



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

BARCELONATECH / MÁSTER EN GESTIÓN Y VALORACIÓN URBANA

Universidad Politécnica de Cataluña, UPC
Centro de Política de Suelo y Valoraciones, CPSV

Tesis de Máster

ESTRATEGIAS DE CONEXIÓN PARA TRANSMILENIO BOGOTÁ
Caso de Estudio: Zona NorOriental

Autor: **CORENA FORERO**, César
Directora: **ARELLANO RAMOS**, Blanca

30-06-2014



Agradecimientos a mi Familia por el apoyo en este proceso, a mi Tutora, y a todas las personas que se tomaron el tiempo de hablarme sobre la movilidad en sus ciudades, fueron de gran ayuda...



ESTRATEGIAS DE CONEXIÓN PARA TRANSMILENIO BOGOTÁ

Caso de Estudio: Zona NorOriental

Índice

INTRODUCCIÓN

1. Resumen Estructurado
2. Objetivos
 - 2.1 Principal
 - 2.2 Específicos
3. Metodología
 - Diagnóstico Movilidad Bogotá
 - Entrevistas
 - Revisión Bibliográfica medios de Transporte
 - Propuesta en Zona de Estudio
 - Calculo Costo Social

BASE BIBLIOGRÁFICA

4. Diagnóstico Bogotá
 - 4.1 Antecedentes Históricos
 - 4.2 Situación Actual y Problemática
5. Hipótesis
6. Estado del Arte
 - 6.1 Bases Teóricas y Conceptuales
 - 6.2 Estudios y Comparaciones de distintos Medios de Transporte
 - 6.3 Estudios aplicados a la Movilidad en Bogotá

ELECCIÓN SISTEMA ALIMENTADOR PARA BOGOTÁ

7. Revisión de Estudios Temáticos aplicados a Medios de Transporte
8. Evaluación Multi Criterio para elección de Sistema

PROPUESTA

9. Propuesta Zona de Estudio
 - 9.1 Límites y Caracterización de la Zona
 - 9.2 Propuesta del Tranvía en Detalle
 - 9.3 1ª línea en Detalle
 - Nuevas Coberturas
 - Nuevos Perfiles Urbanos
10. Costo Social
 - 10.1 Costo de Oportunidad. Ahorro en Tiempo
 - 10.2 Valoración Económica del Costo Social
 - o Congestión
 - o Contaminación Ambiental
11. ANEXOS
12. CONCLUSIONES
13. BIBLIOGRAFÍA

ESTRATEGIAS DE CONEXIÓN PARA TRANSMILENIO BOGOTÁ Caso de Estudio: Zona NorOriental

Remisión inicial: 24-01-2014

Remisión final: dd-mm-aaaa

Palabras clave: Transmilenio BRT, Tranvía, Movilidad, Bogotá.

Key words: BRT'S Transmilenio, Tramway, Mobility, Bogotá.



1. Resumen estructurado

La movilidad en la ciudad de Bogotá está llegando a puntos críticos, con tiempos de desplazamiento promedios diarios de 1 hora y media, atascos gigantescos en horas pico, excesivo parque automotor y un sistema de transporte público que, pese a sus mejorías, aún no satisface las exigencias ciudadanas.

Con la inclusión del sistema BRT TRANSMILENIO en la ciudad de Bogotá se mejoró en ciertos aspectos que el ámbito internacional reconoce, pero no es capaz por sí mismo de satisfacer las necesidades crecientes de una población tan grande (9 millones de personas, se transportan hasta 200 mil pasajeros en las horas picos de un solo día) sin la inclusión de otros medios complementarios que hagan parte del mismo sistema, ya sean de más envergadura como un metro pesado o sistemas más 'ligeros' como Tranvía, Metro ligero, Cable, etc. Las bondades y ventajas del sistema como su rapidez, facilidad de conexión y bajos costos de construcción se están desaprovechando en parte por no recibir estos apoyos complementarios. Es claro que estos sistemas pesados no pueden llegar a ciertas zonas de la ciudad, pero otros sistemas sí. El sistema aún no se conecta con grandes zonas de la ciudad, aún no se conecta con el terminal de transportes terrestres de Bogotá, no se planeó una conexión con el nuevo Aeropuerto El Dorado de Bogotá, no se encuentra conectado con los ejes de salidas regionales más importantes de la ciudad.



Bogotá ha realizado esfuerzos a través de los años para mejorar esta situación y actualmente se encuentran en estudio varias opciones en materia de transporte con el fin de reducir los tiempos de desplazamiento de una población cada vez más demandante de una mejor movilidad.

En este trabajo se revisan las distintas posibilidades de medios de transporte. Con esta base argumental se busca realizar una propuesta de mejoramiento en la movilidad Bogotana, con todas sus consecuencias Urbanas, Ambientales y Sociales. Un nuevo sistema de transporte no sólo afecta la movilidad en sí, sino todos los demás aspectos de la vida cotidiana que deben ser incluidos a la hora de evaluar la eficiencia de un medio de transporte.

La capital colombiana ha tenido un importante avance socio económico producto del desarrollo que ha tenido el país en la última década. La ciudad es hoy más competitiva y tiene demandas más grandes en materia urbana. La movilidad es hoy un punto débil y la ciudad debe responder con soluciones prácticas y eficientes.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL:

Después de la evaluación de los distintos medios de transporte que pueden ser aplicados a la ciudad, proponer un modelo piloto (que se pueda repetir en toda la ciudad) de alimentación a TRANSMILENIO en una zona específica de estudio: zona NorOriental de la ciudad.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Para llegar una propuesta de conexión - TRANSMILENIO – ZONAS AISLADAS DE LAS TRONCALES – es necesario Diagnosticar el estado actual del sistema en la ciudad, para, luego de un análisis de las distintas opciones en materia de transporte, proponer de manera justificada un sistema que conecte el sistema de transporte masivo de forma correcta y eficiente con aquellas zonas donde hoy es difícil acceder al sistema.

De acá se desprenden los objetivos específicos de la tesis:

- Aprovechando los aspectos positivos del sistema Transmilenio en la ciudad, exponer las estrategias para superar los problemas que enfrenta.

- Revisión de las propuestas actuales en materia de movilidad en la ciudad. Son las necesarias para Bogotá? O se requerirán acciones diferentes, o adicionales a las planteadas actualmente por la administración distrital?

Asumiendo que un sistema BRT (Bus Rapid Transit) debe contar con Alimentación de Usuarios procedentes de zonas aisladas de las estaciones (por razones formales, técnicas, topográficas o demanda de usuarios etc) se debe analizar cómo la planeación de la ciudad responde a estas exigencias de la ciudadanía.

Es conocido que la respuesta de la ciudadanía ha sido Informal, en el sentido que no son sistemas de alimentación que NO hacen parte del sistema de transporte masivo, son soluciones temporales y en contravía de la legislación de tránsito de la ciudad. En este sentido surgen como objetivos específicos de la tesis:

- Exponer los puntos AISLADOS del sistema y su situación actual con las proyecciones que se tienen a futuro.
- Exponer las acciones que la ciudadanía ha tomado para mejorar su movilidad, que aunque informales, son un indicador más que válido de las verdaderas necesidades de una población en materia de conexión y movilidad.

La problemática es clara y conocida, pero sin respuesta aún. Por eso la evaluación de referentes mundiales en términos Urbanos y Tecnológicos pueden determinar el modelo a usar. Evaluar casos de éxito así como conocer planteamientos equivocados en el mundo puede ser la base de nuestra propuesta. Claro, asumiendo las condiciones particulares de nuestro caso de estudio. Así, otro objetivo específico a desarrollar es:

- Evaluar, a partir de la revisión de diferentes estudios de distintos medios de transporte usados en el mundo las ventajas y desventajas, necesidades y beneficios, complicaciones y limitaciones de los sistemas que pueden ser usados en Bogotá.

Al momento de elegir uno de estos sistemas como posible sistema apto para la alimentación de Transmilenio, debemos saltar a la parte propositiva en donde este sistema debe mostrarse enmarcado en los perfiles urbanos existentes. Y también analizar la forma correcta de la unión con el funcionamiento actual del sistema, y así:



- Proponer el modelo piloto de ALIMENTACIÓN A TRANSMILENIO mediante un sistema secundario que responda formalmente a las exigencias de la ciudad. (caso específico de estudio: zona Nor-Oriental de Bogotá)
- Calcular el Costo Social generado positivamente por la propuesta presentada.

3. METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología destacamos 5 etapas a desarrollar en la propuesta:

- A- Diagnóstico de la movilidad en Bogotá y planes a desarrollarse.
(Método de medición cuantitativo y cualitativo del sistema)

Como primera medida se realizará un diagnóstico del estado actual del sistema de Movilidad Urbana en la ciudad de Bogotá. Referentes históricos y el Por Qué TRANSMILENIO fue la opción adoptada a principios de la década pasada. De dónde surge la idea y los primeros BRT's y la experiencia de estos sistemas en otras ciudades del mundo.

Luego de este marco histórico debemos presentar el estado actual dentro de un análisis desde varias perspectivas: Estado actual del sistema de Transporte, Capacidad y demanda del sistema, Problemas y soluciones informales (autogeneradas por la ciudadanía), Estrategias implementadas en los últimos años para mejoras (deficientes) a la movilidad urbana, etc.

Entendiendo la situación actual con sus beneficios y problemáticas, se debe abordar el estado proyectual en que se encuentra la ciudad actualmente, con unas propuestas de la administración de turno que merecen ser consideradas al momento de proponer nuevas estrategias.

Esto debe complementarse con estudios urbanos más amplios, salidos un poco del tema propiamente de la movilidad, abordando otras temáticas como crecimiento proyectado de la ciudad, densidades actuales y proyectadas, estudios de centralidades, entre otros, para entender con una visión más amplia las condiciones generales en la ciudad de Bogotá.

Por último, exponer las acciones temporales e informales que ya ha adoptado la ciudadanía para satisfacer sus propias necesidades de movilidad, ante la ausencia de respuestas por parte de la administración.

- B- Entrevistas a directivos de Transportes Metropolitanos de Barcelona, como referente principal de planeación de transporte.



Como referente principal en materia de transporte urbano, intermodalidad exitosa de distintos medios de transporte y respuesta satisfactoria de demanda tomamos a la ciudad de Barcelona y su empresa gestora de transporte. TMB. Transportes Metropolitanos de Barcelona.

Se busca conocer de primera mano las estrategias que han utilizado para lograr una respuesta satisfactoria a una población mediana y los conceptos que tienen de los distintos medios de transporte que agrupan.

- C- Revisión Bibliográfica caracterizando los distintos Medios de Transporte, y su Evaluación Comparativa Aplicada a la elección de un Medio de Alimentación para Transmilenio.
(Método cuantitativo de evaluación a partir de matrices comparativas)

El primer capítulo del trabajo debe centrarse en los análisis de los sistemas de transporte que podrían aplicarse en una ciudad como Bogotá, teniendo en cuenta su relación con todo el contexto ciudadano.

Estos análisis de los distintos medios, Tranvías y Trenes ligeros, Buses BRT's, Metros pesados, Buses colectivos, BiciTaxis y Taxis colectivos, Monorrieles, Teleféricos, etc, deben ser abordados desde todos los puntos de vista posibles:

- Aspectos Económicos: donde la relación Costo Beneficio y su correcta implementación marca el punto de partida para un proyecto exitoso en países donde el Estado no puede asumir pérdidas económicas en los sistemas de transporte de sus ciudades.
- Aspectos Técnicos: entendidos más que nada desde la perspectiva de capacidad de carga Usuarios / hora / sentido.
- Aspectos Ambientales: dentro de la perspectiva de desarrollo sostenible que debe aplicarse a nuestras ciudades, evaluar las implicaciones ambientales en una obligación al momento de plantear soluciones a la movilidad de una ciudad.
- Aspectos formales: donde los sistemas puedan adaptarse a los perfiles urbanos actuales de la zona de estudio sin ser necesarios grandes transformaciones que repercutan negativamente en la imagen de la ciudad.
- Su correcta Relación con Transmilenio: asumiendo su función de alimentador del sistema principal, Transmilenio, los sistemas deben evaluarse en cuanto a su correcta relación con un sistema BRT's en función.

- D- Propuesta para La Zona de Estudio
(Etapa propositiva en cuanto a diseño esquemático)

Por último, el trabajo en su tercera etapa debe proponer una solución aplicada a la zona de estudio. Ya sea en una sola avenida o varias, o ya sea en la unión con una estación de



Transmilenio o en más de una, proponer el modelo que se deba replicar en el sistema y en la ciudad en general.

Mostrar cómo se insertaría dentro del perfil urbano actual el sistema escogido luego del análisis del capítulo 2, y diseñar la manera más eficiente de unión con Transmilenio asumiendo que una de las condiciones que consideramos inobjetables al momento de la estrategia planteada es no tener que salir del sistema ni tener que hacer doble pago por un solo viaje. (Como actualmente ocurre con las soluciones provisionales que la ciudadanía desarrolló por faltas de opciones de la ciudad)

En otras palabras, diseño piloto preliminar de una de las líneas de alimentación con su respectiva conexión a TRANSMILENIO.

Esta propuesta debe poder ser replicada en las otras zonas de la ciudad, tal vez no con el mismo sistema pero si con la misma metodología de estudio y mismo lenguaje de respuesta para que, según sea el caso de estudio, el sistema de una respuesta de conexión a todos los usuarios.

E- Cálculo del Costo Social de la Propuesta

Asumiendo las implicaciones externas que tiene la movilidad de una ciudad, analizar y calcular las ventajas en materia de ahorro que trae una propuesta de mejoramiento de movilidad en una ciudad.

Estos costos sociales son los que no están directamente relacionados con el usuario particular de un vehículo o de un usuario particular del transporte público, sino estos costos que afectan en general a una sociedad en otros aspectos como Contaminación o Congestión vehicular que deben ser sumados o restados al momento de propuestas en materia de movilidad.

4. DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD: CIUDAD DE BOGOTÁ

4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El sistema Transmilenio no es el primer sistema de transporte masivo presente en la capital colombiana. Desde finales del siglo XIX el tranvía hizo su aparición con sus líneas que desde el centro conectaban varios puntos de la ciudad. El tranvía se convirtió en un símbolo ciudadano, un orgullo y una muestra de la nueva Bogotá. Se convirtió en la cara de la capital. Desafortunadamente después del asesinato de un candidato presidencial en 1948 la ciudad colapsó y entró en una especie de 'guerra civil' que durante 2 días acabó con gran parte del centro. Incluido el tranvía de la ciudad. Faltó tal vez voluntad política o recursos, pero nunca se retomó el Tranvía como sistema de transporte.

Hacia los años 60's, hizo su aparición el Trolley, buses urbanos alimentados con electricidad que tuvieron una vida útil relativamente corta, ya en 1990 no existían. Desde 1980 en la ciudad no existía un sistema de transporte que agrupara en un gran conjunto la movilidad de la ciudad, sólo una agrupación de pequeñas sociedades dueñas de rutas y buses urbanos que trajeron a la ciudad una etapa de congestión, inseguridad y mal servicio. Los traslados eran sumamente lentos y las rutas poco eficientes. La competencia entre las empresas hizo peligrosas las vías por donde circulaban afanosamente en busca de más usuarios. Era un caos.



IMAGEN 1: Tomadas del archivo histórico de la ciudad de Bogotá

Hacia 1998 con la elección como alcalde de Enrique Peñalosa, a quien se le atribuye gran parte del desarrollo urbano a principios del siglo XXI, se inició el montaje y gestión de un sistema de movilidad a partir de buses articulados con estaciones independientes con 1 solo acceso, carriles exclusivos a nivel de tierra y con gran capacidad de transporte de pasajeros.

Con el panorama de caos presente en la movilidad de la ciudad se inicia la fase 1 de TRANSMILENIO inaugurada en el año 2000 con 3 troncales de las 10 propuestas. Los primeros 40 kilómetros de los 380 propuestos en total (Actualmente -2013- hay en servicio 90 kilómetros):



Datos de NESTLAC: Red de Organizaciones de transporte ambientalmente sustentable para Latinoamérica y el Caribe.

4.2 DIAGNÓSTICO, SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMÁTICA

A pesar de las grandes ventajas del sistema, aún se encuentran desventajas que deben ser atendidas, en especial a cuanto a cobertura del sistema.

Transmilenio (BRT implementado en el año 2000 en la ciudad de Bogotá) ha sido destacado positivamente en la bibliografía internacional como un ejemplo exitoso de respuesta a una demanda tan grande como la que tiene la capital bogotana (9 millones de personas). Claramente con los problemas y deficiencias que un sistema de esta envergadura puede tener aún, es un sistema que ha podido responder en gran medida a un gran número de usuarios diariamente.

Lo primero que podemos resaltar son los estudios que se han hecho diagnosticando actualmente el sistema:

En cifras de la empresa TRANSMILENIO S.A, publicadas en el 2012 tenemos:

A septiembre del 2012, 4 mil millones de pasajeros transportados. Promedio de pasajeros durante la hora pico (6:45 a 8:00 am) en el último año: 198.000 pasajeros, 115 estaciones en operación, 1.392 buses trabajando. Velocidad promedio de transporte: 26.2 km/hr. El 69% de la población se moviliza en transporte público, el 29% lo hace en auto particular.

Según el informe de Fernando Páez, director de TRANSMILENIO S.A. publicado en Diciembre del 2010 en la revista Semana encontramos que sólo el 10% de los usuarios de Transmilenio corresponden a los estratos altos de la ciudad (4,5 y 6), el 90% restante son usuarios de estratos bajos (1,2 y 3)

En cuanto a movilidad en general, según datos recolectados del foro de movilidad de la Universidad Jorge Tadeo Lozano en donde la Secretaría de Movilidad de la ciudad participó, destacamos los siguientes datos:

El parque automotor en Bogotá creció un 58% en los últimos 5 años, aunque la malla vial sólo un 2%. La población se está movilizandando menos en transporte público, se pasó de 4.3 millones de viajes diarios en 2005, a 3.4 millones de viajes diarios en 2012. En cuanto a viajes en taxi o servicio público individual, se pasaron de 298 mil viajes a 600 mil sólo en 7 años.

Estos datos los podemos complementar con los resultados de la encuesta de movilidad de 2005, publicados por el Departamento Nacional de Estadística DANE en donde se aprecia que sólo el 28% de la población estrato alto usa transporte público haciendo un uso excesivo del auto particular. Los Bogotanos se gastan en promedio 72 minutos diarios en su movilización cotidiana,

20 minutos más de lo que gastaban en el 2005. La velocidad promedio para desplazarse en general bajo de 34 a 22 km/hr, del 2005 a ahora. (Datos obtenidos de la Dirección de Transportes e Infraestructura de Bogotá)

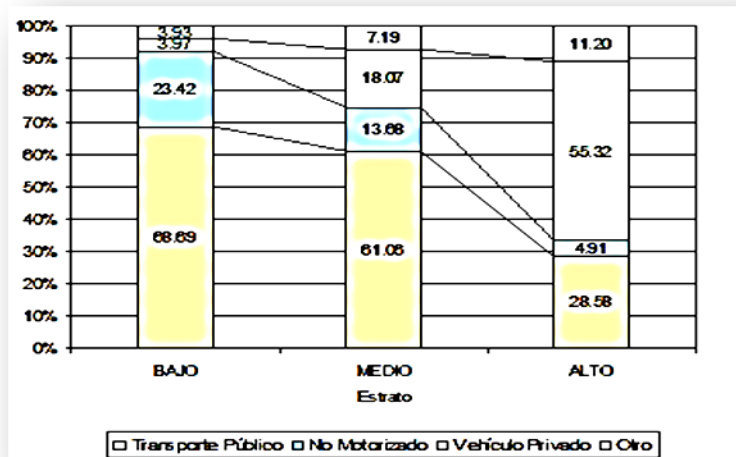


IMAGEN 2: Gráfica de USO DE TRANSPORTE PÚBLICO POR ESTRATOS. Según Duarte Guterman CONSULTORES: 2010

Para los Bogotanos una frustración muy común radica en la imposibilidad de que con el tiempo, con mayor número de líneas de transporte público, con el desarrollo del Transmilenio y con un crecimiento (aunque menor) de la malla vial los tiempos de desplazamiento sean tan altos.

El sistema aún no se conecta con grandes zonas de la ciudad, aún no se conecta con el terminal de transportes terrestres de Bogotá, no se planeó una conexión con el nuevo Aeropuerto El Dorado de Bogotá, no se encuentra conectado con los ejes de salidas regionales más importantes de la ciudad.

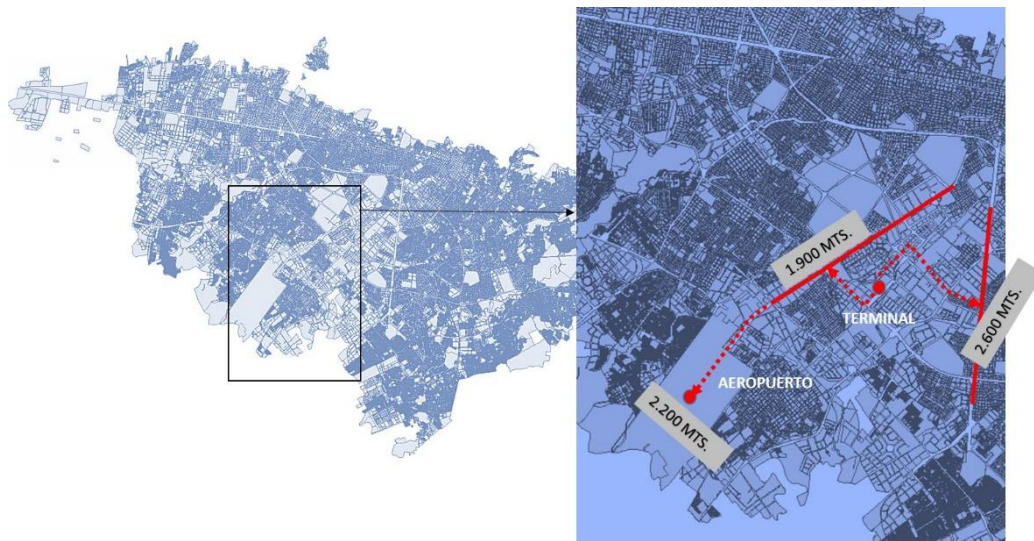


IMAGEN 3: Imagen de Elaboración Propia, donde se muestran las distancias a recorrer desde el Terminal de Transportes y el Aeropuerto Internacional hasta la estación más próxima del sistema Transmilenio: 2.000 mts promedio.

Así, podemos definir el actual sistema de transporte masivo en la capital colombiana como un sistema autista dentro de su único funcionamiento. Como primera instancia, no incluye aún a los usuarios que llegan de las zonas del área metropolitana dentro del sistema, por el contrario, estas persona aún deben realizar intercambios de transporte municipal a sistema urbano capitalino, en la mayoría de los casos sin la infraestructura adecuada. Simplemente una 'acera' que recibe estos buses intermunicipales cerca a las estaciones de Transmilenio en el mejor de los casos.

El tren de cercanías está llamado a servir de articulador entre la ciudad (Bogotá) y sus municipios aledaños, muchos de los cuales dependen en un 80% de la capital colombiana. Pero este proyecto aún no se concreta y hasta que no lo haga el sistema debe estar pensado para funcionar sin él.

El caso de desconexión con los equipamientos aéreo y terrestre es aún más preocupante. El sistema no tiene nada que ver con el Terminal de Buses terrestres de la ciudad. Las personas que conozcan o no las dinámicas de la ciudad llegan a un punto desconectado del sistema de transporte masivo viéndose obligados a tomar servicios particulares más costosos. ¿No sería lógica una línea de Transmilenio conectando el terminal de transportes con la ciudad? ¿O al menos un alimentador que conecte una línea con el terminal?

Y el Aeropuerto no registra un panorama más alentador, aunque se acaba de construir dentro de la 3ª fase del sistema una línea sobre la avenida que va hasta el aeropuerto, por cuestiones burocráticas la estación más cercana queda a más de 2.000 mts, haciendo obligatorio el cambio a un bus privado de empresa particular para poder llegar a destino. La conexión del aeropuerto



con Transmilenio debía ser obligatoria, aprovechando la cercanía de este con el centro de la ciudad, característica no muy común en ciudades de las mismas características.

Dentro de esta 'desconexión' del sistema se destaca también que casi el 80% de las zonas de estrato alto no tienen conexión con el sistema de transporte masivo de la ciudad estimulando así el uso excesivo de auto particular. Si agregamos las restricciones de movilidad que propician la compra de más carros por familia entendemos el crecimiento de 58% del parque automotor en la ciudad en los últimos 5 años. Los tiempos de desplazamiento son muy altos y la velocidad de desplazamiento muy baja en comparación con otras ciudades, excesivo parque automotor, malla vial insuficiente y transporte público desconectado son algunas de sus causas.

En la ciudad, los estratos altos no usan el servicio público a niveles que podrían usarlo reduciendo sus tiempos de desplazamiento, y más importante, ayudando a la movilidad general de la ciudad. Asumiendo, claro, que es el sector que más automóviles ubica en la malla vial día a día. Y es en este aspecto que el trabajo se centra, como modelo de estudio para la conexión de estas zonas al sistema masivo de la ciudad. Claro, modelo que debería poder replicarse a otras zonas y equipamientos de la ciudad.

Como solución se plantea la primera Línea metro de Bogotá: 27km que llegaría máximo a un 4% de demanda, con un costo (aproximado) US\$1.700+millones. Según expertos en la materia, con estos recursos mejor invertidos en el sistema TRANSMILENIO y sus alimentaciones se solucionaría gran parte del problema llegando a coberturas cercanas al 80%

El debate no debe ser si el Metro es importante o no (asumiendo la alta demanda de la ciudad, si lo es, tal vez el debate sería una línea más eficiente) sino como agrupar los distintos medios de movilidad en la ciudad para llegar a tener un transporte eficiente, conectado, integrado.

Como solución temporal ciudadana, auto gestionada, surge El 'transporte informal' producto de las necesidades obvias de una población que necesita moverse. Ejemplo, buses particulares que conectan los barrios de Colina Campestre y Cedritos con TRANSMILENIO, pero con sobre costos para los usuarios e informalidad en el servicio.

Este ha sido un fenómeno en alza en la ciudad, y se puede asegurar que las personas del común han encontrado las rutas más eficientes para conectarse al sistema. Claro, soluciones auto gestionadas y en manos de privados.

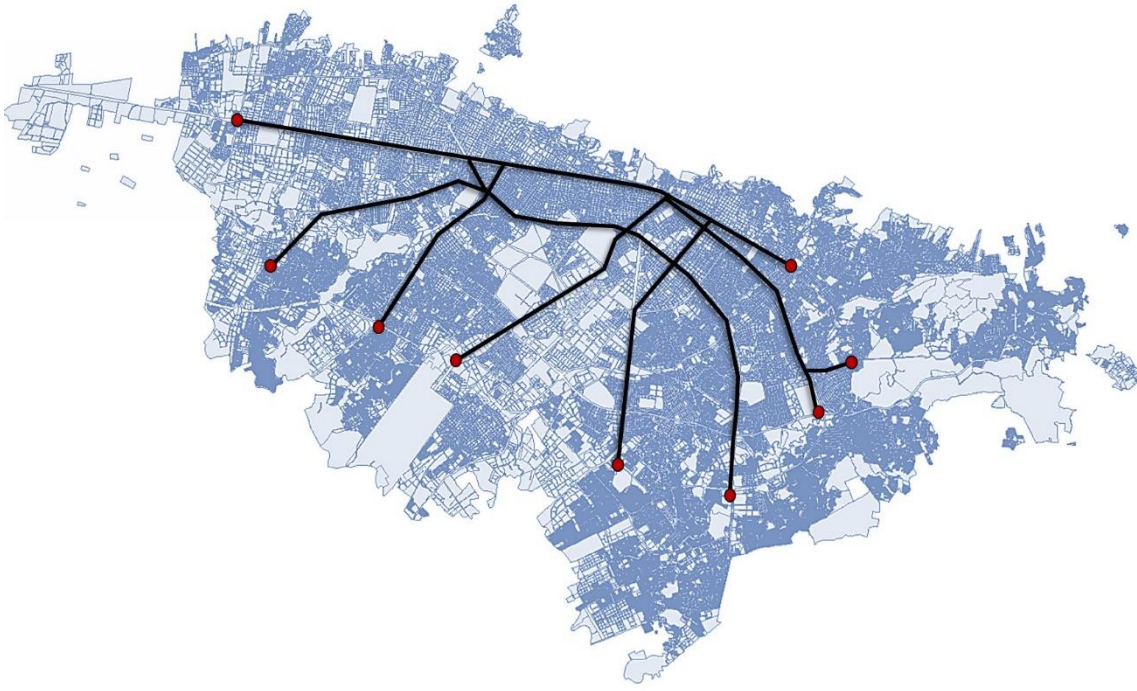


IMAGEN 4: Imagen del sistema TRANSMILENIO. Plano Actualizado.
Elaboración Propia

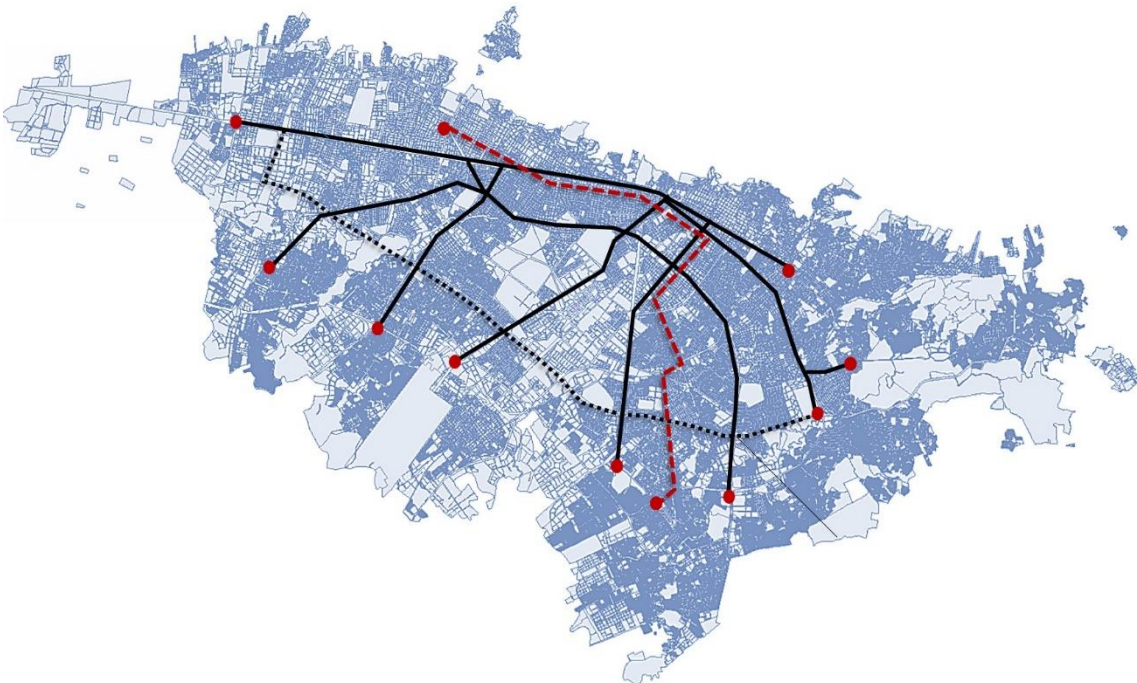


IMAGEN 5: Proyecciones de Movilidad en Bogotá. Siguiendo fase de TRANSMILENIO, y 1ª LÍNEA DE METRO PESADO.
Elaboración Propia

5. HIPÓTESIS

Es claro que una conexión más eficiente dará la posibilidad de, más que movilizar más usuarios, MOVILIZARLOS MEJOR. Así surge la hipótesis del trabajo donde la conexión y la intermodalidad de varios sistemas

HIPÓTESIS: Con inversiones menores a las planteadas, se puede logra la conexión de los estratos altos con el sistema masivo de transporte (por ahora deficiente) dentro de la formalidad que exige la ciudad, y el estímulo para su uso por parte de este sector de la población generarán unas ventajas muy considerables para la ciudad desde varios puntos de vista:

- TRANSMILENIO será más eficiente en la zona donde prima actualmente el uso del Carro particular. Los usuarios potenciales con una opción de movilidad pública eficiente usarán menos carros particulares.
- La movilidad en general de la ciudad mejorará, ya que gran parte del parque automotor que circula en la ciudad aumentando la congestión es propiedad personas, cuyas restricciones, desconexiones y alto poder adquisitivo han hecho que cada vez se adquieran más vehículos.
- Ambientalmente hablando siempre será una ventaja menos autos particulares circulando, y más personas usando el transporte público.
- Si las personas de estratos altos usan el servicio público de forma masiva, socialmente nos encontraremos con una sociedad más cohesionada, más homogénea y menos segregada. El uso democrático del servicio público ha hecho que ciudades como Manhattan o Barcelona disminuyan sus brechas sociales.
- La conexión de estas zonas con las dinámicas propias de la ciudad mediante el transporte serviría como estímulo para que las personas con las posibilidades económicas no vivan en zonas alejadas fuera de la ciudad exigiéndole a esta unas demandas de tráfico y conexión muy altas, por el contrario, la ciudad crecería de una forma más densificada, más ordenada con normativas claras y tiempos de desplazamiento más cortos. Base sustentable del urbanismo moderno.

6. ESTADO DEL ARTE

El ESTADO DEL ARTE lo dividimos en 3 aspectos:

- Bases Teóricas y Conceptuales
- Estudios comparativos de varios sistemas de transporte en el mundo
- Estudios aplicados a la Movilidad Bogotana y Transmilenio

6.1 BASES TEÓRICAS Y CONCEPTUALES:

La bibliografía actual de transporte nos ofrece nuevas tendencias a la hora de evaluar el transporte, especialmente en grandes ciudades.

El transporte como debemos entenderlo hoy en día no es ajeno a factores externos de desarrollo, como los nuevos conceptos que se manejan en términos de ciudad. Las distancias ya no deben ser medidas en metros o unidades de medida, sino en tiempo y eficiencia energética. Los viajes no son ahora tan planos como el momento de ir a trabajar y volver al hogar sino que intervienen nuevos aspectos como intercambios en rutas, inter modalidades en sistemas y viajes que involucran todos estos aspectos.

Hay un concepto muy importante a la hora de planear y evaluar sistemas de transporte, y es el concepto de STAGE, entendido como el 'continuo movimiento usando un medio de transporte', por ejemplo, búsqueda de parqueadero, espera de un bus, cambio de línea en un sistema de metro, cambio de un sistema subterráneo a uno terrestre, etc.

Al momento de proponer un sistema que alimente Transmilenio en Bogotá, se debe pensar muy bien su eficiencia, rapidez y coordinación con el sistema en sí.

“Un viaje (TRIP), comprendido desde la bibliografía y la teoría en transportes sugiere un recorrido (continuo movimiento) de una actividad a otra, así, un viaje puede ser multimodal. Cuando se evalúan distancias, recorridos y eficiencia en transporte el conjunto de sistemas de transporte que hacen UN VIAJE deben ser entendidos como una unidad. En nuestro caso de estudio particular, la eficiencia de nuestro sistema de alimentación debe estar acorde con las exigencias naturales de una ciudad tan grande, así como del sistema Transmilenio.” (MODELLING TRANSPORT, Ortuzar, Willumsen)

Hay un concepto muy importante en nuestro caso de estudio y es el que manejan Ortuzar y Willumsen como TOUR. En el cual The Trip Sequence inicia y termina en la misma locación. Por lo general, la residencia. Es este aspecto fundamental al momento de proponer sistemas de transporte en una ciudad, su capacidad, su eficiencia y su funcionamiento. Si en una ciudad o un sector de la ciudad se manejan unos TOURS más amplios, en donde no sólo funcionan CASA-

TRABAJO-CASA, esto requiere más posibilidades de transporte al momento de plantear soluciones.

En este sentido de conceptualización incluimos también los nuevos aspectos que involucran al transporte dentro del desarrollo urbano de un sistema metropolitano en donde las ciudades deben pensar en eficiencia de transporte para sistemas gigantescos con grandes distancias.

Como se mencionó anteriormente la eficiencia de los sistemas de transporte, medida en tiempos de recorridos, implementación y sostenibilidad financiera es ahora crucial a la hora de análisis urbanos de transporte, junto con aspectos económicos y financieros.

Lo menciona Jaime Lerner en su libro ACUPUNTURA URBANA, en donde destacamos el concepto proferido en su 1er capítulo donde hace una aproximación a las ciudades y al transporte sostenible: METRONIZAR LA SUPERFICIE.

“No tengo ninguna duda de que el transporte del futuro es el que va por la superficie. Es más rápido de implementar, el coste es de hasta 100 veces menor por Kilómetro que el subterráneo, se puede integrar fácilmente a líneas de otros sistemas. La idea es que el Autobús funcione de la misma manera –o mejor- que el metro, es decir, que se Metronice la Superficie.” (ACUPUNTURA URBANA, Lerner. 2005)

Es importante recalcar la unión que se debe tener con líneas de otros sistemas. Es claro que los sistemas BRT's tienen complicaciones para entrar en terrenos topográficamente accidentados, o en zonas con perfiles viales angostos. Por esto es necesario siempre pensar en la correcta unión / alimentación / combinación del sistema como parte de su planeación para su éxito como sistema de transporte.

En cuanto al uso del carro particular (pensando en un sector de la población más específico, con mayor poder adquisitivo) Jaime Lerner menciona el buen uso que se le debe tener, pensando más en un interés general que particular: **“El automóvil es nuestra “suegra mecánica”, tenemos que mantener una buena relación con él, pero no podemos dejar que dirija nuestra vida. Hay que saber usar el coche, pero no ser su esclavo.”** (ACUPUNTURA URBANA, Lerner. 2005). Lo que importa en especial en nuestro caso de estudio, en donde se pretende reducir el uso de transporte privado, reemplazándolo en un uso más regular del transporte público.

Para una parte de la población el uso de transporte público es opcional, ya que se tiene la opción del transporte privado. Las estrategias de mejoría y conexión del transporte público en Bogotá pretenden que la elección sea cada vez más pensada, menos obvio hacia el auto, y que el uso de transporte público crezca bajo la premisa de un mejor servicio. Menos autos, mejor movilidad en general.

También se menciona en el libro ACUPUNTURA URBANA los costos tan altos de la infraestructura vial para una ciudad. Necesarios, claro, pero altísimos. Por esta razón no pueden ni deber servir a una sola función sino deben tener usos múltiples, con transportes mixtos, circulaciones y permanencias, y siempre pensando en la temporalidad de las situaciones. (Manejo de horas picos)

6.2 ESTUDIOS COMPARATIVOS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE EN EL MUNDO

Se mencionó dentro de la metodología de la investigación que el segundo punto importante a analizar era las distintas opciones de transporte que podrían ser implementados en Bogotá, como parte de las estrategias de conexión para la ciudad.

Actualmente hay varios estudios que nos permiten evaluar cómo estos sistemas han actuado en otras condiciones, con otras determinantes, pero que seguramente empezarán a dar luces sobre los resultados que podremos obtener del estudio para Bogotá.

Estas evaluaciones han estudiado los aspectos más relevantes de cada uno de los sistemas, de ahí su importancia al momento de recalcarlos, aunque sean aplicados en otros lugares. Por ejemplo del caso Europeo se destacan los estudios de importancia de cada medio de transporte dentro de las dinámicas urbanas. En donde “El Bus y el Tranvía son los medios de transporte más utilizados en las ciudades medias europeas (entiéndase población de 1 millón de personas promedio). El bus cuenta con una participación media del 50% dentro de la demanda poblacional. El tranvía cuenta con un poco más del 30%.” (Artículo: Soluciones de Transporte Público en ciudades medias europeas. J. Colomer Ferrándiz, Departamento de Transporte de la U.Politécnica de Valencia)

Según Colomer Ferrándiz, esto con una particularidad, y es que haciendo un análisis sólo de los países más desarrollados del centro y norte de Europa (Ale, Bel, Hol, Nor, Sui, Fin) se invierte la situación, en donde el tranvía se vuelve el medio más importante con un 50% de respuesta a la demanda contra un 33% del autobús. Además, el tranvía se encuentra presente en todas las ciudades medias analizadas en estos países.

- El Bus cuenta con una velocidad promedio comercial de 18 km/h, siendo Helsinki la más rápida (26 km/h)
- El tranvía cuenta con una velocidad promedio comercial de 21 km/h,
- El metro está asociado al carácter de capitalidad de las ciudades. Status?

Podemos analizar que el Tranvía se ha convertido en el medio más óptimo al momento de responder a demandas medianas. Esto no quiere decir, claro, que en grandes ciudades no haya demandas medias o bajas en ciertas zonas. Si pensamos en sistemas de conexión para Transmilenio, debemos de una vez tener en cuenta que Transmilenio (y eventualmente la primera

línea de metro) son los que van a asumir las grandes demandas, y que los sistemas alimentadores, como es nuestro caso de estudio (zona nororiental- estratos altos) deben ser pensados para demandas menores. Esta es la razón para pensar en sistemas multi modales y no un monopolio de un solo sistema.

Por otra parte, podemos analizar cada sistema por aparte más exhaustivamente, y es donde encontramos el caso de BRT exitoso más nombrado en la bibliografía de transporte. CURITIBA, BRASIL en donde se cuenta con la comprobación en cifras de la disminución del número de vehículos privados y el aumento de viajes realizados en transporte público. Nos hace pensar que los sistemas de transporte eficientes atraen población que ANTES no usaba estos medios de transporte.

Según Ma LL. Gómez Torres, de la U. Politécnica de Valencia en su Artículo: La ciudad de Curitiba, un ejemplo de Transporte rápido, económico y de bajo impacto ambiental., el sistema de la ciudad Brasileira cuenta dentro de su RTI (ruta integrada de transporte) con el manejo de 4 tipos de transporte, expresos, alimentadores, interbarrios, *ligerinhos*. Ellos entendieron la necesidad de ALIMENTAR al sistema de transporte principal, conectar los barrios y las terminales con el esqueleto de los BRT's, que sin lugar a dudas no pueden llegar a muchas zonas de la ciudad. Al conectar el sistema con las zonas alejadas, el sistema se volvió más eficiente al manejar más demanda y tener más cobertura. Bogotá dentro de su sistema Transmilenio sólo cuenta, aparte de sus BRT's, con unos alimentadores a los portales (extremos) de cada línea.

“Los expresos que son los mismos BRT's de Transmilenio son articulados o biarticulados con una capacidad de operación de 22.000 personas dirección, equivalente con una línea de metro de Río de Janeiro.” (EJEMPLO DE TRANSPORTE RÁPIDO, Gómez Torres)

Aunque el estudio puede hacer mucho énfasis en las ventajas del BRT en sí mismo como solución idónea, no deja de lado la necesidad que tienen de alimentarse de zonas donde no puede llegar. Es claro que el éxito del sistema en Brasil radica en sus *Ligerinhos* que dotan al sistema de gran cantidad de usuarios. El sistema es eficiente y los recibe sin problema, descongestionando a la ciudad de vehículos particulares.

Continuando con otro sistema de transporte, destacamos en cuanto a estudios de Tranvías el Artículo: La estrategia de implantación del Tranvía en Barcelona, de J. Juliá Sort, para la Agencia metropolitana de Urbanismo.

Se reconoce en su estudio el 'boom' del tranvía moderno en las ciudades europeas a finales de los 90's y principios del siglo XXI luego del exitoso ejercicio realizado en Grenoble 1987, donde se inauguró el primer tranvía con vehículos de piso bajo que hizo su accesibilidad y manejo muy sencillo. Se recalca la diferencia abismal de costes Vs el metro pesado, aunque con ventajas muy equiparables.

Podemos concluir para nuestro caso de estudio que la relación COSTE – BENEFICIO para demandas intermedias del Tranvía tiene una diferencia abismal con los otros sistemas. Complementado claro con sus beneficios ambientales y de fácil implementación.

Las comparaciones de distintos medios de transporte (que es lo que se va a realizar para definir el modelo en Bogotá) han sido la base para la toma de decisiones en muchas otras ciudades. Destacamos el trabajo de MacKhnie analizando el Bus Rapid Transit y el Tren ligero o Tranvía, en donde se recalca un estudio detallado en donde se comparan estos 2 medios de transporte. Sin decir que uno es mejor que el otro, menciona que una condición fundamental para el éxito del Tren Ligero o Tranvía radica en la alta densidad que debe haber en su radio de acción. Esto quiere decir que necesita asegurar una carga operacional alta para suplir sus costos de construcción y mantenimiento, que son mayores al BRT, sus costos, obras y capacidades de menor envergadura.

Concluimos que la base para la elección de todo sistema de transporte, sin importar cuál sea, radica en la disposición de este sistema en responder a la demanda propia del sitio, ni mayor, ni menor de la proyectada.

Como último aspecto de este análisis de estudios realizados se incluye la entrevista realizada a JACINTO SOLER TRILLO, director del Departamento de Planeación de Transportes Metropolitanos de Barcelona. En cuanto a comparación de sistemas es muy claro en “la diferenciación de demandas que un sistema debe manejar”.

Cada ciudad tiene diferentes ‘mercados’, con demandas muy distintas que requieren distintas soluciones que deben responder a estas demandas. Acá es donde el Metro Pesado, según SOLER, tiene la gran ventaja a la hora de responder con el grueso de una demanda en poblaciones altas. Esto no quiere decir que sistemas como el Tranvía no sean importantes para una ciudad, por ejemplo en el caso de Barcelona, “para recibir a la población que vienen de las áreas periféricas del área metropolitana e incluirlas dentro del sistema de movilidad urbana”.

6.3 ESTUDIOS APLICADOS A LA MOVILIDAD BOGOTANA Y AL TRANSMILENIO

La tercera parte a explorar en el estado del arte radica en los estudios que ya se han presentado de la Ciudad de Bogotá y sus aciertos o desaciertos a la hora de implementar sus soluciones de transporte.

Inicialmente como aspecto para analizar tenemos La VALORIZACIÓN DEL SUELO y la capacidad de REGENARACIÓN URBANA que en teoría, este tipo de sistemas traen consigo.

En cuanto al primer aspecto, siempre es dudoso en el sentido que debe ser demostrado con cifras que los sistemas implementados se convirtieron en externalidades positivas en su entorno y trajeron consigo un incremento en los valores de renta de mercado. Para el segundo aspecto,

es casi que una obviedad que la construcción de grandes infraestructuras terrestres no sean aprovechadas para acompañar con regeneraciones urbanas en donde sea necesario, recuperaciones donde sea una necesidad, y mejoramiento del perfil urbano donde no se necesite más que menores trabajos para un uso óptimo de este espacio público.

Es muy importante destacar en este punto las cualidades inclusivas a la población discapacitada que deben tener estos sistemas. Resulta también una obviedad que Rampas, Ascensores y ayudas a personas con movilidad reducida hagan parte de estos nuevos perfiles urbanos.

En cuanto a valores de mercado y rentas de suelo destacamos los trabajos de Rodríguez -Mojica y Rodríguez – Targa en donde se analiza en el caso particular de Bogotá si Transmilenio se convirtió en una externalidad positiva o no. Los primeros realizan un análisis de incremento en Valor de suelo y Valorización de inmuebles en donde se destaca la diferencia positiva en zonas próximas a las 2 primeras fases de Transmilenio en Bogotá, llegando a ser el doble que en zonas no afectadas por los trazados de Transmilenio.

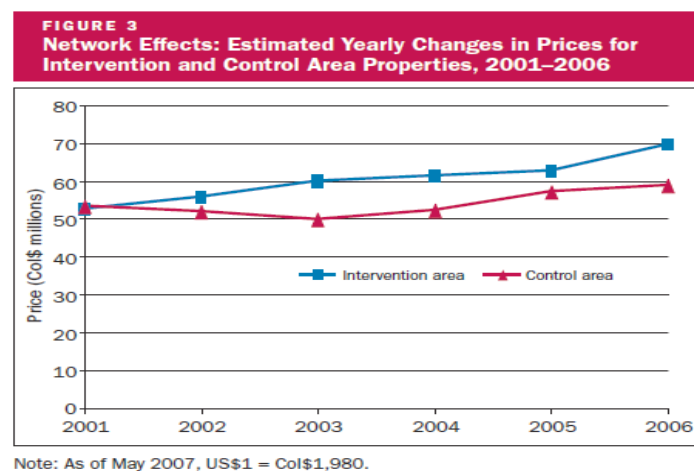


IMAGEN 6: Imagen del estudio de diferencias de valorización: LANDS VALUE IMPACT OF BUS
Daniel Rodríguez – Director of the Carolina Transportation Program, North Carolina University
Carlos Mojica – City Planning and Transport Science Massachusetts Institute of Technology

Esto nos muestra que Transmilenio si llegó a consolidarse como una externalidad positiva a la hora de pensar en mercado, lo que quiere decir que los pobladores de la ciudad valoran el hecho de estar mejor conectados vinculados a la malla pública de transporte masivo.

Así, podemos definir como una gran virtud del sistema, fuera de las recuperaciones urbanas que ha traído en las troncales donde se ha construido, las plusvalías generadas en sus vecinos, dando una imagen positiva del transporte capitalino.

Desde otro punto de vista, por medio del método de precios Hedónicos de Rosen, Daniel Rodríguez - North Carolina University y Felipe Targa – Maryland University, en 2004 realizan un análisis en cuanto a valores en Propiedades, donde concluyen, entre otros aspectos: Por cada 5 minutos adicionales de tiempo a una estación Brt's, a pie, se disminuye el valor de la propiedad en un 8% promedio.

Lo que nos da una idea de la importancia de la conexión que debe haber con los lugares Origen – Destino con los puntos de inicio del sistema de Transporte.

Si tenemos en cuenta este estudio publicado en 2004 podemos concluir que para los Bogotanos se convirtió en una NECESIDAD el hecho de estar conectados al sistema de transporte masivo. Se está valorando positivamente en la ciudad el hecho de tener cerca estaciones de Transmilenio, por encima de factores de ruido o acumulación de personas en horas pico que podrían ser valoradas negativamente.

Como se dijo anteriormente, es muy importante a la hora de pensar en transporte tener en cuenta aspectos de las dinámicas urbanas que afectan directamente los estudios de movilidad. Para esto, nos basamos en los estudios que Steer Davies realizó para Bogotá estudiando los DESTINOS – ORÍGENES de la ciudad. No sólo en la actualidad, sino proyectados hacia 2018.

Según evaluaciones de la consultora mundial de transportes STEER DAVIES GLEAVE, Bogotá tendrá un crecimiento importante en su población de estratos medio altos y altos por las perspectivas económicas del país. Esto obviamente traerá consigo unas condiciones especiales y nuevas necesidades en cuanto a tráfico, conexión y movilidad:

FIGURA 2.3 DELTA POBLACIÓN 2010-2018 ESCENARIO TENDENCIAL

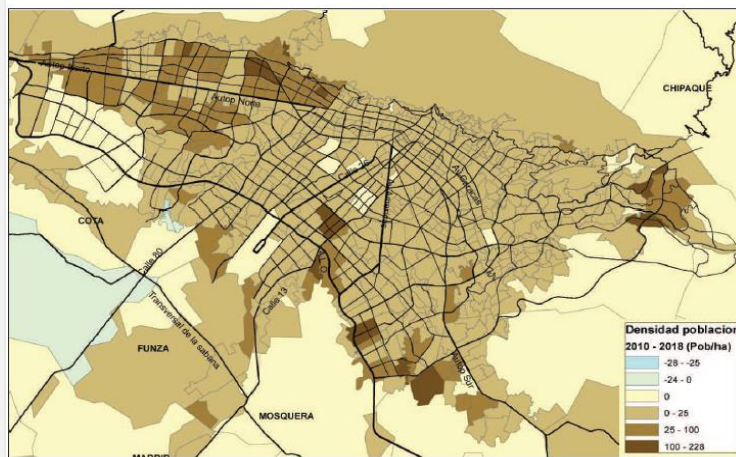


IMAGEN 7: Delta de crecimiento poblacional en Bogotá. STEER DAVIES GLEAVE. DIAGNÓSTICO PROYECTADO A 2018 PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

Como se ve en la gráfica, la zona que más va a crecer en cuanto a delta poblacional de la ciudad es esta zona Nor Oriental que agrupa los estratos altos, donde claramente no hay propuestas ni trabajos urbanos para responder a estas nuevas demandas, más altas claro, de transporte.

Así se prevén las condiciones para el 2018, en cuanto a orígenes y destinos de viajes y en cuanto a densificación de la ciudad.

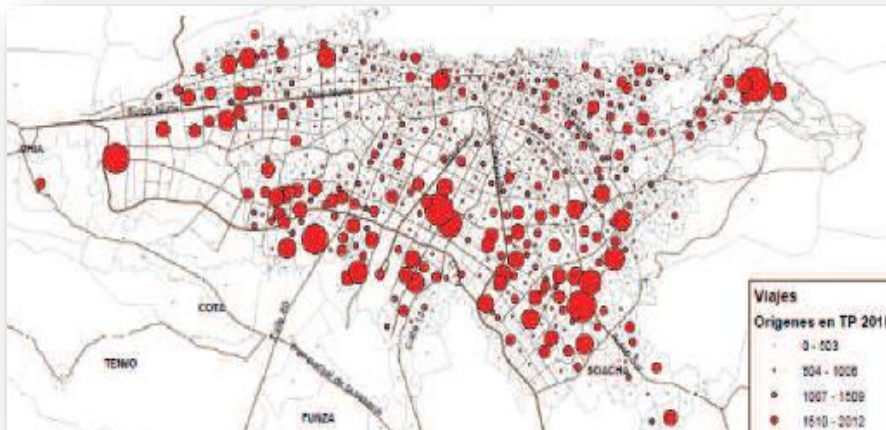


IMAGEN 8: ORIGENES de Transporte en Bogotá. STEER DAVIES GLEAVE. DIAGNÓSTICO PROYECTADO A 2018 PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

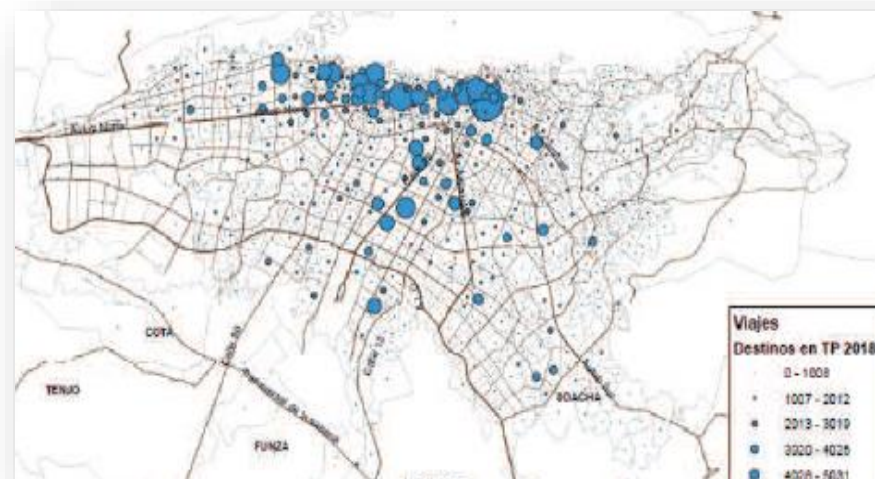


IMAGEN 9: DESTINOS de Transporte en Bogotá. STEER DAVIES GLEAVE. DIAGNÓSTICO PROYECTADO A 2018 PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ.



Acá tenemos una particularidad manifiesta en este estudio, y es la gran centralidad que existe, y, que según los estudios Steer Davies Gleave para el 2018 se mantendrá, en cuanto a los destinos diarios de los Bogotanos. Se ve claramente que más de un 75% de la población se desplaza hacia el centro financiero e histórico de la ciudad a realizar sus labores diarias. Hay muy pocos puntos que puedan competir con esta cantidad de población en movimiento hacia ese punto.

Para los planificadores de transporte, aunque genera un reto movilizar tanta gente, se convierte en la prioridad al momento de pensar la movilidad ciudadana. No hay muchos puntos a analizar y esto hace que los trabajos y soluciones presentadas estén enfocadas en el punto neurálgico de la ciudad.

En cuanto a otras dinámicas a tener en cuenta destacamos los estudios de Oscar Aristizabal en cuanto al uso del auto particular en la ciudad En donde recalca en su estudio y diagnóstico de la ciudad el excesivo uso del auto particular por parte de los estratos altos en la ciudad: “la participación de los viajes en vehículo privado es del 14.7% del total de los viajes, estos se concentra en los estratos altos, en los cuales la movilización realizada por este modo es del 55%” (ARISTIZABAL F, Expansión urbana y dispersión de centralidades en Bogotá producto del nuevo sistema de transporte público implementado – transmilenio 1990 – 2010 Universidad Politécnica de Catalunya. 2010)

Esto nos da un punto de partida muy importante en el estudio donde podemos ‘atacar’ esta parte de la población que es la que elige si tomar transporte público o no. Actualmente la balanza se inclina hacia la evasión del transporte público como sistema prioritario de transporte en este sector de la población, y es claro que una de las causas (sin ser la única) es la desconexión del sistema con los hogares de estratos altos.

7. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE ESTUDIOS DE MEDIOS DE TRANSPORTE

La evaluación de las distintas opciones de transporte presentes en el mundo aplicable a la escala de la demanda (una población de 420.000 personas, con una demanda proyectada de 84.000 usuarios del sistema, ZONA DE ESTUDIO: ZONA NOR ORIENTAL DE BOGOTÁ) se realiza a partir de 5 aspectos:

- a. Costos
- b. Velocidad del sistema
- c. Capacidad pasajeros Hora/Sentido
- d. Tiempos de implementación
- e. Evaluación ambiental



Con el fin de evaluar la mejor opción, se pretende tabular y homogenizar los aspectos a partir de unos coeficientes en base 100. Esta matriz comparativa de puntuación será la base para la elección del sistema que se pretende proponer en la zona de estudio.

A pesar de la cantidad de nuevos sistemas de transporte y distintas opciones, se descartan, entre otros, los PRT's, Personal Rapid Transit y las BiciTaxis por no alcanzar la demanda necesaria.

La elección del sistema que servirá de conexión con el sistema actual, según la propuesta, debe verse insertada en los perfiles viales actuales de la zona de estudio, por lo que el espacio de rodamiento mínimo debe ser también evaluado bajo los parámetros de evaluación.

Como se ve en la gráfica, la relación de costos de Implementación entre los distintos medios de transporte es abrumadoramente alta entre el Metro Pesado y el resto de sistemas. Claro, asumiendo que no está incluido aún costos de mantenimiento que a largo plazo nos podrían dar otras perspectivas. Esto será evaluado más adelante.

En países en vía de desarrollo el aspecto financiero es más que determinante, los costos de implementación, la financiación y la posterior utilidad de los sistemas pueden ser los factores determinantes al momento de la sostenibilidad en el tiempo de un sistema de movilidad urbano.

7.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Para nuestro primer aspecto de evaluación nos basamos en los estudios de Graciela Mariani: Directora de Red Nuestras Ciudades y Urbanismo en Latinoamérica, en donde se pueden ver los costos de implementación por Kilometro construido en promedio de cada uno de los sistemas que nos interesan en la evaluación.

En orden de izquierda a derecha:

METRO PESADO: 37.5 millones Us\$ / KM
 MONORRIEL: 7.5 millones Us\$ / KM
 TRANVÍA: 6.2 millones Us\$ / KM
 BRT: 3.2 millones Us\$ / KM



IMAGEN 10: Gráfica de elaboración Propia
COMPARACIÓN PRECIOS PROMEDIO POR KM CONSTRUÍDO

Como se ve en la gráfica, la relación de costos de Implementación entre los distintos medios de transporte es abrumadoramente alta entre el Metro Pesado y el resto de sistemas. Claro, asumiendo que no está incluido aún costos de mantenimiento que a largo plazo nos podrían dar otras perspectivas. Esto será evaluado más adelante.

En países en vía de desarrollo el aspecto financiero es más que determinante, los costos de implementación, la financiación y la posterior utilidad de los sistemas pueden ser los factores determinantes al momento de la sostenibilidad en el tiempo de un sistema de movilidad urbano.

En este mismo orden de ideas, tenemos otro tipo de estudios donde nos muestran casos extremos de sobre costos o eficiencia máxima al momento de construir. Según datos de Cynthia García Pancich, para su tesis de Máster en Gestión y Valoración Urbana de la UPC se recogen datos específicos de una línea de metro de Londres muy costosa, y un tramo de BRT en Latinoamérica con distancias aún más grandes que las presentadas anteriormente.

En orden de izquierda a derecha:

METRO PESADO: 78 millones Us\$ / KM

BRT: 2,5 millones Us\$ / KM

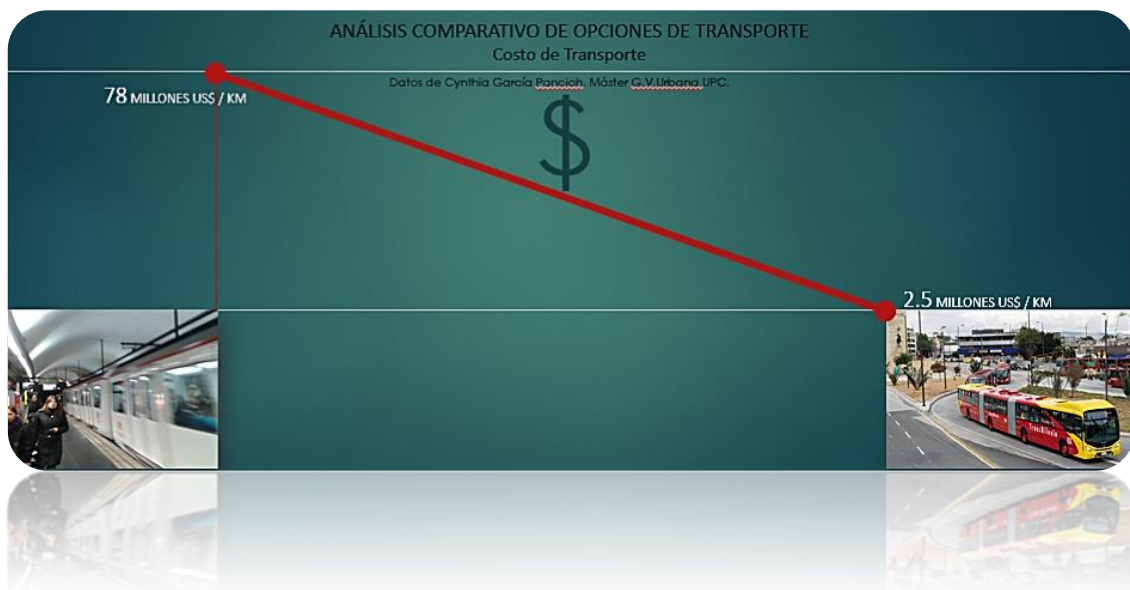


IMAGEN 11: Gráfica de elaboración Propia
COMPARACIÓN PRECIOS CASOS EXTREMOS POR KM CONSTRUIDO

Para nuestro primer aspecto de evaluación también incluimos la evaluación de Costos de Mantenimiento, que deben ser añadidos a los costes de implementación.

En orden de izquierda a derecha:

METRO PESADO: (X)

TRANVÍA: (0.8 X)

BRT: (4 X)

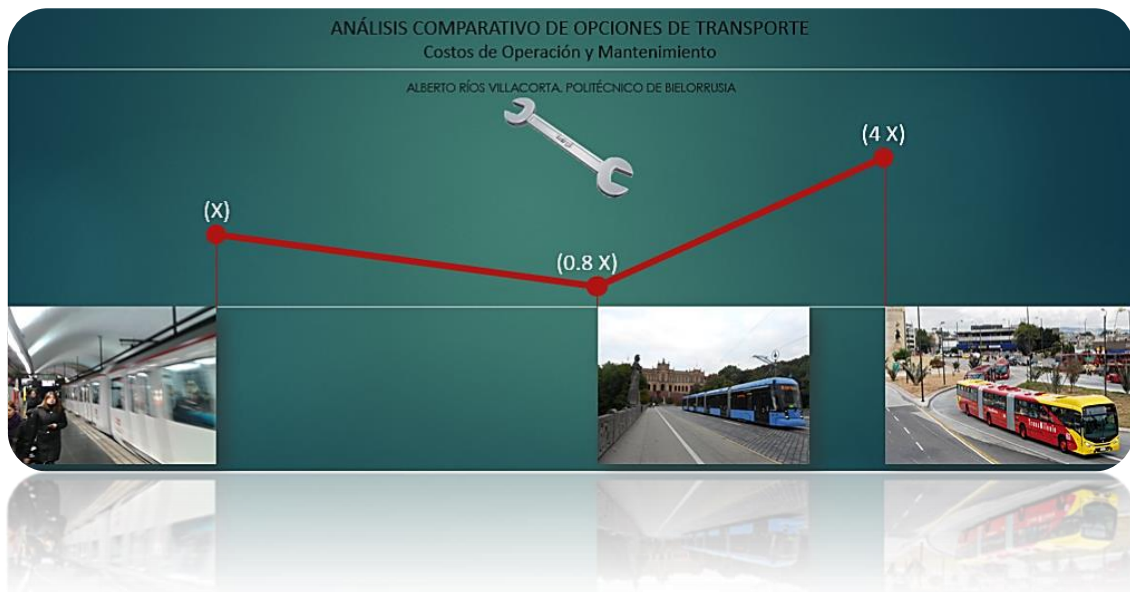


IMAGEN 12: Gráfica de elaboración Propia
COMPARACIÓN COSTOS DE MANTENIMIENTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

Según datos de Alberto Ríos Villacorta de la ESAN Business School en sus evaluaciones de distintos modelos de transporte vemos que los sistemas BRT's, aunque son los más económicos en un inicio (Implementación), son luego, a mediano y largo plazo los que más inversión de mantenimiento requieren. 4 veces más que un Metro Pesado tipo.

Las distancias así, se acortan entre los extremos de las evaluaciones pesadas. El tranvía se mantiene como la opción económica más rentable.

7.2 VELOCIDAD DE LOS SISTEMAS

Para nuestro segundo ítem de Evaluación nos remitimos a datos obtenidos de estudios hechos por la consultora mundial STEER DAVIES GLEAVE en cuanto a velocidades promedio de los distintos medios evaluados.

En orden de izquierda a derecha:

METRO PESADO: 40 KM/H

TRANVÍA: 25 KM/H

BRT: 22 KM/H



IMAGEN 13: Gráfica de elaboración Propia
COMPARACIÓN DE RAPIDEZ DE CADA SISTEMA DE TRANSPORTE

Como vemos en la gráfica, vemos que el Metro pesado doblaba al resto de sistemas en velocidad, lo que lo hace el medio más eficiente en cuanto a posibilidades de movilización. Es claro que la semaforización y el tráfico son temas que deben ser analizados al momento de pensar en un sistema 'a nivel' para poder competir con la eficiencia lograda por el Metro pesado.

7.3 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE PASAJEROS HORA-SENTIDO (PP/H/PD)

Para el tercer ítem de Evaluación nos remitimos también a datos obtenidos de estudios hechos por la consultora mundial STEER DAVIES GLEAVE en cuanto a la capacidad PROMEDIO de carga los distintos medios evaluados.

En orden de izquierda a derecha:

METRO PESADO: 41.000 PP/H/PD
 TRANVÍA: 13.000 PP/H/PD
 BRT: 26.000 PP/H/PD



IMAGEN 14: Gráfica de elaboración Propia
 COMPARACIÓN CAPACIDAD DE CARGA DE PASAJEROS PROMEDIO

Aunque hay que ser muy claros en cuanto al carácter de PROMEDIO de la evaluación de este ítem en específico ya que toda la bibliografía y estudios al respecto mencionan que esta capacidad depende netamente del lugar y demanda del servicio que exista.

En cuanto a promedios, vemos que si las demandas son muy altas, el Metro pesado tiene gran ventaja sobre el resto de sistemas. El TRANVÍA como se ve en la gráfica sólo debe ser pensado para escenarios de demanda media o complemento de otros sistemas.

Siguiendo con el mismo ítem, mostramos a continuación datos de Carlos Felipe Pardo para la CEPAL y la ONU, en donde se ven casos puntuales de respuesta a demanda de usuarios. Vemos que el tema de Usuarios movilizados es muy relativo.

En orden de izquierda a derecha:

METRO PESADO: 20.000 PP/H/PD
 MONORRIEL: 3.000 PP/H/PD
 BRT: 35.000 PP/H/PD



IMAGEN 15: Gráfica de elaboración Propia
 COMPARACIÓN CAPACIDAD DE CARGA DE PASAJEROS, CASOS PARTICULARES

Vemos un caso muy negativo en el caso del Metro pesado: Una línea en Buenos Aires, Argentina, apenas moviliza 20.000 pp/h/pd, cuando hay un BRT que moviliza casi el doble en Bogotá, Colombia. Los gastos tan altos del metro pesado deben ser sopesados por una carga muy alta de pasajeros, de lo contrario no es más que un sistema inviable.

Kuala Lumpur tiene un Monorriel con tan solo 3.000 pasajeros en una hora en un sentido. Un sistema mucho más económico con infraestructuras más sencillas haría el mismo trabajo.

7.4 TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN

Para la evaluación de este ítem nuevamente recurrimos al estudio de Carlos Felipe Pardo para la CEPAL-ONU, en donde vemos en comparación los tiempos para implementar un sistema.

En orden de izquierda a derecha:

METRO PESADO: 10 X

TRANVÍA: X

BRT: X



IMAGEN 16: Gráfica de elaboración Propia
 COMPARACIÓN TIEMPOS DE IMPLEMENTACIÓN

Asumiendo la situación actual de Bogotá donde la situación de movilidad urbana requiere una solución rápida y efectiva, ya que diariamente se mueven más personas de la capacidad normal de los sistemas en uso. Los tiempos de implementación desempeñan un factor muy importante.

Como vemos en la gráfica, por cada mes de trabajo para un sistema como Tranvía o BRT, el Metro pesado requiere 10. Una diferencia muy considerable.

7.5 EMISIONES AMBIENTALES

En datos oficiales del METRO DE MADRID, donde se hizo una evaluación de emisiones de varios metros y se compararon con otros sistemas, encontramos:

En orden de izquierda a derecha:

METRO PESADO: 0,06 KG CO₂ eq./VIAJERO*KM

TRANVÍA: TIENDE A 0

BRT: 1,9 KG DE CO₂ POR KM RODADO

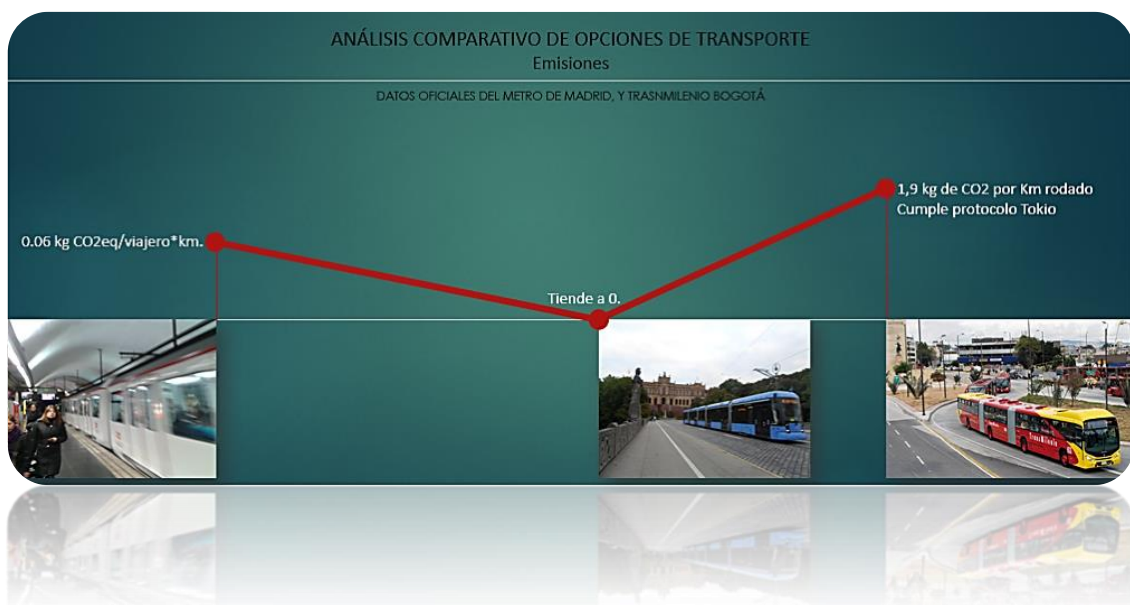


IMAGEN 17: Gráfica de elaboración Propia
 EMISIONES DE CO₂

Vemos que aunque los sistemas BRTs y Metro pesado han incluido tecnologías que les permiten ser menos contaminantes (incluso cumplir protocolos ambientales internacionales), el único sistema que puede llamarse Ambiental es el Tranvía.

7.6 ESPACIO NECESARIO PARA ÓPTIMO FUNCIONAMIENTO

En orden de izquierda a derecha:

TRANVÍA: 8 MTS
BRT: 16 MTS

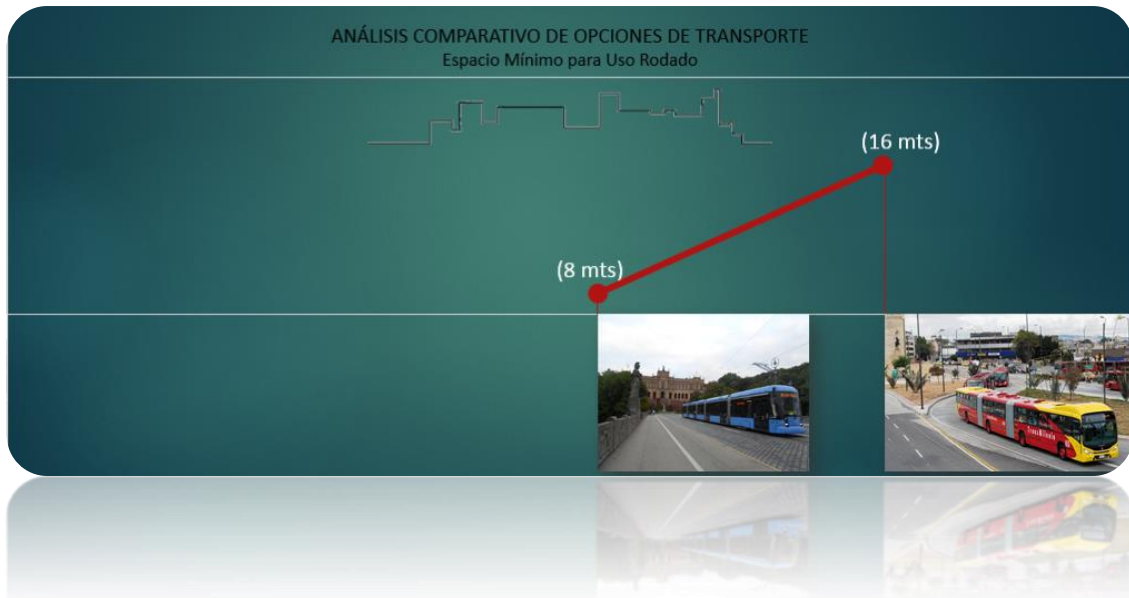


IMAGEN 18: Gráfica de elaboración Propia
ESPACIO MÍNIMO PARA USO RODADO

Nuestra zona de estudio es una zona ya consolidada, en donde la implementación de un sistema nuevo de movilidad debería ser lo menos invasivo posible.

8. MATRIZ COMPARATIVA. EVALUACIÓN MULTICRITERIO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

A partir de las evaluaciones presentadas anteriormente, realizamos una ponderación de los datos numéricos, homogenizando en base 10 y asumiendo la misma importancia de los aspectos Económicos, Operativos y Ambientales.

MATRIZ DE EVALUACIÓN						
Alimentación de Zona NorOriental con Transmilenio						
		METRO PESADO	TRANVÍA	MONORIEL	BRT's	
COSTOS		30%				
1.	Construcción	2,00	6,00	5,00	10,00	
2.	Dotación	7,00	7,00	7,00	4,00	
3.	Mantenimiento	7,00	7,00	7,00	4,00	
	subtotal	1,60	2,00	1,90	1,80	
OPERACIÓN		30%				
4.	Velocidad promedio	9,00	7,00	7,00	6,00	
5.	Atención a demanda	10,00	6,00	6,00	7,00	
6.	Necesidad de espacio Sup.	10,00	8,00	6,00	4,00	
	subtotal	2,90	2,10	1,90	1,70	
AMBIENTAL		30%				
7.	Emisiones	6,00	10,00	8,00	4,00	
8.	Alteraciones del medio	2,00	8,00	2,00	4,00	
	subtotal	1,20	2,70	1,50	1,20	
OTROS		10%				
9.	Tiempos de Construcción	2,00	7,00	7,00	6,00	
	subtotal	0,20	0,70	0,70	0,60	
		5,90	7,50	6,00	5,30	

TABLA 1: MATRIZ DE EVALUACIÓN. Fuente: elaboración propia

Podemos concluir al evaluar desde distintos criterios, que el TRANVÍA es la opción más acertada al momento de proponer un sistema COMO ALIMENTADOR DE TRANSMILENIO EN LA ZONA NORORIENTAL.

9. PROPUESTA EN ÁREA DE ESTUDIO: ZONA NORORIENTAL.

Bajo el escenario actual de la movilidad Bogotana, con sus 8 troncales de TRANSMILENIO en funcionamiento, la propuesta de troncal Av. Boyacá en proceso como 9ª troncal, y el inicio de la construcción de la 1ª línea de Metro de la ciudad iniciamos nuestra propuesta.

9.1 LÍMITES Y CARACTERIZACIÓN Zona NORORIENTAL

Abarcando desde la calle 94 hasta la calle 186, iniciando en los cerros Orientales (cra 7ª) y cerrando el cuadrante la Av. Boyacá, es la zona donde se concentra el estrato residencia socioeconómicamente alto de la ciudad.

Como se describió anteriormente, uno de los objetivos de la propuesta del trabajo es dotar de conexión a la malla de movilidad existente esta zona cuyos residentes son los que pueden elegir entre auto particular y un sistema de transporte eficiente, con todas las ventajas descritas anteriormente:

- Menos automóviles circulando la ciudad
- Sistema más homogéneo y democrático sin segregaciones sociales
- Estimulo de desarrollo interno de la ciudad, y no hacia las periferias
- Descongestión vehicular del CBD de la ciudad

Características de la zona:

En el cuadrante descrito tenemos un área de 46 km², y una población de 450.000 personas. El 5% de la población Bogotana. Claro, con una población flotante que trabaja en la zona proveniente de otras zonas de la ciudad que ascienden a 40.000 personas más.

La única línea de TRANSMILENIO que alimenta la zona es la Línea Autopista Norte que en algunos puntos se encuentra a 2 km y medio de las zonas residenciales actuales, es decir, zonas no caminables con una alta demanda de usuarios.



IMAGEN 19: Zona de Estudio. Zona NOR ORIENTAL DE BOGOTÁ. Incluimos movilidad actual y propuesta.

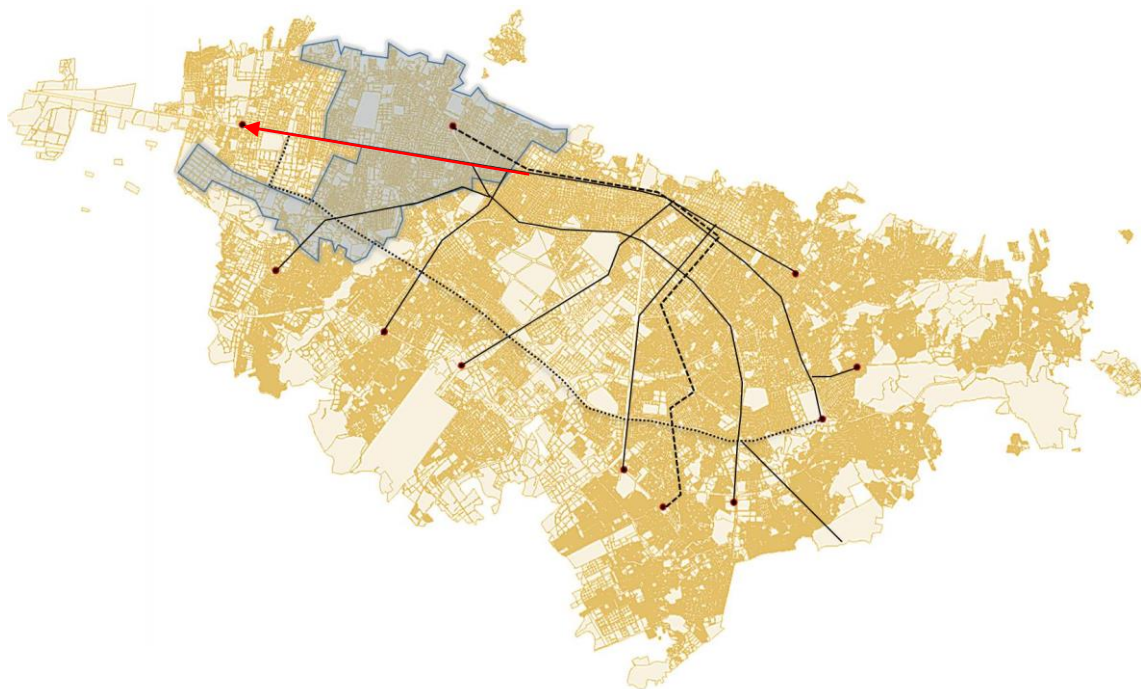


IMAGEN 20: Delimitación del ESTRATO SOCIECONÓMICO ALTO (AZUL), dentro del área de estudio. ELABORACIÓN PROPIA. Inclusión de Línea TRANSMILENIO AUTOPISTA NORTE (ROJO)

En cuanto a áreas Construidas y Lotificación:

Estrato	Número de predios residenciales	%	Área residencial construida	%	Área total construida	%	Número de manzanas	%	Área de las manzanas	%
0	35.746	4,6	2.575.590	3,7	6.028.280	6,7	1.046	4,4	7.919.210	7,6
1	24.532	3,2	2.703.292	3,9	2.986.555	3,3	1.635	6,8	4.013.760	3,9
2	179.553	23,4	15.844.604	23,0	20.286.760	22,4	8.589	35,9	24.086.405	23,1
3	309.054	40,2	27.238.469	39,5	35.693.237	39,4	9.107	38,0	39.540.134	38,0
4	123.158	16,0	10.361.524	15,0	12.790.659	14,1	2.118	8,8	13.680.687	13,1
5	53.262	6,9	5.959.249	8,7	7.364.034	8,1	813	3,4	8.601.669	8,3
6	43.580	5,7	4.188.997	6,1	5.482.138	6,0	639	2,7	6.275.176	6,0
Total	768.885	100,0	68.871.725	100,0	90.631.663	100,0	23.947	100,0	104.117.041	100,0

IMAGEN 21: Datos del Departamento Nacional de Planeación. 2002.

9.2 PROPUESTA TRANVÍA

Mediante un sistema de líneas de TRANVÍA (3 líneas) conectar el mayor número de hogares posibles al sistema Transmilenio, en cualquiera de las 3 troncales que está propuesto su enlace: Autopista Norte, Av. Boyacá, Av. Suba. (13 km aprox. 11 km para cobertura en estratos altos → 66 millones de Dólares de inversión aprox.)

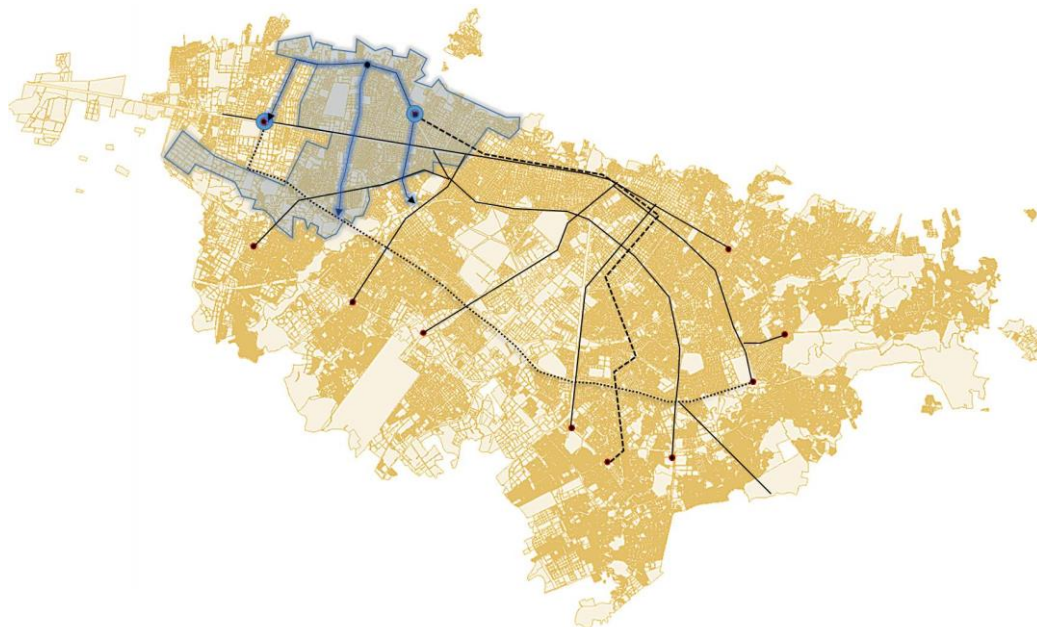


IMAGEN 22: PROPUESTA DE LAS 3 LÍNEAS DE TRANVÍA NOR ORIENTAL ENMARCADA DENTRO DE LA MALLA ACTUAL DE MOVILIDAD BOGOTÁ

9.3 LA 1ª LÍNEA EN DETALLE.

La 1ª línea propuesta del tranvía inicia donde termina la 1ª línea de Metro pesado, convirtiéndose en el enlace, NO SOLO CON TRANSMILENIO, SINO CON EL METRO PESADO CAPITALINO.

Sobre la intersección de la Cra 11 con Calle 94 se haría este enlace iniciando la 1ª línea de Tranvía. Hasta la calle 100 donde se prolongaría hasta la Cra 7ª. (eje más importante de la ciudad, aún sin sistema de transporte masivo).

Por la Cra 7ª iría la línea hasta la calle 127, por donde giraría y se prolongaría 4.5 km hasta su última estación, la intersección con las troncales de Transmilenio de la Av Suba, y Av Boyacá, 2 de los ejes más importantes del sistema BRT. Antes, al kilómetro 2 del recorrido sobre la calle 127, intersecciona también con la Autopista Norte y su troncal de Transmilenio. Así, tenemos enlace con el Metro pesado y con 3 Troncales de Transmilenio.

No solo la intersección con la malla de movilidad actual es prioritaria para la elección de esta vía (calle 127) sino los puntos e hitos urbanos que esta importante vía une. Centro Comercial Unicentro, el centro comercial más visitado de la ciudad, en Country Club y el nuevo parque 'Nuevo Country', el centro Comercial Bulevar Niza, los barrios de La Carolina, Santa Bárbara, Atabanza, Colina Campestre, entre otros.



IMAGEN 23:

1. Localización de Zona de Estudio
2. Propuesta de 1ª línea de Tranvía, sobre calle 127 (azul), desde cra 7ª hasta av Boyacá. Intersacciones con 1ª línea de Metro (amarilla), y 3 troncales de Transmilenio (naranja).
3. 1ª línea de Tranvía en detalle sobre calle 127.

NUEVAS COBERTURAS:

Actualmente se tiene una cobertura de 420 manzanas aproximadamente (de un total de 1.450 manzanas en los estratos 5 y 6): 29% de Cobertura en Manzanas prediales y un uso por parte de la población de un 28%. Esto producto de una cobertura de 12 estaciones en 2 trancales (Autopista Norte y Av Suba), con un promedio de cobertura de 35 manzanas cada estación.



IMAGEN 24: Cobertura Actual del Servicio Público de transporte Masivo en zona de estrato SocioEconómico Alto. Elaboración Propia.

En la primera fase se pretende pasar a una cobertura de 175 manzanas más, un incremento del 13%. (con 5 estaciones de Tranvía sobre la calle 127, con una cobertura promedio también de 35 manzanas cada una), De 29% a 42%. En uso de la población se pretende pasar de un 28% a un 40%.

En las siguientes fases se pretende principalmente conectar el sistema Tranvía con las nuevas proyecciones que en materia de movilidad tienen la ciudad: la primera línea del metro pesado y el Portal Norte, principal terminación del sistema Transmilenio en la zona norte de la ciudad, que además recibirá la nueva troncal Avenida Boyacá.

En estas fases se pretende un total de 12 estaciones de TRANVÍA (que afectan nuestra zona de estudio, ya que habrían unas 2 adicionales para conectar con el Portan Norte), con una cobertura promedio de 35 manzanas catastrales cada una. Total de nueva cobertura: 840 manzanas (58% del total de las manzanas estratos 5 y 6), y un uso proyectado del 56% de la población.



IMAGEN 25: Nueva cobertura propuesta con la 1ª FASE DE TRANVÍA. Aumento respecto a la Cobertura actual en la zona de Estrato SocioEconómico Alto. Elaboración Propia.

Si asumimos el mismo ratio de uso de la población en relación a la cobertura en cuanto a manzanas catastrales(87%), podemos proyectar la cantidad de usuarios respecto a la cobertura propuesta para cada una de las etapas propuestas de desarrollo del TRANVÍA.

		Actualmente	1a fase de TRANVÍA	2a fase de TRANVÍA
Cobertura de Manzanas Catastrales	%	29	42	58
Uso de la Población	%	28	41	56

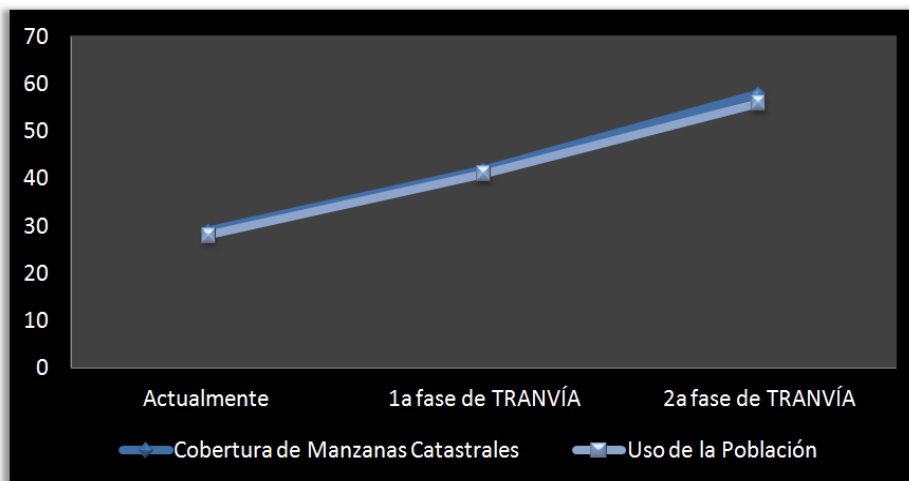


IMAGEN 26: Nueva cobertura propuesta PARA MANZANAS PREDIALES y USO DE LA POBLACIÓN en la zona de Estrato SocioEconómico Alto. Elaboración Propia.

Podemos observar cómo la cobertura puede llegar con estas 3 líneas de tranvía a casi un 70% y a duplicar las perspectivas de usuarios de sistemas de transporte público en nuestra zona de estudio.

LA 1ª LÍNEA: PERFILES URBANOS ACTUALES E INSERCIÓN DEL TRANVÍA

Ubicamos 3 puntos según tipología de perfiles que encontramos sobre la Calle 127. Estos puntos coinciden con las zonas más relevantes: el tramo sobre el centro comercial Unicentro; el tramo donde se une con la Autopista Norte; y el tramo final antes de encontrarse con av. Boyacá.

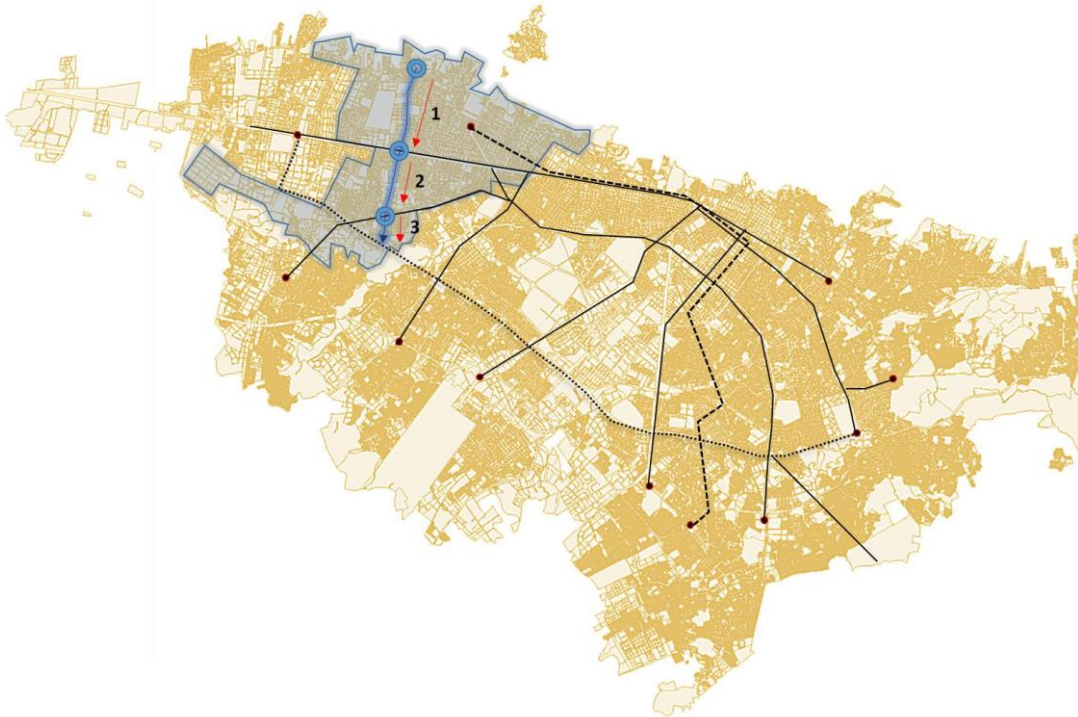
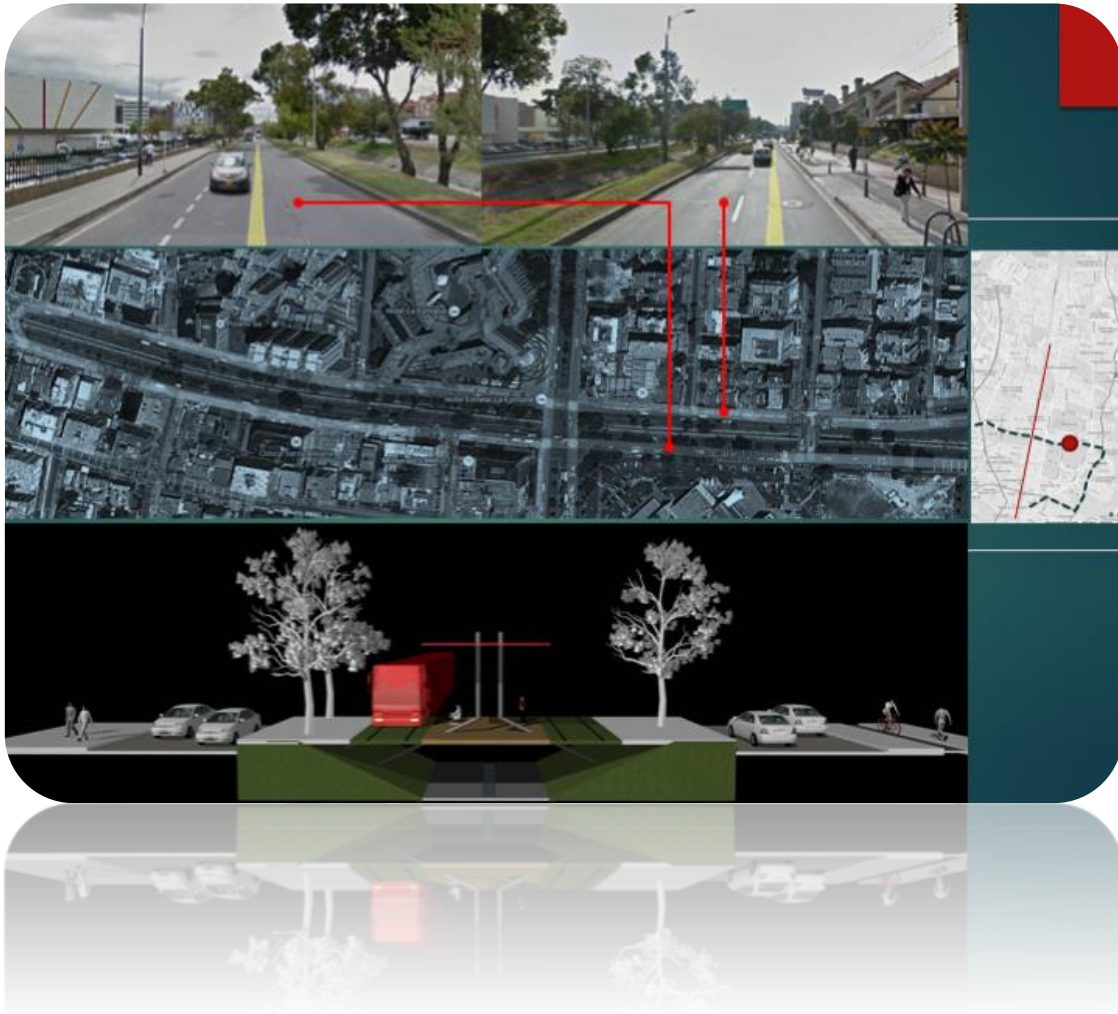


IMAGEN 27: Señalización de los 3 tramos tipológicos de la primera línea, calle 127.
ELABORACIÓN PROPIA

A continuación se muestra la propuesta de inclusión del TRANVÍA para cada uno de estos tramos de estaciones y espacio rodado del Tranvía analizando la tipología actual y el espacio disponible. Se demuestra que sin demasiadas alteraciones del perfil urbano actual se puede incluir el TRANVÍA garantizado el espacio para su funcionamiento sin necesidad de grandes transformaciones a la infraestructura actual de la calle 127.

Tramo 1:

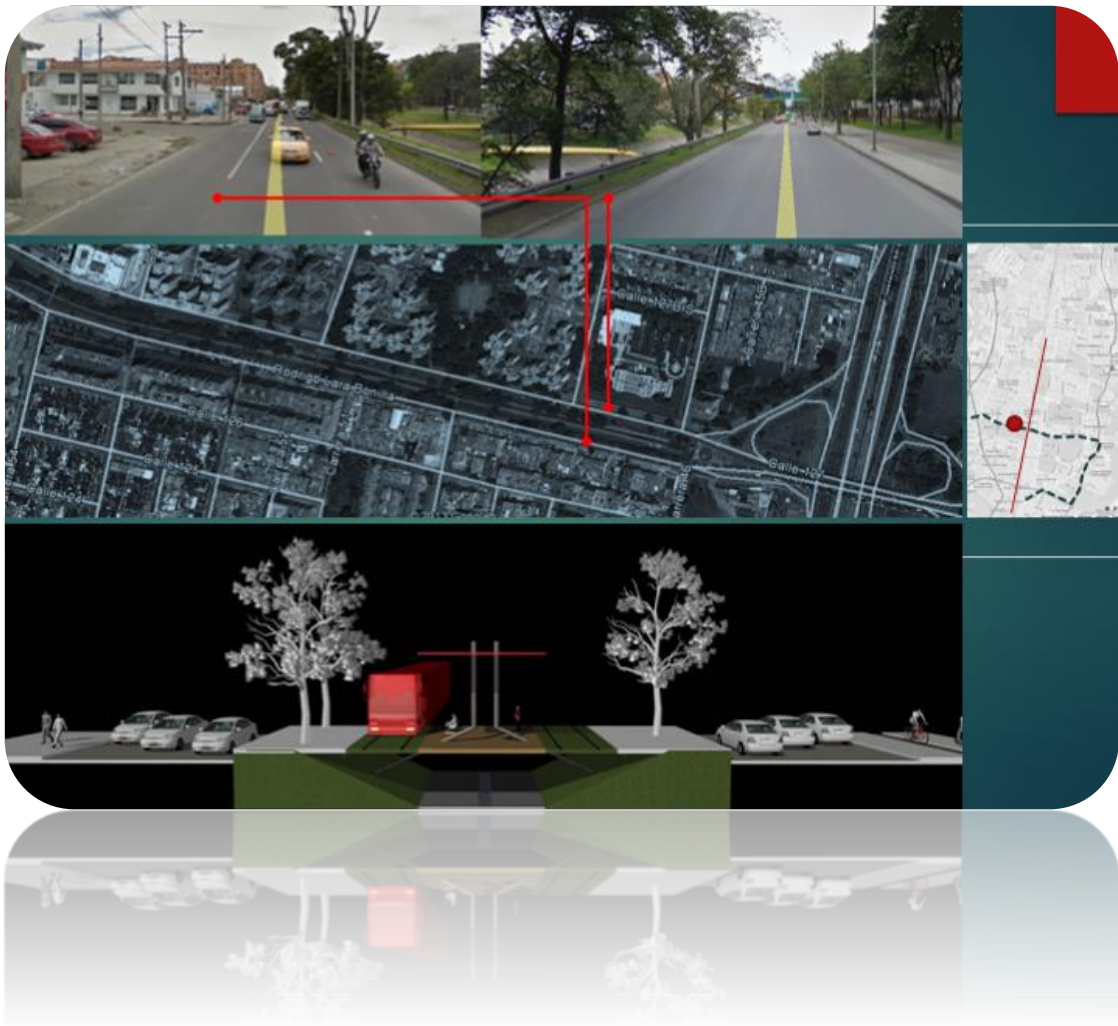


A esta altura de la calle 127, tenemos el canal de aguas lluvias y un separador muy ancho (más de 10 mts) que nos permitiría incluir las estaciones y la línea del tranvía sin tener que realizar intervenciones muy profundas (tiempos de implementación) sobre las calzadas vehiculares, peatonales o de ciclo rutas.

La propuesta es crear una plataforma para el tranvía cubriendo dicho canal. Propuesta que se ha contemplado en ciertos canales de la ciudad.

Tramo 2:

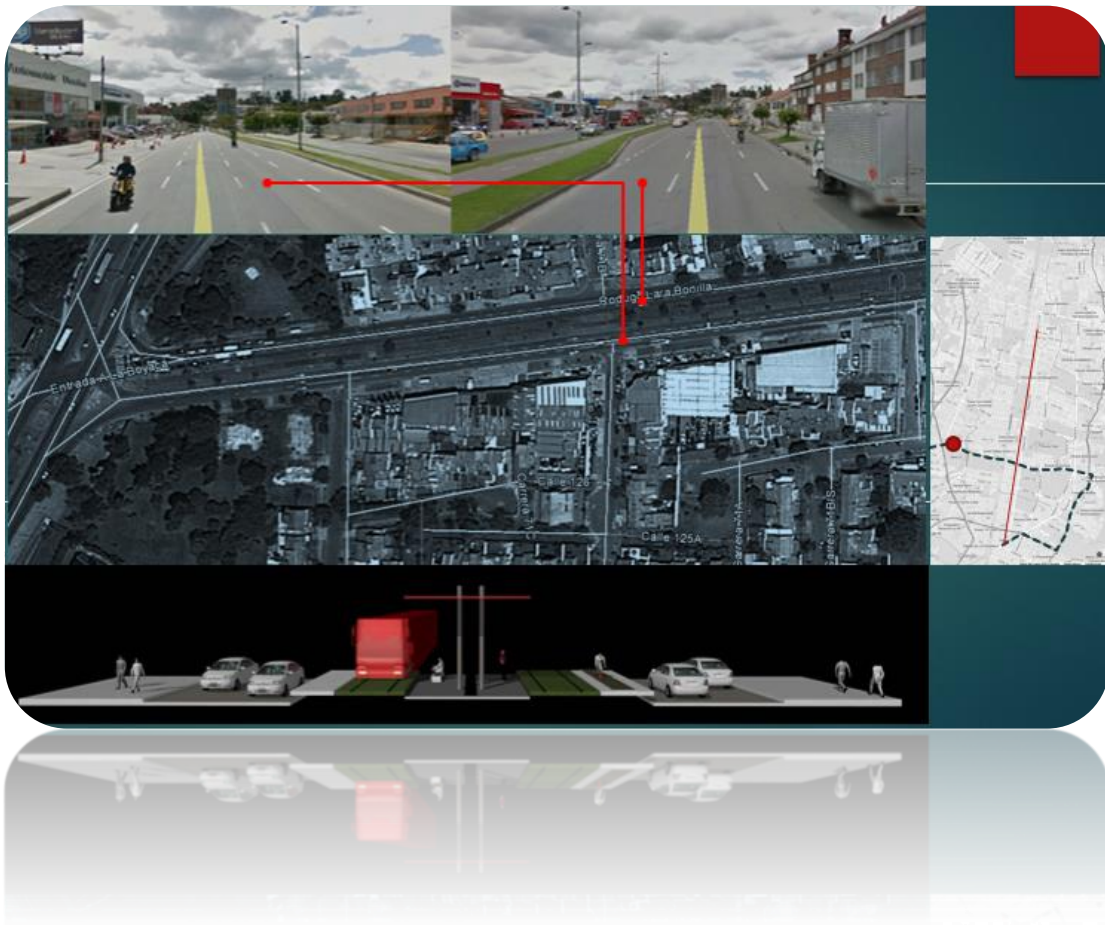
Después de pasar la Autopista Norte, el principal eje Transmilenio de la zona y principal conector que debe tener el Tranvía, encontramos un perfil más ancho, tanto para peatones y vehículos, como en su separador.



La propuesta es la misma que en el tramo anterior; aprovechando el espacio del canal de aguas lluvias crear la plataforma para el tranvía y sus estaciones. Al igual que en el tramo anterior, no habría trabajos en el perfil rodado actual, pero eso no quiere decir que una reformas urbanas, accesibilidad y cruces peatonales no sean necesarios para el óptimo funcionamiento del sistema.

Tramo 3:

Sobre este punto, ya finalizando el recorrido antes de encontrarse con la Av. Boyacá (Troncal Transmilenio en construcción) encontramos un perfil distinto, con una calzada vehicular muy ancha (4 carriles en cada calzada) y un separador de menos de 4 mts con una ciclo ruta.



La propuesta es reducir el número de carriles vehiculares y en la zona central ubicar en 14 metros el sistema tranvía y la ciclo ruta existente. El espacio peatonal de los extremos se deja como está actualmente.

10. COSTO SOCIAL DEL TRANSPORTE (APLICADO A LA PROPUESTA)

Entendemos COSTO SOCIAL DEL TRANSPORTE como lo definieron los Doctores Betelo, Anda y Aldabe en su ponencia en el V Congreso Económico de Navarra, España:

“El coste social del transporte es aquel que no es soportado por quien toma la decisión de desplazarse y la elección del medio que utilizará. Cuando un usuario de infraestructura viaria toma una decisión de viaje, compara los beneficios que le reporta dicho viaje con los costes en los que incurre. El usuario valora los costes y beneficios privados, sin tener en cuenta los que impone a los demás por los aumentos de congestión o riesgo de accidentes”

“En general, el término coste social engloba tanto el coste de los efectos externos del transporte, tales como los efectos medioambientales, los accidentes o el ruido, como los bienes públicos o de provisión pública que son sufragados mediante impuestos generales, que se concretan en las infraestructuras soporte del transporte público y privado”

La mejor forma de entender estas EXTERNALIDADES radica en los costos provocados, por ejemplo, de la contaminación proveniente de los autos. Esta contaminación genera problema de salud pública que nunca el usuario privado va a compensar de alguna forma directa. La solución y prevención de estos problemas salubres debe estar a cargo de la administración que, claro, funciona con los dineros de los impuestos que toda una comunidad paga. Es decir, parte de los impuestos pagados por los usuarios de automóviles está enfocado a solucionar un problema generado por ellos. Dinero que pareciera no contabilizarse al momento de calcular un viaje-destino tipo.

Este mismo ejemplo se puede aplicar a la congestión generada por una cantidad excesiva de parque automotor, a políticas que no previenen tasas de accidentalidad, a condiciones de ruido en zonas residenciales, entre otros muchos factores.

Estos costes pueden incrementar su valor si los problemas causados, además, generan una pérdida de bienestar general, o si los problemas causados son los causantes de otros problemas de más envergadura.

Según el Victoria Transport Policy Institute (2003), si se le pregunta a conductor tipo de vehículo privado sobre costos de desplazamiento, sólo tendrá en cuenta un 25% del costo real de ese dicho desplazamiento.

10.1 COSTO DE OPORTUNIDAD (AHORRO DE TIEMPO)

Se han trabajado varias metodológicas para medir COSTO SOCIAL DEL TRANSPORTE a partir de distintas hipótesis. Generalmente están enmarcadas dentro de 2 ramas:

- El costo de Oportunidad, entendido por el tiempo de más que se gasta en transportarse y que podría emplearse para una labor productiva. Podría llamarse pérdida de TIEMPO.
- Como lo define Betelo, Anda y Aldabe: “Análisis Coste-Beneficio, en el que se intenta reducir a magnitudes monetarias, y por tanto comparables, las distintas alternativas de decisión de políticas o inversiones públicas. En esta línea de investigación se han desarrollado técnicas para valorar determinados fenómenos para los que no existe mercado, muchos de los cuales concurren en el análisis de la movilidad y, específicamente, en el transporte urbano.”
En otras palabras COSTO ECONÓMICO en mercados inexistentes.

COSTO DE OPORTUNIDAD: AHORRO DE TIEMPO CON EL TRANVÍA.

Para el primer caso podemos realizar un análisis de tiempos invertidos en la actualidad en nuestra zona de estudio, y compararlos con los nuevos tiempos hipotéticos que nuestra propuesta tendría. (Basados en distancias y velocidades promedio, tanto de desplazamiento como de espera).

Asumimos la misma distancia de un punto A. a un punto B. En nuestro caso será de la calle 127 con cra 7ª, hasta la Avenida Jiménez con Caracas. El primer punto es el punto central de nuestra 1ª línea de Tranvía (propuesta), y el segundo el punto central de CBD de la ciudad donde casi todos los viajes diarios tienen su destino.

ESCENARIO 1.

En AUTO PARTICULAR del Punto A al punto B en hora pico un día entre semana normal. La distancia a recorrer son 12.2 kms. Según se mostró anteriormente, la velocidad promedio del tráfico en la ciudad en hora pico entre semana está en promedio en los 8 km/hora. **Es decir, que esta distancia se recorrería en 92 minutos.**

Estos datos coinciden con los estudios realizados por las Naciones Unidas sobre movilidad en Bogotá. “Según estudios del FNUP (Fondo para la Población de las Naciones Unidas), los tiempos promedio más altos de viajes al trabajo son el de Río de Janeiro, con 107 minutos y el de Bogotá, con 90.”



Por experiencias personales, estos tiempos pueden incrementarse por trabajos de construcción o mejoramiento de vías, o accidentalidad. Para el ejercicio mantenemos los 92 minutos.

ESCENARIO 2.

En TRANSPORTE PÚBLICO del Punto A al punto B en hora pico un día entre semana normal. La distancia a recorrer son 14.1 kms. 2,5 km en Tranvía para conectarse a la red de Transmilenio, y 11,6 km en Transmilenio. Según se mostró anteriormente, la velocidad promedio del Tranvía es de 25 km/hora, es decir 6 minutos para trasladarse + 5 minutos de espera promedio = 11 minutos. Ya en Transmilenio, la velocidad promedio es de 22 km/hora, es decir 32 minutos de traslado + 7 minutos de espera promedio = 39 minutos. **Para un total de 50 MINUTOS DE TRASLADO.**

92 MINUTOS EN AUTO PARTICULAR VS. 50 MINUTOS EN TRANSPORTE PÚBLICO. 42 MINUTOS DE AHORRO POR VIAJE, 84 MINUTOS DIARIOS, 420 MINUTOS EN UNA SEMANA. **7 HORAS DE AHORRO PARA INVERTIR EN TRABAJO/OCIO/FAMILIA/SALUD. CASI ES GANAR UN DÍA MÁS A LA SEMANA.**

10.2 VALORACIÓN DEL COSTO SOCIAL EN EL TRANSPORTE

Destacamos 2 metodologías usadas al momento de tratar de hacer una conversión monetaria a los aspectos externos del transporte:

La 1ª y más valorada, es la usada por la Consultora suiza INFRAS, que junto con el instituto alemán IWW lanzan en el 2004 la primera publicación con valores medios económicos para cada costo externo en cada país de la unión europea. Este estudio ha sido la base de réplica para el resto del mundo.

La 2ª, los Métodos de evaluación de costes del transporte basados en los estudios del Victoria Transport Policy Institute (2003), DE RUS G. (2001): "Análisis Coste-Beneficio". Ed. Ariel Economía. De Rus (2001). En donde destacan: " las áreas en las que se detecta coste social son las siguientes:

- **Valor de la congestión, pérdida de tiempo y efecto barrera.**
- **Valor de los costes medioambientales; polución, ruido y residuos.**
- Consumo de recursos energéticos.
- Valor de las pérdidas de vida y el sufrimiento que provocan los accidentes.
- Consumo de espacio; utilización del dominio público para carreteras o parking.

Por motivos de escala del trabajo, nos vamos a enfocar sólo en uno de los aspectos al momento de evaluar el costo social del transporte: LA CONGESTIÓN, ya que es lo más coherente con la evaluación presentada en el trabajo y la propuesta donde se pretende atacar principalmente la congestión de la ciudad de Bogotá.

VALORACIÓN DEL COSTE SOCIAL DEL TRANSPORTE: ITEM- CONGESTIÓN.

Según INFRAS, los costos promedio de la congestión para la unión europea según tipo de vehículo y escenario de calzada rodada cada 2.000 km son:

Estimaciones de los costos marginales por congestión del transporte en la Comunidad Europea Parametrizado por tipo de camino y tipo de área. En Euros / 2.000 KM	
Transporte de carga caminero	
Zonas urbanas altamente pobladas (> 2.000.000 personas)	
Autopistas urbanas	3,5
Tréboles urbanos	2,5
Calles en centros de ciudades	2
Calles en alrededores de ciudades	2
Zonas urbanas medianamente pobladas (< 2.000.000 personas)	
Autopistas urbanas	3,5
Tréboles urbanos	2,5
Calles en alrededores de ciudades	2
Zonas rurales	
Autopistas	3,5
Troncales secundarios	2,5

IMAGEN 28: Handbook on estimation of external costs in the transport sector”, 2008 (Infras, CE Delft, ISI, University of Gdansk)

La consultora KOM INTERNATIONAL hace el análisis de estos valores aplicándolos a la realidad latinoamericana ya que estas evaluaciones monetarias se hacen con base en realidades particulares de cada región: Ingresos per Cápita, Productividad, Infraestructura, etc. En su documento: Armonización de costos por uso de infraestructura y de externalidades del transporte.

En este estudio se recalca que la media para países latinoamericanos (caso de estudio CHILE), para el caso de Externalidad: Congestión, y escenario Autopista Urbana está en el orden de 3.3 Us Doláres por cada vehículo cada 2.000 KM.

Así, los escenarios para nuestro caso particular basándonos en los datos de nuestra zona de estudio son:



ESCENARIO ACTUAL:

Bogotá: 15.327 km de Vías (7,6 grupos de 2.000 km)

Bogotá: 850.000 vehículos diariamente (en 7,6 grupos) = 112.000 carros cada 2.000 km.

Corresponde a $3.3 \text{ us\$/vehi}/2000\text{km} = 369.600 \text{ dólares al día} \rightarrow \mathbf{135.000.000 \text{ dólares al año}}$

ESCENARIO PROPUESTO:

Si queremos pasar del 28% al 41% (aumento del 13%) en la 1ª etapa de número de usuarios en los estratos altos de la ciudad, en donde cada 3 personas que usen transporte público es 1 carro particular menos rodando en la ciudad:

(13% de 450.000 personas = 58.500 personas más usando transporte público) 19.500 vehículos diarios menos rodando en la ciudad (tasa de 3 personas por auto)
19.500 de 850.000 que corresponden al total de autos rodando un día es el 2.3% \rightarrow (2,3% del total gastado: 135 millones de dólares)

3.105.000 US\$ DE AHORRO ANUALES

Si queremos duplicar del 28% al 56% en las 3 etapas del tranvía (aumento de 28%) en las 3 etapas de número de usuarios en los estratos altos de la ciudad, en donde cada 3 personas que usen transporte público es 1 carro particular menos rodando en la ciudad:

(28% de 450.000 personas = 126.000 personas) 42.000 vehículos diarios (tasa de 3 personas por auto)
42.000 de 850.000 que corresponden al total de autos rodando un día es el 4.9% \rightarrow (4,9% del total gastado: 135 millones de dólares)

6.615.000 US\$ DE AHORRO ANUALES

Se podría llegar a un ahorro de 6.6 millones de dólares anuales sólo en el aspecto de CONGESTIÓN de transporte, sin tener en cuenta aún Accidentalidad, Costos Ambientales y demás factores que intervienen como externalidades en el transporte.



VALORACIÓN DEL COSTE SOCIAL DEL TRANSPORTE: ITEM- CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Definimos el costo social de la contaminación ambiental en el transporte como la valoración económica marginal de cuánto vale a la sociedad en general un Kg de CO₂ liberado por el proceso de combustión de un automóvil tipo.

The International Energy Agency determina como emisión promedio de en auto particular tipo en 150 gr por kilómetro recorrido. Un auto promedio recorre en promedio 10.000 Km en un año. La expulsión de un auto particular se ubica así en 1.5 toneladas al año de CO₂.

El ministerio de Desarrollo Social Chileno en su documento: Estimación Precio Social del Carbono, con base en datos de Richard Tol (2009) resume y compara los resultados de 232 estudios publicados. La media de las estimaciones del daño marginal causado por una tonelada de carbono es US\$ 105/tC.

Si en la ciudad de Bogotá hay 850.000 carros en promedio movilizándose, tenemos 1'275.000 toneladas de CO₂ expulsadas en un año. En términos económicos tenemos alrededor de 133 millones de Dólares como coste social.

Si con la propuesta pretendemos reducir (en la 1ª etapa) en 19.500 automóviles, tendríamos que hacer el nuevo cálculo ya no con 850.000 vehículos promedio circulando por 830.500, lo que nos daría un nuevo coste social de $(830.500 \text{ autos} * 1.5 \text{ ton} * 105 \text{ us\$}) = 131$ millones de dólares.

2 MILLONES DOLARES DE AHORRO ANUALES.

Ya con las 3 fases propuestas, donde se pretende reducir en 42.000 vehículos el promedio de vehículos rodando, tenemos un nuevo coste social de $(808.000 \text{ autos} * 1,5 \text{ ton} * 105 \text{ us\$}) = 127$ millones de dólares.

6 MILLONES DE DOLARES DE AHORRO ANUALES.

Ahorro total Costo Social de Congestión + Costo Social Contaminación Ambiental 1ª fase:
5.105.000 US\$. ANUALES

Ahorro total Costo Social de Congestión + Costo Social Contaminación Ambiental 3ª fase:
12.615.000 US\$. ANUALES



11. ANEXOS

Entrevista a DIRECTIVOS DE TRANSPORTES METROPOLITANOS DE BARCELONA.

Entrevista: Jacinto Soler Trillo

Director del Departamento de Planeación de Transportes Metropolitanos de Barcelona

- ¿Por qué Barcelona le sigue apostando al Metro pesado por encima de otros sistemas de transporte, a pesar de contar ya con otros sistemas?

JS. El metro aunque es muy costoso, lo sabemos, nos da grandes ventajas como la expectativa de vida, la velocidad y la capacidad de carga.

Por ejemplo, aún está en funcionamiento la línea 1 del metro de Barcelona, inaugurada en 1924, y con costos de mantenimiento muy bajos en comparación a otros sistemas.

Respecto al Tranvía por ejemplo, movemos mucha más gente en el Metro y a una velocidad muy superior.

- ¿Entonces por qué se realiza Tranvía en la Avenida Diagonal?

JS. Si me preguntas, el tranvía está pensado más para 'recibir' usuarios de ciudades satélites. Recibir usuarios que llegan al centro urbano de Barcelona y que desde las periferias movemos al centro. Por eso se ubican en la zona nor oriental y sur occidental.

- ¿Una demanda mucho menor?

JS. Claro, una demanda no comparable con la que maneja el Metro.

- ¿Ventajas del Tranvía?

JS. Es un sistema 'fiable'. Se mueve bien, se implementa más rápido, y responde bien a esas demandas menores. Por esta razón fui uno de los defensores del Tranvía en estas zonas de la ciudad, y pensando siempre en la conexión con los usuarios provenientes de las afueras.

- ¿Entiendo entonces que el sistema Inter Modal es el que está trayendo grandes ventajas a la movilidad de Barcelona?

JS. Evidentemente. Sin ninguna duda. Así debe funcionar la ciudad. Una red ortogonal de Buses que permita satisfacer a los usuarios con recorridos más cortos, (3.5 kms) con más frecuencias, con más tiempos de desplazamiento, y cuya movilidad digamos le permite movilizarse más fácil en Bus que en otro sistema.



Sin olvidar el metro que responde al grueso de la población más activa y con desplazamientos más largos. Sin olvidar claro los usuarios que llegan de afuera en donde funciona el Tranvía, es decir, la funcionalidad de cada sistema respondiendo a cada demanda.

- ¿Esto es lo que pienso para Bogotá, un sistema nuevo que responda a una demanda menor para llevar más usuarios a Transmilenio, que opina?

JS. Es evidente que en una misma ciudad hay distintos mercados. Y en unos no puede entrar un metro o un BRT, eso está claro. Pero en mi opinión, todos alrededor de un Metro pesado que de verdad se encargue del grueso de la demanda.

- ¿Bogotá con 9 millones de personas, con una demanda de 200.000 pasajeros en horas pico, necesita Metro?

JS. Sin ninguna duda, y con total seguridad una demanda así de grande sólo es solucionable con un Metro pesado.

- En Bogotá ya se está iniciando el estudio de suelos final para la 1ª línea de Metro...

JS. Debo decir que toda propuesta que se piense debe pensar en el futuro inmediato con ese metro. Si se propone una conexión a la zona nororiental debe tener en cuenta el trazado de este metro para que funcione no solo como alimentador a Transmilenio sino también a este futuro Metro.

- Es muy costoso...

JS. Las ciudades latinoamericanas, y caso Bogotá en específico deben aprovechar sus buenos momentos económicos y hacer estas inversiones de infraestructura que en un futuro muy próximo van a aprovechar.

- ¿El Metro de Barcelona es sostenible por sí mismo? Financieramente....

-

JS. Ningún Metro en Europa es sostenible!

Todos deben estar subvencionados, no tanto en su operación diaria sino en las amortizaciones de deuda de sus obras. Pero es que el transporte es social, y en ese sentido se deben hacer esfuerzos sociales por parte del estado.

Por ejemplo, el BUS BARRIS (buses inter barriales) es el sistema más ineficiente en cuestión de dinero y ganancias, pero es el mejor valorado por la comunidad. Las personas mayores se encuentran a gusto, llegan a sus casas tranquilos, las madres con sus hijos, etc. Y eso debe pesar a la hora de tomar decisiones.

- ¿Son economías distintas no? Las latinas y las Europeas



JS. Si y ojalá haya un cambio a más pensamiento social.

- ¿El metro de Barcelona es un sistema democrático, igualitario, es decir, lo usa todo el mundo sin importar origen socioeconómico? (que es uno de los factores negativos a la hora de evaluar el transporte en Bogotá)

JS. Uno de los aspectos a analizar en nuestras evaluaciones es la pregunta de si se siente parte y orgulloso de montar en TMB... y las respuestas positivas llegan al 95%, sin importar origen socio económico.

- ¿Qué tan fiables son las nuevas tecnologías al momento de esperar un bus o un Metro?
¿De elegir una ruta u otra?

JS. Muy fiables, manejan el mismo sistema que manejamos nosotros para calibrar nuestros operadores.

Entrevista: Guillem Camarasa

Director Proyectos Internacionales de Transportes Metropolitanos de Barcelona

- ¿Qué participación tuvo TMB en la primera línea de Metro de Bogotá?

GC. Participamos junto con otras empresas Españolas en el estudio pre factible y preliminar de esta primera línea.

- ¿Y ahora que parte desarrollan?

GC. Por reglamento del Banco Mundial, que es quien patrocina el proyecto, una empresa no puede participar en 2 fases del mismo proyecto.

Que es algo extraño, debido a que tenemos la información, la experiencia, el análisis y tienen que venir otra empresa a estudiar de nuevo la información para seguir trabajando. Posiblemente se pierde un poco de tiempo.

- ¿Dentro de su análisis, defiende el Metro para Bogotá?

GC. Si, aunque debemos decir que no es lo único que se debe hacer. El estado debe hacer una inversión mayor para generar estas infraestructuras que en un tiempo no muy lejano puedan tener solucionada la movilidad para ese número tan grande de habitantes.



- En Latinoamérica ha habido un boom de BRTs en las últimas 2 décadas...

GC. Si, y hay ventajas en el sistema, aunque se pueden hacer inversiones de más largo plazo, no necesariamente tan costosas.

Ahora estamos trabajando en 2 ciudades latinoamericanas planteando también metros, es momento de hacer inversiones producto del buen momento económico.

12. CONCLUSIONES

- El principal aspecto que debe mejorar el sistema BRT Transmilenio como modelo de movilidad es la desconexión que tiene con varias zonas de la ciudad y con los demás equipamientos de movilidad de la ciudad.
- Es un hecho que la zona Nor Oriental de la ciudad no cuenta con una conexión al sistema Transmilenio, y las respuestas auto gestionadas por su población no pueden reemplazar una propuesta distrital que involucre al sistema actual y bajo un mismo recaudo.
- Las ventajas de conectar los estratos altos con el sistema Transmilenio no sólo trae ventajas para este sector de la población sino para toda la ciudad en general, reduciendo considerablemente el número de vehículos en la zona donde más vehículos hay.
- Las ventajas deben ser evaluadas además por los ahorros en costos sociales que traería la propuesta, menos congestión, menos contaminación, menos accidentalidad etc, generan ahorros a la población en general.
- El Metro pesado debe ser, y será tenido en cuenta para todos los planes de movilidad en la ciudad ya que es una necesidad para una demanda tan grande como la que tiene la ciudad de Bogotá.
- El tranvía o Tren ligero es la mejor opción (Costo Beneficio – Ambiental – Respuesta a demanda) para la zona de estudio. Pero esto no quiere decir que sea la única zona que requiere una conexión con el sistema para lograr una eficiencia óptima en la movilidad ciudadana.
- Las ventajas del sistema BRT Transmilenio en Bogotá deben ser explotadas, rapidez de implementación, regeneración urbana y respuesta a demanda media. Superando sus deficiencias pueden ser explotadas nuevamente sus bondades.



13. BIBLIOGRAFÍA

- ARISTIZABAL F, OSCAR: Tesis Máster: *Expansión urbana y dispersión de centralidades en Bogotá producto del nuevo sistema de transporte público implementado – Transmilenio 1990 – 2010.*
Barcelona, Universidad politécnica de Catalunya. 2010
- CERVERO, ROBERT: *The transit Metropolis.*
Editorial Washington D.C. 1998
- ECHENIQUE, MARCIAL: *Cities for the New millennium.*
London. 2001
- GARCÍA PANCICH, CYNTHIA.: Tesis Máster: *Gestión Público-Privada en la Financiación de Infraestructuras para el Transporte Masivo.*
Barcelona, Universidad politécnica de Catalunya. 2009
- LERNER, JAIME: *Acupuntura Urbana.*
Barcelona, Ed. Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya. 2005
- LÓPEZ PITA, A – ROBUSTÉ ANTÓN, F: *El transporte en el siglo XXI, Actas del 3er congreso de ingeniería del transporte.*
Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. 1998
- ORTUZAR S, JUAN DE DIOS – WILLUMSEN LUIS G.: *Modelling Transport.*
2nd Edición. 1994
- PARDO, CARLOS FELIPE.: *Los Cambios en los Sistemas integrados de Transporte masivo en las principales ciudades de América Latina.*
Naciones Unidas. CEPAL.
Santiago de Chile, 2009
- PÉREZ FIAÑO, JOSÉ E: *Surgimiento y consideración de los sistemas BRT´s de tercera generación en América Latina.*
Cancun, 2007
- RESSE, MELISA: *GYS analysis of BRT´s system for Curitiba, Brasil.*
2007
- RÍOS VILLACORTA, ALBERTO: *El tranvía: la alternativa al transporte urbano en Lima.*
ESAN Business School.
Lima, 2012



- RODRÍGUEZ, DANIEL – MOJICA, CARLOS: *Lands value impact of bus.*
Land Lines. Lincoln Institute of Land Policy. 2008
- RODRÍGUEZ, DANIEL – TARGA, FELIPE: *Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system.*
Transport Reviews No 24. 2004
- SCHREYER, CHRISTOPH – SCHNEIDER, CHRISTIAN: *Costes Externos Del Transporte. Estudio De Actualización. INFRAS.*
Zurich, Universidad de Karlsruhe, Octubre 2004
- STEER DAVIES GLEAVE. CONSULTORA MUNDIAL DE TRANSPORTE: *Diagnóstico para la ciudad de Bogotá.*
2010