norte entre la Calle 45 y Quebrada seca.

Zona 2. “Cabecera del llano” con un área de afectación aproximada de 0.44 Km², limitada en sentido Este – Oeste por la Cra 36 y 29, sentido Sur – Norte entre la Calle 56 y 45 (Parque San Pío).

Vehículos con excepciones: vehículos de transporte público, de servicio especial y vehículos de emergencia (bomberos, ambulancias, policía) y vehículos de carga en horarios habilitados para carga y descarga.

Horario de funcionamiento: Días hábiles de 6:00 am a 9:00 pm,

Parámetros de control. Ubicación de sistemas electrónicos (cámaras), agentes de tránsito, barreras físicas provisionales, en los puntos de ingreso a la ZR. Sanciones monetarias por la infracción de la medida.

➤ **Indicadores del tráfico**

Para cada escenario y para cada año se calcularon indicadores agregados y desagregados del tráfico. Los primeros consistieron en la distancia recorrida (VDT) y el tiempo de viaje (VHT) de los vehículos particulares consignados en la matriz origen – destino y expresados, respectivamente, en kilómetros y horas. Los segundos fueron el flujo vehicular, el tiempo de viaje y el nivel de servicio (LOS por sus siglas en inglés), medidos en ciertos corredores (o puntos) de control, establecidos para cada escenario con base en los siguientes criterios: que tuvieran la misma conectividad y funcionalidad que el proyecto vial en estudio, y que hubiesen presentado una relación flujo/capacidad superior a 0,75 en la simulación de 2010 para el escenario base.

➤ **Grado de efectividad**

Posteriormente, para cada uno de los años de los escenarios dos al tres, se calculó la reducción porcentual de cada indicador del tráfico con respecto a su valor para el mismo año, pero en el escenario uno. Asimismo, se estableció un orden de importancia para las reducciones obtenidas, que se presenta a continuación de mayor a menor relevancia: reducción del VHT, del VDT, del tiempo de viaje y del flujo vehicular e incremento del nivel de servicio. Finalmente, la magnitud de la reducción de los indicadores de tráfico, en el orden señalado, definió el grado de efectividad de los distintos escenarios para cada uno de los años.

3.2 RESULTADOS

Los resultados obtenidos para los indicadores agregados y desagregados del tráfico se presentan, respectivamente, en las tablas 1 y 2 del **Anexo E**.

4 CONCLUSIONES

- Se evidenció que la inversión en la construcción de infraestructura como solución a los problemas en la demanda de transporte no representa siempre una disminución en los índices de congestión, existiendo por otro lado, medidas de gestión de la demanda cuyos resultados en el tiempo resultan ser más sustentables.
- Como resultado de la investigación se identificaron los 10 tipos de políticas para la gestión de la movilidad más renombradas a nivel mundial, sus principios, funcionamiento y requerimientos, así como algunos ejemplos de implementación (EE.UU., Inglaterra, Singapur, Brasil, México, entre otros) encontrando que, el éxito de aplicación de las mismas requiere tener en cuenta condiciones específicas como la disposición política y social, inversiones, infraestructura existente y modelos de intervención.
- Tras la elaboración del estado del arte y la información de referencia, se concluyó que las medidas tarifarias o de restricción, permiten de manera eficiente y sin mayor inversión en nueva infraestructura vial gestionar los problemas de movilidad, generando ingresos que pueden ser invertidos en obras complementarias como pueden ser mantenimiento de la malla vial existentes y subsidiar el transporte público. Sin embargo, experiencias internacionales demuestran que en un principio la aceptabilidad de estas por parte del público es negativa. Siendo necesario socializar estas medidas y planificar una implantación por etapas.
- Bucaramanga, en la actualidad presenta un problema de congestión vehicular, acentuada en zonas como El Centro y Cabecera debido a la densidad de actividades económicas que allí se concentran, de modo que se planteó como medida para la gestión de la movilidad y mitigación del impacto negativo del crecimiento automotor, limitar estos dos espacios restringiendo el ingreso de vehículos privados a excepción de aquellos

que hayan sido identificados como residentes de estas zonas por medio de censos y mecanismos de control adecuados para tal fin. Resultados obtenidos del modelamiento de diferentes escenarios con ayuda del software de simulación en transporte TransCAD muestra una reducción del flujo vehicular en estas zonas, presentando un impacto en las vías que rodean la zona, manifestada en un aumento del flujo vehicular, pero sin resultar tan lesiva la medida para la movilidad de las zonas aledañas. Se recomienda que la medida debe ir acompañada de estrategias como son el mejoramiento y consolidación definitiva del sistema transporte público y una red de estacionamientos adecuados y que sean regulados alrededor de estas zonas.

- Se plantea un cambio en la aplicación del sistema de gestión de movilidad “pico y placa” adoptado en Bucaramanga, restringiendo en un mayor porcentaje el parque automotor circulante en la ciudad, buscando una equidad entre los factores que generan la congestión (vehículos y motocicletas), abarcando así un horario para todos por igual, A partir de la investigación realizada se identifica que los efectos positivos solo son percibidos a corto plazo, si no se tienen organismos de control y medidas que limiten el crecimiento del parque automotor.
- La implementación individual o en conjunto de cualquier medida para la gestión de la movilidad, debe ir acompañada de proceso de concertación y socialización, así como de un acompañamiento por parte de las autoridades competentes, que permitan hacer un seguimiento del real funcionamiento de cualquier medida que sea planteada.

BIBLIOGRAFÍA

- AVANCAR a Zipcar Company disponible en <http://www.avancar.es/aws20> [2]
- BIGAS Joan M. – GONZALES Julián (2008). El Peaje Urbano: Aspectos clave para su estudio y aplicación. [48]
- BULL Alberto (2003), Naciones Unidas, Congestión de Tránsito. El problema y cómo enfrentarlo. [55]
- BANCO Interamericano de Desarrollo, Guía práctica estacionamiento y políticas de reducción de congestión en américa Latina. [12]
- CARSHARING.NET disponible en <http://www.carsharing.net/> [13]
- CHIN Kian Keong, Road Pricing Singapore's experience. [40]
- CLEAN Air Institute, Oportunidades para mitigar sus externalidades y las de los vehículos automotores en américa latina. [29]
- Dirección de tránsito de Bucaramanga, Pico y Placa en Bucaramanga, disponible en: http://66.7.217.23/~transito/?page_id=125 [38]
- FLANNERY, R. (2012). Cost of auto license plates in Shanghai hits record \$ 9,780 media says, disponible en: <http://www.forbes.com/sites/russellflannery/2012/04/16/cost-of-auto-license-plates-in-shanghai-hits-record-9780-media-says/> [7]
- GALARRAGA Xabier, Peajes Urbanos: Una reflexión actual sobre la congestión del tráfico en nuestras ciudades (Argumentos sociales, tecnológicos y económicos). [43]
- GRANADA GARCÉS Isabel (2009), The London Congestion Charge: its Contribution to Sustainable Mobility. [44]
- Gobierno de Chile, Prohíbe la circulación de vehículos de cuatro o más ruedas dentro del perímetro y en las condiciones indicadas,

disponible en:

<http://www.intendenciametropolitana.gov.cl/media/2013/03/Restricci%C3%B3n-veh%C3%ADcular-permanente-2013.pdf> [34]

- HOLGER Dalkmann, Charlotte Brannigan, Transporte al cambio climático. [30]
- ITDP México – Embajada Británica en México -Transformando la movilidad urbana en México. [8]
- ITDP México – Embajada Británica en México, Guía de estrategias para la reducción del uso del auto en ciudades mexicanas. [31]
- JENNIFER L. Kent, Robyn Dowling, Puncturing automobility? Carsharing practices [15]
- JULIO Pozueta Echevarri, Cuaderno de Investigación Urbanística nº 58 2008. [17]
- JULIO Pozueta Echevarri, Experiencia española en carriles de alta ocupación. la calzada bus/vao en la N-VI: balance de un año de funcionamiento , disponible en <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/viewfile/230/226> [23]
- KÁTIA Moherdau Vespucci, Publicação da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, Operação Horário de Pico. [37]
- LAND Transport Authority, Certificate of entitlement (COE); disponible en: <http://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/owning-a-vehicle/vehicle-quota-system/certificate-of-entitlement-coe.html> [6]
- LEAPE Jonathan (2006). The London Congestion Charge – Journal of Economic Perspectives. [47]

- LUIS de Grance C. -Rodrigo Troncoso O.-Serie Informe Económico, Impacto de la Restricción Vehicular sobre los Flujos en el Transporte Urbano de Santiago. [35]
- MARCO Percoco-Department of Institutional Analysis and Public Management, Is road pricing effective in abating pollution? Evidence from Milan. [33]
- METROLINEA, Boletín No 979, disponible en: <http://www.metrolinea.gov.co/userfiles/boletin%20de%20prensa%20febrero%2018.pdf> [50]
- MILLER Salas, Análisis de estrategias para la gestión de la movilidad en carreteras metropolitanas. [41]
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo territorial Colombia, Lineamientos de políticas de energéticos incluidos los combustibles líquidos y sus precios en Colombia. [32]
- Municipio de Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010 – 2030 [1]
- Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo-Gestión del a movilidad. [18]
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –Colombia, Manual De Inventario De Fuentes Móviles. [28]
- Ministerio de Transporte, República de Colombia, Decreto 2883 de 2013. [46]
- Municipio de Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, Estudios previos para la formulación de plan maestro de movilidad urbana para el municipio de Bucaramanga. [49]

- NÚRIA Medir Benito, Aplicaciones de los ingresos procedentes de los peajes urbanos para la mejora de la movilidad a largo plazo. El caso particular del Área Metropolitana de Barcelona. [42]
- Página oficial de TransCAD, Caliper Corporation, disponible en: <http://www.caliper.com/tcovu.htm> [51]
- PANOS Desyllasa, Mari Sakob, Profiting from business model innovation: Evidence from Pay-As-You-Drive auto insurance. [11]
- PAPI FERNANDO José Francisco (2011), El peaje urbano Londres “*The London congestion charge*”. [45]
- PARDO Carlos Felipe (2012), Gestión de la demanda de transporte: oportunidades para mitigar la contaminación del aire y mejorar la calidad de vida en América Latina. [4]
- Proeza consultores Ltda. (2005) Diseño de alternativas para un programa integral de la demanda de transporte para la ciudad de Bogotá. [53]
- REVISTA De Ingeniería De Sistemas-Volumen-XXVI, Septiembre2012-Restricción Vehicular Según número de Patente: Requiem para una política errónea. [36]
- SF park, How It Works disponible en: <http://sfpark.org/how-it-works/> [54]
- SAKAMOTO Ko (2010), Financiación del transporte urbano sostenible, Módulo 1f. [52]
- TODD Litman, Gestión de la Movilidad, Modulo 2B. [3]
- TODD Litman Victoria Trasnpot Policy Institute, ITDP, Embajada británica en México, Gestión de la movilidad para México beneficios para su desarrollo. [5]

- TODD Litman, Victoria Transport Policy, Institute Distance-Based Vehicle Insurance As A TDM Strategy. [39]
- UNIVERSIDAD de Los Andes, Carpooling, disponible en :<http://campusinfo.uniandes.edu.co/es/comollegar/carpooling> [22]
- VICTORIA Transport Policy Institute, Distance-Based Pricing, Mileage-Based Insurance, Registration and Taxes disponible en <http://www.vtpi.org/tdm/tdm10.htm>. [9]
- VICTORIA Transport Policy Institute, Pay-As-You-Drive Vehicle Insurance, Converting Vehicle Insurance Premiums Into Use-Based Charges disponible en <http://www.vtpi.org/tdm/tdm79.htm>. [10]
- VICTORIA Transport Policy Institute, Vehicle Rental Services That Substitute for Private Vehicle Ownership disponible en <http://www.vtpi.org/tdm/tdm7.htm> [14]
- VIRGINIA.GOV, High Occupancy Vehicle (HOV) Systems disponible en <http://www.virginiadot.org/travel/hov-novasched.asp>. [24]
- VPSI Inc., Vanpooling, disponible en: <https://www.vpsiinc.com/Home/SubMenu.asp?MMID=1&SMID=10&OID>. [19]
- VPSI Inc., Carpooling, disponible en: <https://www.vpsiinc.com/Home/SubMenu.asp?MMID=1&SMID=11&OID> [20]
- VICTORIA Transport Policy Institute, Ridesharing Carpooling and Vanpooling, disponible en: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm34.htm> [21]
- VICTORIA Transport Policy Institute, Road Pricing Congestion Pricing, Value Pricing, Toll Roads and HOT Lanes disponible en <http://www.vtpi.org/tdm/tdm35.htm>. [25]

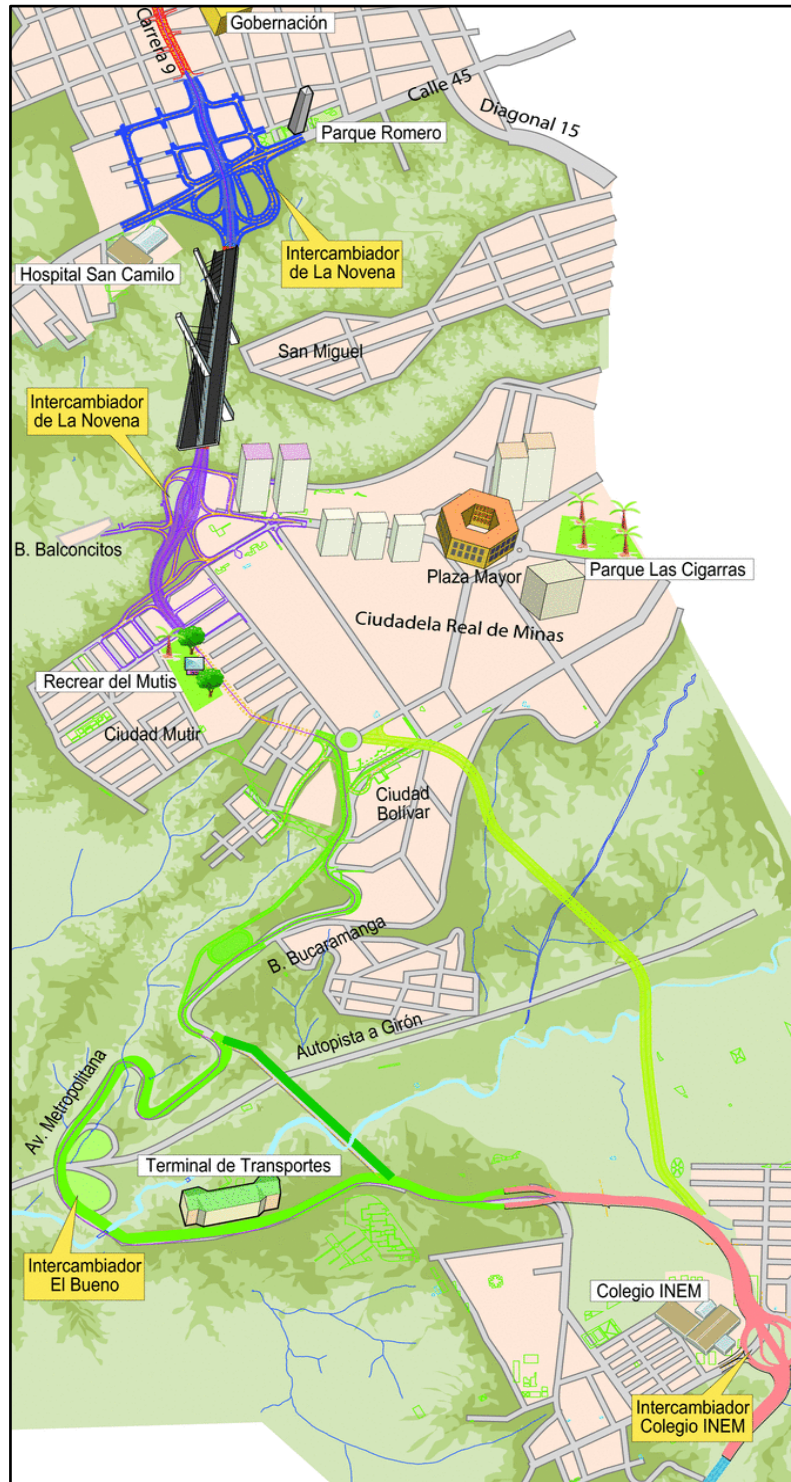
- WASHINGTON State Department of transportation, SR 167, SR 509 and I-5 Puget Sound Gateway Project, disponible en <http://www.wsdot.wa.gov/Projects/Gateway/>. [26]
- WASHINGTON State Department of transportation, SR 167 HOT Lanes - Common Questions, disponible en <http://www.wsdot.wa.gov/Tolling/SR167HotLanes/FAQ.htm#A1>. [27]
- ZAZCAR, Coheca uma nova forma de se locomover pela cidade, disponible en: <http://zazcar.com>. [16]

ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS DE LOS PROS Y CONTRAS DE LAS POLÍTICAS.

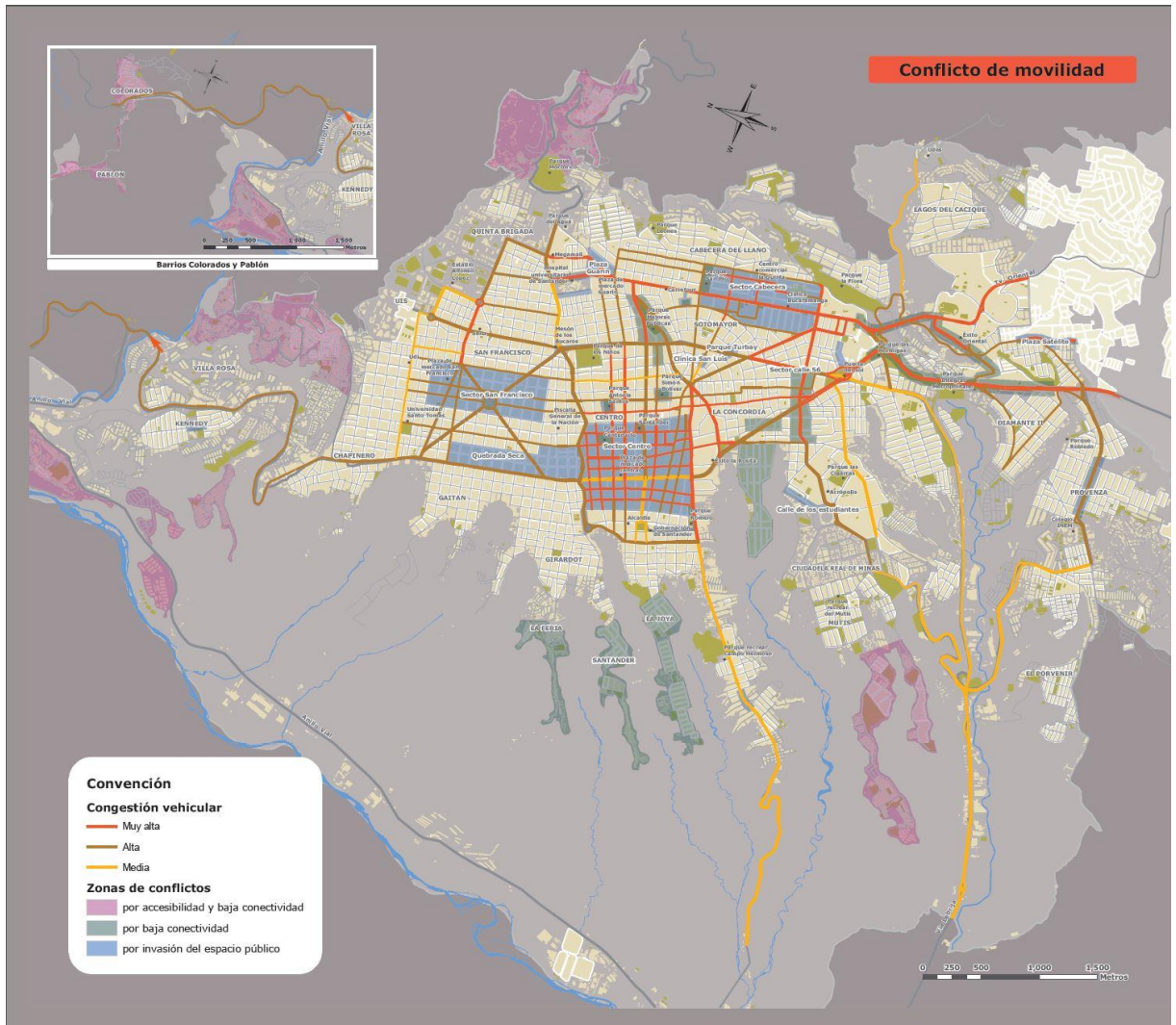
POLÍTICAS		OBJETIVO	PROS	CONTRAS
TARIFARIAS	COBROS POR PROPIEDAD	Controlar el crecimiento excesivo del parque automotor.	No requiere intervención a la infraestructura, generación de ingresos.	Aumento en el uso del vehículo, política nacional.
	PRECIOS AL COMBUSTIBLE	Desestimular el uso del vehículo.	No requiere intervención a la infraestructura, reduce congestión, genera recursos.	Efectos negativos para personas de mas bajos recursos, proceso largo de implementar.
	PAGO SEGÚN DISTANCIA	Reducir el kilometraje de viaje.	No requiere intervención a la infraestructura, reducción en los costos fijos del vehículo.	Dificultad para la obtención segura de los datos del kilometraje, y afecta todos los viajes en general.
	AUTOS COMPARTIDOS	Reducir el parque automor.	No requiere intervención a la infraestructura, obtienen beneficios de un vehículo propio, sin tener que comprarlo.	Puntos de estacionamiento fijos.
	PEAJES URBANOS	Reducir la congestión, aumentar ingresos.	Mejora el flujo del transito, reinversión de ingresos.	requiere intervención a la infraestructura, tiempo de implementación largo.
	CARRILES HOV	Disminuir los tiempos de viaje.	Autopistas mas rápidas, reduce congestión, de rápida implementación.	requiere intervención a la infraestructura, subutilización de los carriles en ciertas horas.
	CARRILES HOT	Disminuir los tiempos de viaje y aumentar ingresos.	Optimización de los carriles HOV	requiere intervención a la infraestructura y sistemas de cobro.
	PAGO POR USO DEL ESTACIONAMIENTO	Reducir la congestión, aumentar ingresos.	Facilidad de aplicación, altos niveles de aceptación.	Requiere intervención a la infraestructura en algunos casos, puede trasladar el problemas a otras zonas.
DE RESTRICCIÓN	AMBIENTALES	Reducir las emisiones contaminantes.	No requiere intervención a la infraestructura, mejor calidad del aire, ambientes mas sanos.	necesita un área de implementación extensa, para apreciar el impacto.
	REGULATORIAS	Disminuir la congestión.	No requiere intervención a la infraestructura, y es de fácil implementación.	Aumento del parque automotor.

ANEXO B. PROYECCIÓN VIAL, PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN PEAJE URBANO EN BUCARAMANGA.



Fuente: Vanguardia.

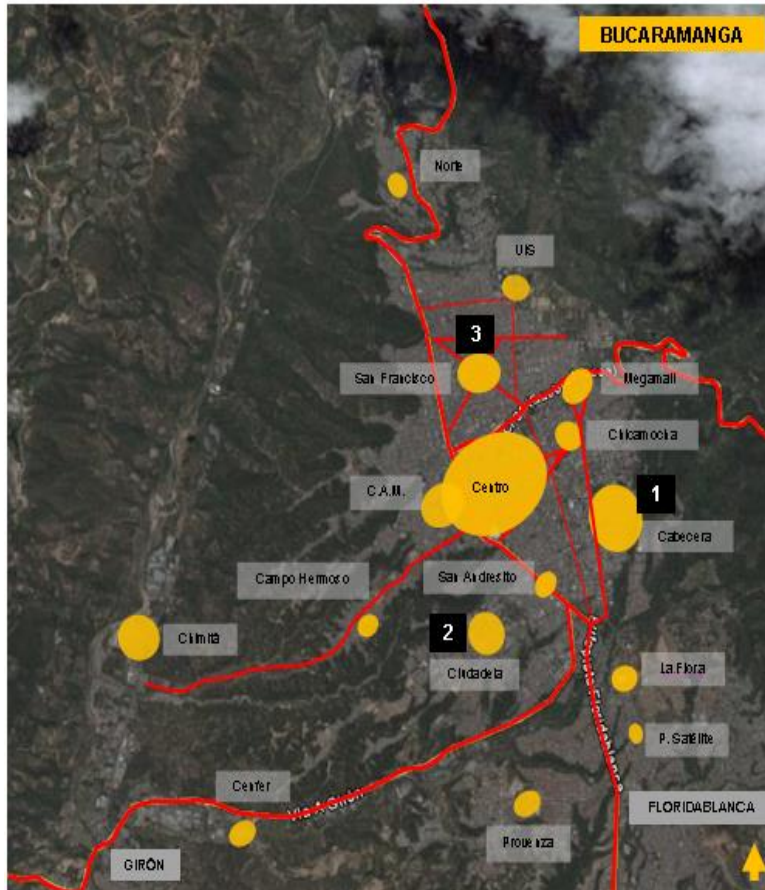
ANEXO C. CONFLICTO DE MOVILIDAD



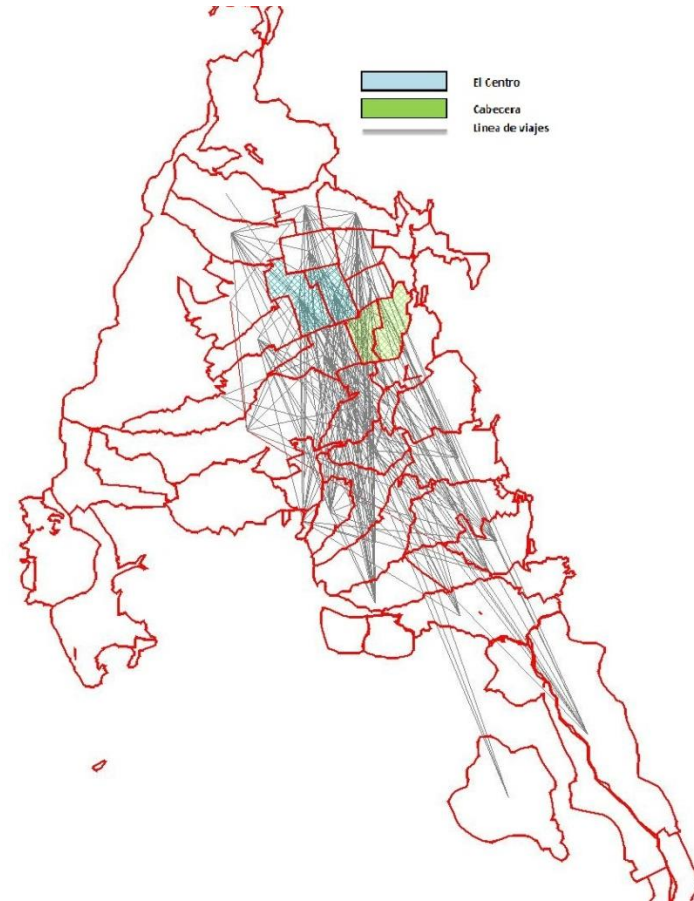
Fuente: Plan Maestro de Movilidad Bucaramanga 2010.-2030

ANEXO D. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.

* Esquema de centralidades de Bucaramanga



* Atracción y generación de viajes



Fuente: Grupo de Gestión y optimización de sistemas GEOMÁTICA

**ANEXO E. LOS INDICADORES AGREGADOS Y
DESAGREGADOS DEL TRÁFICO**

Tabla 1. Indicadores agregados de tráfico

AÑO	INDICADOR	ESCENARIOS		
		1	2	3
2015	VHT	5,518.16	5,274.50	5,390.04
	%VHT	***	4.42%	2.32%
	VMT	214,791.47	214,641.24	215,659.27
	%VMT	***	0.07%	-0.40%
2020	VHT	14,483.98	12,986.77	12,501.61
	%VHT	***	10.34%	13.69%
	VMT	348,249.21	350,079.16	352,701.51
	%VMT	***	-0.53%	-1.28%
2025	VHT	110,071.54	86,203.15	82,710.92
	%VHT	***	21.68%	24.86%
	VMT	657,349.37	659,671.70	648,601.44
	%VMT	***	-0.35%	1.33%
2030	VHT	2,921,262.11	2,041,629.23	1,823,003.34
	%VHT	***	30.11%	37.60%
	VMT	1,343,515.64	1,336,652.59	1,298,544.69
	%VMT	***	0.51%	3.35%

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla 2. Indicadores agregados de tráfico

ESCENARIO	AÑO	PUNTO DE CONTROL	CONECTIVIDAD	FLUJO (Veh/Hora)	% Reducción	TIEMPO DE VIAJE (Min)	% Reducción	NDS Base	NDS
2	2015	Cra 27 - Clle 56	N-S	3,032	-35.8	0.77	35.0	E	C
	2020	Cra 27 - Clle 56	N-S	4,911	0.23	1.16	7.5	F	D
	2025	Cra 21 con Quebradaseca	N-S	5,632	6.6	1.88	32.0	F	D
	2030	Carrera 33 con calle 36	N-S	2,200	40.8	1.59	81.6	F	D
3	2015	Cra 27 - Clle 56	N-S	3,108	-43.2	0.79	35.8	F	C
	2020	Cra 27 - Clle 56	N-S	5,034	0.2	1.20	7.7	F	E
	2025	Cra 21 con Quebradaseca	N-S	5,796	6.8	1.94	33.0	F	D
	2030	Carrera 33 con calle 36	N-S	2,254	41.8	1.65	83.7	F	D

Fuente: Elaboracion Propia.