

BOLETÍN TÉCNICO

PITRA

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA
DEL TRANSPORTE

Vol 2. N° 22. Octubre 2011



TransMilenio Bogotá - Colombia (BRT)

Ing. Jaime Allen Monge, MSc.

Ingeniero de Transportes - PITRA

Introducción

En el presente artículo describiremos en qué consiste un sistema masivo de transporte urbano a base de autobuses y específicamente analizaremos un caso, TransMilenio- Bogotá. Se describirá su funcionamiento y se desprenderán ventajas y desventajas del sistema. Al final se concluirá con un breve análisis de la aplicabilidad de un sistema similar en Costa Rica.

¿Qué es un BRT?

El concepto de BRT (Bus Rapid Transit) fue desarrollado en los años 70's en América Latina y fue inspirado en el sistema de autobuses de Curitiba, Brasil. A diferencia de otros sistemas anteriores con carriles exclusivos para autobuses (llamados "busways"), el sistema de Curitiba es un sistema masivo de transporte ("rapid transit"), frecuentemente llamado un "metro a superficie" por tener estaciones

Comité editorial del boletín



2011

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD.
Coordinador General PITRA, LanammeUCR

Bach. Lionela López Ulate
Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica, PITRA

Daniela Alpízar Gutiérrez
Diseñadora Gráfica. Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica,
PITRA

con pago y validación de tiquetes fuera del autobuses y por tener estaciones con plataforma de abordaje.

El principal aporte fue el cambio de un sistema de autobuses con derecho de vía (“*right of way*”) segregado, a un sistema masivo de transporte urbano en autobuses (“*rapid transit*”), dotado de acceso a un sistema en estaciones de plataforma, a autobuses de mayor capacidad donde se realiza el pago de la tarifa en casetas externas. Con estas mejoras al sistema un autobús puede transportar 200 personas y en una parada de pocos segundos varias decenas de pasajeros pueden abordar y desalojar el autobús de forma ágil (al estilo metro). Esto resulta en que la frecuencia de los autobuses pudiera ser alta, reduciendo los tiempos de espera del usuario y generando una capacidad de más de 10.000 pasajeros por hora en un sentido. Este proceso no era posible en un sistema tradicional de autobuses (con paradas frecuentes, pago y validación dentro del autobús y pocas puertas acceso).

El sistema *TransMilenio* además agregó un componente que permitió multiplicar la capacidad de los sistemas BRT a niveles similares a las de un sistema masivo de transporte sobre rieles, metro o “*rail rapid transit*”. La inclusión de carriles de sobrepaso en las estaciones, permitió rutas expresas (que no se detienen en todas las estaciones) y permitió llegar a capacidades de más de 40.000 pasajeros por hora en cada sentido.

Antecedentes del TransMilenio en la Ciudad de Bogotá

Durante el siglo XX, la ciudad de Bogotá presentó un crecimiento en extensión y en número de habitantes, pasó de una población de 100,000 habitantes a



Estación elevada del sistema TransMilenio con carriles de sobrepaso- Bogotá.

una población de 6,500,000 al iniciar el siglo XXI. Este crecimiento se generó por migraciones de las zonas rurales a la ciudad. Aunado esto a una falta de planificación de largo plazo y pobres gestiones en las administraciones, dieron como resultado una ciudad con grandes problemas sociales, políticos, económicos y en particular de movilidad.

El sistema de transporte de Bogotá no había evolucionado de su estructura básica desde 1930, a pesar de los grandes cambios y necesidades adquiridas de los últimos 70 años. Las compañías de transporte eran intermediarias, entre el estado y los propietarios. Estos se encargaban de introducir y administrar directamente los autobuses (este sistema aunque en proceso de cambio, continúa vigente al servicio público ordinario); quedando en sus manos la responsabilidad final, de calidad de servicio. Esto se aprovecha, para la consolidación de la rentabilidad del negocio, siempre en detrimento de la calidad, características similares presenciamos en Costa Rica. Esto junto con otros factores generó una gran cantidad de problemas para la ciudad y el propio sistema.

TransMilenio ¿Qué es?

Es un sistema de transporte masivo (BRT), que responde a la necesidad de ordenar el transporte público de la ciudad de Bogotá, al tiempo que ofrece una alternativa integral de desarrollo urbano. *TransMilenio* representa una decisión política de enormes dimensiones: obligó a los bogotanos a repensar su ciudad, dejar el automóvil por un lado y buscar alternativas más eficientes, económicas, sostenibles y menos depredadoras del espacio público. El *TransMilenio* fomenta además del uso del autobús, la bicicleta o simplemente caminar para movilizarse.

Esquema Económico y Administrativo

El sistema *TransMilenio* tiene una estructura administrativa y funcional mixta, a diferencia del sistema original, implementado en Curitiba, Brasil hace casi 15 años, que es totalmente de la ciudad, en éste participan entes privados en la operación de autobuses y el recaudo.

TransMilenio es un sistema cuya infraestructura (vías y estaciones), se desarrolla con recursos públicos, y la administración, planificación y organización del sistema la hace una empresa pública, de mismo nombre. Sin embargo, los vehículos son propiedad privada, la recolección lo hace otra empresa privada y el Distrito de Bogotá recibe el tres por ciento, 3%, de las utilidades, con las que debe mantener la infraestructura del sistema, mientras los transportistas se reparten el resto.

Infraestructura y Funcionamiento

Servicios

- **Servicio corriente.** Se detiene en todas las estaciones del recorrido.
- **Servicio expreso.** Se detiene solamente en las estaciones designadas por TransMilenio.
- **Servicio alimentador.** Son autobuses de capacidad media y baja, adecuados a las condiciones de demanda, que permitan el acceso a los barrios cercanos al sistema sin pagar el doble del viaje.

Estaciones

- **Sencillas.** Cumplen el servicio corriente de llegada y salida de pasajeros. Están ubicadas aproximadamente cada 500 metros una de la otra. Son la mayoría.
- **De transferencia.** Permiten el cambio entre dos troncales diferentes, a través de un túnel subterráneo en zona pagada.
- **Sin intercambio.** No permiten el cambio entre sentidos norte-sur a sur-norte. Técnicamente son estaciones sencillas en cuando a su forma de funcionamiento.
- **Intermedias.** A las cuales tienen acceso los servicios alimentadores.
- **Cabecera (Portales).** Ubicadas en zonas de entrada de la ciudad y a la que además de los

alimentadores y los autobuses articulados, llegan autobuses intermunicipales de la zona metropolitana. Cuentan con otros servicios, como Cicloparqueos, para que el usuario pueda acceder hasta allí en bicicleta a través de las ciclorrutas, zonas de teléfonos y baños públicos.

Las dos últimas cuentan con zonas de control y administración del sistema. En todas las estaciones se pueden encontrar rutas del sistema y tableros electrónicos que anuncian el tiempo aproximado de llegada de los articulados e información y avisos de TransMilenio. En todos los portales hay servicios de ambulancia en el caso de alguna emergencia. Entre las especificaciones técnicas de las estaciones sencillas, se destaca que las gran mayoría cuenta con aproximadamente 5 metros de ancho. El sistema TransMilenio tiene 114 estaciones, a continuación se presenta un croquis de la distribución.

El sistema cuenta con estacionamientos para los autobuses articulados en todos los portales o terminales. Aquí se les realiza mantenimiento a la flota de autobuses y existen salas de descanso para los conductores con cafeterías incluidas. En algunos de dichos estacionamientos están las oficinas de los consorcios que prestan el servicio. El desarrollo del TransMilenio también ha implicado la construcción de andenes (aceras), alamedas, ciclo vías y plazas, que han mejorado notablemente la imagen de la ciudad.

Operación

Actualmente, el pasaje tiene un costo de (aproximadamente US\$0,93). El ingreso se hace mediante una tarjeta inteligente sin contacto, denominada *Tarjeta Capital*, que se entrega en la taquilla al pagar el pasaje. Existen dos tipos de tarjetas: La Tarjeta Capital que permite ser cargada con un número de viajes entre uno y cincuenta; cuando el saldo se agota, la tarjeta es retenida por el sistema. Antiguamente el sistema funcionaba con tarjetas de saldo fijo de uno, dos y diez viajes o más.

TransMilenio presta su servicio de lunes a sábado de 05:00 a 23:00 y los domingos y días feriados o festivos de 06:00 a 22:00. De lunes a sábado, el servicio de autobuses alimentadores empieza a funcionar desde las 04:30 hasta las 22:30. Los



Estaciones del TransMilenio Bogotá.

domingos y festivos éste mismo servicio funciona de 05:30 hasta las 21:30, aunque las rutas son menos numerosas y por ende la oferta de autobuses se reduce considerablemente. Durante las horas pico circula una mayor cantidad de vehículos que durante el resto del día.

Vehículos

Autobuses Articulados

Los vehículos articulados que circulan por las troncales son de color rojo y un tamaño y altura superiores a las de un autobús normal, con una articulación en el medio de color gris y material de tela, que permite girar en la mitad para permitir que doble y gire en los recorridos. Internamente tienen 40 sillas de color rojo y 8 de color azul (estas últimas exclusivas para niños, ancianos, discapacitados y mujeres embarazadas), así como sectores especiales para sillas de ruedas. La capacidad total de los vehículos articulados es de 160 personas (48 sentadas y 112 de pie).

Autobuses Biarticulados

Estos autobuses tienen dos articulaciones y tres cuerpos. Estos vehículos comenzarían a operar formalmente cuando entre en funcionamiento la fase 3 del sistema. Los autobuses cuentan con capacidad para 260 pasajeros dentro de los cuales 191 personas podrán

ir de pie y 69 sentados. A su vez cuenta con 14 puestos de preferencia para pasajeros con discapacidades, mujeres embarazadas o personas de la tercera edad. Cada autobús cuenta con dos espacios para ubicar sillas de ruedas. Los autobuses biarticulados de TransMilenio tienen una longitud de 27 metros y 20 centímetros convirtiéndose así el autobús biarticulado más largo del mundo.

Autobuses Alimentadores

Los vehículos alimentadores son similares en su diseño interior a los articulados, la gran mayoría cuentan con tres puertas, aunque de menor tamaño, y un tablero electrónico que indica la ruta y el destino. Su color es verde, con el nombre de TransMilenio en amarillo, carente de articulación y son del tamaño de un autobús normal. Tienen una capacidad máxima de 90 personas, 35 de ellas sentadas.

Análisis del Sistema

A continuación se plantean las ventajas y desventajas de un sistema BRT, tipo TransMilenio

Ventajas

- Facilidad de hacer transbordos lo que permite un fácil cambio de ruta.



Autobús articulado. Autobús biarticulado. Autobús alimentador.

- Posibilidad de construcción de una mayor cantidad de líneas y de estaciones, en menor tiempo y a costos significativamente inferiores que otros sistemas de transporte masivo.
- Al elaborarse una red de carriles exclusivos para los articulados en las troncales y segregarlos del tráfico general existe menor interferencia entre los tipos de tráfico en beneficio de la movilidad.
- La accesibilidad es más sencilla para personas discapacitadas.
- Posibilidad de gran variedad de rutas.
- La mayoría de los viajes se realizan en menor tiempo que el transporte tradicional, por lo que se contribuye a la productividad de la ciudad.
- Permite a los pasajeros disfrutaran de la vista del paisaje de la ciudad y no someterlos a tener que movilizarse por debajo de la tierra.
- Brinda un importante mejoramiento del aspecto arquitectónico y urbanístico de la ciudad, gracias a la implementación de puentes peatonales, plazas, aceras amplias, y centros de comercio ubicados en las troncales.

deterioreen con gran facilidad, lo que implica costos mayores para estructuras de pavimento y posterior mantenimiento.

- Estaciones de intercambio con largos recorridos a pie.
- Poco espacio interno y de acceso en los autobuses y sumado a no tener una puerta de entrada y salida genera inconvenientes al ingresar o salir del autobús en horas pico.

Desventajas

- Es más contaminante que un sistema de trenes livianos eléctricos o trolebús.
- Posee menor capacidad en relación al metro.
- El desplazamiento de peso en las ruedas de los alimentadores hace que las calles se

Antecedentes y Aplicabilidad en Costa Rica

En Costa Rica, el tema de un Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) ha sido estudiado y analizado en varios estudios privados y por entes públicos. En el documento “Propuesta de mejoramiento para la vialidad en el sistema de transportes en la región central de Costa Rica y del Área Metropolitana de San José”, se analiza con detalle una propuesta integral de transporte.

Se vislumbra la necesidad de una integración inicial de un sistema de buses, para complementar luego con otros sistemas que formen el SITP, entre éstos sistemas más rígidos como líneas de trenes urbanos. En dicho estudio se destaca la necesidad de implementar aspectos políticos y jurídicos, aspectos empresariales, además de aspectos técnicos y tecnológicos.

La problemática yace en que *“el transporte público posibilita la transportación de más del 75% de la población, y el mismo está desarticulado y cada día obedece menos a la demanda real. El sistema mantiene una estructura de tipo radial*

y las rutas están repartidas entre una inmensa cantidad de pequeños y medianos empresarios privados que no integran un sistema operativo para las mismas.” Esto ocasiona que se busquen otros tipos de alternativas de viaje, como taxis, taxis piratas, buses colectivos privados, o que las mismas empresas privadas busquen servicios privados para darle transporte a sus funcionarios. Lo que ocasiona diversos efectos medioambientales nocivos en el casco central, especialmente en un sector de San José que se convierte en un parqueadero de autobuses, al no contar con infraestructura adecuada.

La solución planteada por Flores y otros autores busca integrar el SITP, se considera a los corredores radiales entrando a San José como posibles ejes para vías únicas de autobuses, además de tener los portales en los puntos de ingreso al círculo periférico. Considerando corredores primarios de alta capacidad, corredores de servicio a los primarios de media a alta capacidad y alimentadores a los mismos de media capacidad, similar al TransMilenio.

Es necesario aclarar que el modelo existe y lo importante es adoptarlo a las condiciones del nuestro país. El BRT es una opción, pero en Costa Rica lo más

importante es integrar todo el sistema de transporte para que no haya falta de oferta para la demanda de la población. Se requiere modificar la infraestructura y además modificar los aspectos políticos, jurídicos, empresariales y tecnológicos, como se ha realizado en otras ciudades. Sería necesario considerar los espacios disponibles de derecho de vía, para los parqueos de los autobuses, y los carriles exclusivos. Es necesario idear un plan de acción con diversos entes privados, entre ellos los transportistas, y dueños de terrenos donde se podrían implementar las paradas de autobuses.

El TransMilenio ha sido tomado como punto de referencia en diversos sistemas de transporte masivo en el mundo: el *Metro autobús* de la Ciudad de México, el *Optibús* en León Guanajuato, el *Macrobús* en Guadalajara (Jalisco) y (*Transbus*) en Villahermosa, Tabasco, en México, en Ecuador en Guayaquil con *Metrovía*, en Santiago de Chile con el *Transantiago*, en Porto Alegre, Salvador y São Paulo en Brasil y la ciudad de Guatemala con el *TransMetro*. El Metropolitano en Lima, Perú, se culminan las primeras líneas de trolebús en las ciudades de Mérida (*Trolmérida*) y Barquisimeto (*Transbarca*), ambas en Venezuela. De igual manera en Johannesburgo, Sudáfrica, con el futuro *Rea Vaya*.

Referencias Bibliográficas

1. Bus Rapis Transit Practitioner's Guide TCRP Report 118 Tomado de http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rpt_118.pdf

2. Curitiba: una historia de cambio en la ciudad y los planes. Ardila, Arturo.

3. Estudio del impacto del nuevo sistema de transporte masivo TransMilenio, sobre el tejido urbano de Bogotá. Tomado de: http://www-cpsv.upc.es/tesines/resummaus_alfonsocarrero.pdf

4. Metro o TransMilenio en la 7? Tomado de: http://www.semana.com/documents/Doc-1382_200732.pdf.

5. Propuesta de mejoramiento para la vialidad en el sistema de transportes en la región central de Costa Rica y del Área Metropolitana de San José. Flores, Ronald; Vega, Jorge; Feoli, Sergio; Brenes, Eduardo.

6. Sitio oficial de TransMilenio. <http://www.transmilenio.gov.co/>

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Coordinador General:

Ing. Luis Guillermo Loría, PhD.

Subcoordinador:

Ing. Fabián Elizondo, MBA.

Unidades:

Unidad de Auditoría Técnica

Coordinadora: Ing. Jenny Chaverri, MScE.

Unidad de Investigación

Coordinador: Ing. Fabián Elizondo, MBA.

Unidad de Evaluación de la Red Vial

Coordinador: Ing. Roy Barrantes

Unidad de Gestión Municipal

Coordinador: Ing. Jaime Allen, MSc.

Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica

Coordinadora: Bach. Lionela López Ulate

Unidad de Desarrollo de Especificaciones Técnicas

Coordinador: Ing. Jorge Arturo Castro

Unidad de Puentes

Coordinador: Ing. Rolando Castillo, PhD.

Ing. Guillermo Santana, PhD.