

PROPUESTA DE UN MODELO ÓPTIMO PARA LA TRONCAL AVENIDA  
CARACAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO TRASMILENIO DE  
ACUERDO AL SISTEMA DE CALIFICACIÓN DEL ESTANDAR BRT 2014.



CRISTIAN BAQUERO TORRES  
EMMANUEL BAQUERO VASQUEZ  
DAIRO DUVAN GONZALEZ GRANADOS

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
VÍAS Y TRANSPORTES  
BOGOTÁ  
2015

PROPUESTA DE UN MODELO DE ÓPTIMO PARA LA TRONCAL AVENIDA  
CARACAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO TRASMILENIO DE  
ACUERDO AL SISTEMA DE CALIFICACIÓN DEL ESTANDAR BRT 2014.



CRISTIAN BAQUERO TORRES  
EMMANUEL BAQUERO VASQUEZ  
DAIRO DUVAN GONZALEZ GRANADOS

TRABAJO DE GRADO COMO OPCIÓN PARA OBTAR AL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
VÍAS Y TRANSPORTES  
BOGOTÁ  
2015

## **RAE**

**1. TÍTULO:** PROPUESTA DE UN MODELO DE ÓPTIMO PARA LA TRONCAL AVENIDA CARACAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO TRASMILENIO DE ACUERDO AL SISTEMA DE CALIFICACIÓN DEL ESTANDAR BRT 2014

**2. TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO DE:**

Ingeniero civil

**3. AUTORES:** Dairo Duvan González Granados

Emmanuel Baquero Vásquez

Cristian Baquero Torres

**4. ASESOR DISCIPLINAR:** Ing. Aulio Tovar Solano

**5. ASESOR METODOLÓGICO:** Laura Cala Cristancho

**6. LINEA DE INVESTIGACION:**

Vías y transporte para el desarrollo de la infraestructura física regional sostenible, la competitividad y el desarrollo económico y social: vitra – ugc

**7. PALABRAS CLAVE:**

Bus Transit Rapid (BRT), troncal, Transmilenio, intersecciones, puentes peatonales, tiempo de viaje

**8. RESUMEN**

El estándar BRT (Bus Rapid Transit) es un sistema estructurado de criterios evaluativos, desarrollado para crear una definición común de autobuses de tránsito rápido y reconocer sistemas BRT de alta calidad en todo el mundo. Mediante métodos de certificación en oro, plata y bronce, resultado de las categorías evaluadas y elementos que reciben puntos en el estándar BRT dentro una amplia variedad de contextos internacionales. En donde a partir de ello se propone un modelo ideal de sistema BRT enfocado en la troncal Avenida Caracas de Transmilenio de la ciudad de Bogotá, identificando las condiciones actuales de la troncal y evaluando el modelo operativo, en el que conciernen principalmente dos tipos de enfoques investigativos tanto cuantitativo como cualitativo; por una

parte se habla de un enfoque cuantitativo en la medida que los planteamientos a investigar son específicos y delimitados desde un inicio por la pregunta problema en donde la recolección de datos se fundamentó en la medición y el análisis mediante procedimientos estadísticos. En el enfoque cualitativo se retomó este problema de investigación desde un punto de vista holístico e interpretativo, en la medida de una contextualización de la problemática vista desde una realidad en la cuales se incluye una variedad de concepciones y visiones de una manera subjetiva e explicativa por parte de un rol social.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
2. OBJETIVOS .....	4
2.1    Objetivo general .....	4
2.2    Objetivos específicos.....	4
3. JUSTIFICACIÓN .....	5
4. MARCO DE REFERENCIA .....	7
4.1    Marco de antecedentes .....	7
4.2    Marco teórico.....	15
4.3    Marco geográfico.....	24
4.4    Marco legal.....	29
5. DISEÑO METODOLOGICO .....	32
5.1    Enfoque de la investigación .....	32
5.2    Tipo de investigación .....	32
5.3    Fases de la investigación .....	33
5.4    Técnicas de recolección de información .....	34
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	35
6.1    Identificación y reconocimiento de los documentos .....	35
6.2    Evaluación del sistema de acuerdo a cada una de las categorías del estándar brt 2014.....	53
6.3    Diseño del modelo de soluciones como alternativa al mejoramiento del sistema brt.....	60
Actividad 6.3.1 .....	60
Actividad 6.3.2 .....	60
Actividad 6.3.3 .....	60
Actividad 6.3.4 .....	78
7. CONCLUSIONES.....	81
8. RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA .....	84
ANEXOS.....	87

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DEL BRT ESTANDAR .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.7
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT DEL CORREDOR. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
TABLA 3. PLANEACIÓN DEL SERVICIO .....	19
TABLA 4. INFRAESTRUCTURA.....	20
TABLA 5. DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ AUTOBÚS-ESTACIÓN .....	21
TABLA 6. CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA PASAJEROS .....	22
TABLA 7. INTEGRACIÓN Y ACCESO .....	22
TABLA 8. MARCO LEGAL .....	29
TABLA 9. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT DEL CORREDOR.....	36
TABLA 10. PLANEACIÓN DEL SERVICIO .....	39
TABLA 11. INFRAESTRUCTURA.....	42
TABLA 12. DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ AUTOBÚS-ESTACIÓN .....	45
TABLA 13. CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA PASAJEROS .....	47
TABLA 14. INTEGRACIÓN Y ACCESO .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 15. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT .....	52
TABLA 16. PLANEACIÓN DEL SERVICIO .....	53
TABLA 17. INFRAESTRUCTURA.....	54
TABLA 18. DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ AUTOBÚS-ESTACIÓN .....	55
TABLA 19. CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION PARA PASAJEROS .....	55
TABLA 20. INTERROGACIÓN Y ACCESO.....	56
TABLA 21. PUNTUACIÓN BRT ESTÁNDAR 2014 – TRONCAL AVENIDA CARACAS ....	57
TABLA 22. DEDUCCIONES.....	58
TABLA 23. DEFINICIÓN DE LOS ANCHOS A LO LARGO DEL CORREDOR.....	60

## LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. DEMANDA TOTAL DE PASAJEROS 2009 .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 2. HORAS PICO (2009) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 3. VELOCIDADES (2009) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.1
ILUSTRACIÓN 4. PRODUCTIVIDAD OPERACIONAL- ENTRADA DE PASAJEROS POR KM-BUS .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.3
ILUSTRACIÓN 5. PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL- PROMEDIO DE PASAJEROS POR DIA POR AUTOBUS (2009) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 6. COSTOS DE CAPITAL POR KILOMETRO (2009) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 7. TARIFAS PARA LOS USUARIOS (2009) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 8. MAPA DE BOGOTÁ Y TRONCALES DE TRANSMILENIO .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.4
ILUSTRACIÓN 9. FLOTA TRONCAL VINCULADA POR TIPO Y OPERADOR .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.5
ILUSTRACIÓN 10. EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA DEMANDA DEL SISTEMA .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.5
ILUSTRACIÓN 11. TOP DE ESTACIONES Y PORTALES DE MAYOR DEMANDA EN UN DÍA NORMAL. ....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.6
ILUSTRACIÓN 12. LISTADO DE RUTAS DE MAYOR OCUPACIÓN EN LAS HORAS PICO DE LA MAÑANA Y DE LA TARDE EN UN DÍA TÍPICO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.7
ILUSTRACIÓN 13. PERFIL DEL ESPACIO DISPONIBLE VS ESPACIO UTILIZADO. ....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.2
ILUSTRACIÓN 14. ESTACIÓN CONSUELO (CARRERA. 14 CON CALLE 51 SUR) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.3
ILUSTRACIÓN 15 . ESTACIÓN CALLE 40 SUR (CARRERA. 14 CON CALLE 41 B SUR) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.4
ILUSTRACIÓN 16. ESTACIÓN CALLE 40 SUR (CARRERA. 14 CON CALLE 41 SUR) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.5
ILUSTRACIÓN 17. ESTACIÓN OLAYA (CARRERA. 14 CON CALLE 23 SUR) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.6
ILUSTRACIÓN 18. ESTACIÓN NARIÑO (CARRERA. 14 CON CALLE 6 SUR).....	67
ILUSTRACIÓN 19. ESTACIÓN HORTUA (CARRERA. 14 CON CALLE 2 SUR).....	68
ILUSTRACIÓN 20. ESTACIÓN HORTUA (CARRERA. 14 CON CALLE 1) .....	69
ILUSTRACIÓN 21. ESTACIÓN TERCER MILENIO (CARRERA. 14 CON CALLE 7) .....	70
ILUSTRACIÓN 22. ESTACIÓN AV. JIMÉNEZ (CARRERA. 14 CON CALLE 11) .....	71

ILUSTRACIÓN 23. ESTACIÓN CALLE 26 (CARRERA. 14 CON CALLE 25) .....	¡ERROR!
<b>MARCADOR NO DEFINIDO.2</b>	
ILUSTRACIÓN 24. ESTACIÓN CALLE 39 (CARRERA. 14 CON CALLE 38) .....	¡ERROR!
<b>MARCADOR NO DEFINIDO.3</b>	
ILUSTRACIÓN 25. ESTACIÓN MARLY (CARRERA. 14 CON CALLE 50).....	¡ERROR!
<b>MARCADOR NO DEFINIDO.4</b>	
ILUSTRACIÓN 26. ESTACIÓN CALLE 57 (CARRERA. 14 CON CALLE 54 BIS) ....	¡ERROR!
<b>MARCADOR NO DEFINIDO.5</b>	
ILUSTRACIÓN 27. ESTACIÓN CALLE 72 (CARRERA. 14 CON CALLE 70A) .....	¡ERROR!
<b>MARCADOR NO DEFINIDO.6</b>	
ILUSTRACIÓN 28. PUENTE PEATONAL. ESTACIÓN CALLE 40 SUR (CARRERA. 14 CON CALLE 41 B SUR) .....	77
ILUSTRACIÓN 29. PUENTE PEATONAL. ESTACIÓN AV. JIMÉNEZ (CARRERA. 14 CON CALLE 11) .....	78
ILUSTRACIÓN 30. PUENTE PEATONAL. ESTACIÓN CALLE 26 (CARRERA. 14 CON CALLE 25) .....	79



## INTRODUCCION

Bogotá, por ser centro de desarrollo del país tiene una población aproximada “según cifras del Departamento administrativo nacional de estadística (DANE), en el año 2010 Bogotá contaba con una población de 7.363.782 habitantes, con proyección en el 2015 de 7.878.783 habitantes”<sup>1</sup>, de los cuales gran cantidad de estos hacen uso del sistema de transporte masivo Transmilenio, uno de los factores potencialmente más favorables y que en esta ciudad ha cobrado mayor importancia en la necesidad de transportarse, surge la proyección de realizar una evaluación detallada del sistema de transporte masivo con el que contamos, y a partir de esto generar claridad del estado de nuestro sistema. Los aspectos a tener en cuenta serán los expuestos en la herramienta de evaluación BRT Standard 2014 que analizaran factores sociales, ambientales y estructurales de la primera Troncal implementada en la ciudad. Todo esto, con el propósito de integrar un trabajo final que establezca las condiciones más óptimas que debe poseer un sistema de transporte masivo como Transmilenio.

El trabajo realizado se ha basado en la recopilación de material bibliográfico, fotográfico y experimental sobre la troncal Avenida Caracas. Las fuentes de información recopiladas se encuentran desarrolladas y evaluadas en los resultados al final del documento.

El desarrollo de este documento persigue un anhelo de mejoramiento del transporte público masivo como instrumento para el desarrollo económico de la ciudad, y analiza las características sobresalientes del sistema Transmilenio, estableciendo una visión neutral sobre las ventajas y desventajas de utilizar los sistemas de tipo BRT, además analizar algunas de las implicaciones de realizar mejoras en el sistema de transporte masivo de la troncal y establecer los impactos que tienen estas alternativas mediante el estudio detallado de sus secciones transversales y espacios disponibles en la intervención de sistemas de puentes peatonales a lo largo de la troncal y sus posterior análisis en relación con los tiempos de viaje y velocidades comerciales del sistema.

---

<sup>1</sup> DANE. Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total por área 1985 – 2020. Bogotá 2015.

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Capital de la República de Colombia actualmente afronta una de las problemáticas más comunes que existen en las ciudades de grandes poblaciones, respecto a la movilidad peatonal y vehicular. Lo que implica que la demanda de vehículos que operan en el sistema de transporte masivo de la ciudad, no supla las necesidades de los usuarios. Incumpliendo así los principios sobre los cuales se fundamenta el transporte masivo, como lo son la calidad de vida, respeto al tiempo de los usuarios, costeabilidad y de sostenibilidad. Por tal razón, es de vital importancia considerar que las condiciones operativas del transporte público actuales conserven altos niveles de eficacia en la calidad del servicio.

En la actualidad la ciudad cuenta con un sistema integrado de transporte masivo de buses, Transmilenio, implementado en Diciembre del 2000, organizado en un conjunto de corredores viales exclusivo para este sistema y planteado mediante fases, buscando establecer un sistema masivo que asegurara los tiempos de viaje de los usuarios proporcionando un servicio eficiente y confortable. Lo que implica que el servicio de transporte público, por ser un servicio básico y fundamental evolucione proporcionalmente a la demanda, todo ello a que no se presenten considerables fallas en su organización, seguridad, capacidad técnica, operativa y financiera lo cual se verá reflejado en un deficiente servicio. Prueba de esta situación en el sistema de transporte masivo Transmilenio han sido las bajas velocidades registradas en los corredores viales de la implementación de la fase I troncal Avenida Caracas del sistema masivo Transmilenio de la ciudad de Bogotá, que se han traducido en mayores tiempos de desplazamiento de los ciudadanos, ocasionando niveles de congestión elevados y altos costos de operación vehicular. “Es así que se ha llegado a velocidades promedio de 10 km/h y en algunos casos en horario pico de la mañana a 5 km/h”.<sup>2</sup>

Al considerar estas deficiencias se determina un modelo ideal de sistema de transporte masivo definido en un enfoque estratégico en la movilidad sostenible, competitiva, ambientalmente sostenible y de integración modal establecido por una serie de criterios definidos en un estándar BRT.

---

<sup>2</sup> CHAPARRO, Irma. Evaluación del impacto socio-económico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá, El caso del sistema de transporte masivo, Transmilenio. (En línea)(Octubre de 2002). Disponible en internet: URL. [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6408/S0210717\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6408/S0210717_es.pdf?sequence=1)

El estándar BRT (Bus Rapid Transit) es un sistema estructurado de criterios evaluativos desarrollado para crear una definición común de autobuses de tránsito rápido y reconocer sistemas BRT de alta calidad en todo el mundo. Mediante métodos de certificación como el oro, plata y bronce, resultado de las categorías evaluadas y elementos que reciben puntos en el estándar BRT evaluados en una amplia variedad de contextos internacionales.

“Las funciones estándar de BRT son un medio para lograr una común definición, mediante un sistema de puntuación y como herramienta de planificación. Definiendo los elementos esenciales de BRT que proporciona un marco para el sistema de diseñadores, tomadores de decisiones en el transporte sostenible de la comunidad para identificar e implementar corredores de BRT de alta calidad.”<sup>3</sup> El estándar BRT se establece en ciudades que están liderando el camino hacia la alta calidad de los parámetros del BRT ofreciendo una mejor orientación basada en la práctica en la planificación de un sistema.

Por lo cual, se hace necesario evaluar el sistema masivo de transporte público vigente de la ciudad de Bogotá, con respecto a parámetros estándar a nivel internacional, como lo es el actual BRT estándar 2014, el cual establece características esenciales de los corredores, y proporciona un marco común sobre los sistemas BRT de alta calidad alrededor del mundo.

Por lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál sería el modelo ideal del sistema BRT de acuerdo a los criterios de evaluación establecidos por el Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITPD) del estándar BRT de la ciudad de Bogotá en la troncal Avenida Caracas del sistema masivo de transporte Transmilenio?

---

<sup>3</sup> The BRT Standard. (En línea)(2014). Disponible en internet: URL. <https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/BRT-Standard-2014.pdf>

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer un modelo optimo de sistema BRT aplicable a la troncal Avenida Caracas de Transmilenio de la ciudad de Bogotá, de acuerdo al sistema de calificación de calidad del estándar BRT 2014 vigente emitido por el Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITPD).

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las condiciones actuales de la troncal Avenida Caracas de Transmilenio evaluados en los criterios de las categorías del Estándar BTR 2014, vigente emitido por el Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITPD).
- Evaluar el modelo operativo actual de la troncal Avenida Caracas implementado en el sistema masivo Transmilenio de la ciudad de Bogotá.
- Diseñar un modelo óptimo de sistema BRT de acuerdo a los criterios de evaluación del sistema de calificación BRT estándar en la troncal Avenida Caracas del sistema masivo Transmilenio de la ciudad de Bogotá.

### 3 JUSTIFICACIÓN

El tema de la movilidad urbana en las últimas décadas, se ha convertido en un factor trascendental en las principales ciudades del mundo para el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos. Así mismo la movilidad es un indicador que sirve como instrumento para evaluar el desarrollo económico, social y ambiental de las ciudades.

“Debido a que Bogotá presenta un crecimiento poblacional en tasas promedio de 2.8%”<sup>4</sup>, es necesario optimizar varios de los factores que afectan la movilidad para ofrecer un sistema de transporte de alta calidad, evaluando este mediante la estandarización del BRT que cuantifique y califique los corredores y los diferentes inconvenientes que se presentan en la infraestructura del sistema masivo Transmilenio de acuerdo a un conjunto de criterios del estándar BRT 2014 vigente, emitido por el Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITPD), con el propósito de crear una sola definición de las mejores prácticas en el diseño que pueda ser aplicado en el sistema, en pro del mejoramiento de la movilidad y el desarrollo de la ciudad, al mismo tiempo que se intenta brindar al usuario un sistema de transporte masivo ideal identificando los corredores y aspectos más desfavorables que deberán rediseñarse en el sistema de acuerdo a la evaluación anteriormente planteada que permitirá desde el ámbito de la ingeniería civil identificar las alternativas de diseño en el sistema.

La presente investigación se enmarcará en el corredor de la Avenida Caracas debido al notable problema que este presenta en cuanto a su estructuración. “La troncal que estaba contemplada para una vida útil de 20 años, a los 10 años colapsó. Se constituyó como el primer proyecto de carriles segregados para Bogotá y consistió en la construcción sobre la avenida que lleva el mismo nombre puesto que asignaba prioridad al transporte público sobre el privado. Siendo así la troncal de la Avenida Caracas la vía que atraviesa la ciudad longitudinalmente, cubriendo una alta demanda de 31000 pasajeros por sentido siendo la vía más utilizada para realizar viajes en la ciudad.”<sup>5</sup>.

Por tanto la evaluación del sistema BRT Transmilenio de la ciudad de Bogotá en el tramo de la troncal de la Avenida Caracas generara un aporte adicional, teniendo en cuenta que esta investigación propondrá un diseño optimo en la adecuación de puentes peatonales en las intersecciones a intervenir con el objetivo de disminuir

---

<sup>4</sup> CHAPARRO, Irma. Op. Cit., p. 12

<sup>5</sup> CHAPARRO, Irma. Op. Cit., p. 16

los tiempos de viaje de los usuarios de acuerdo a las condiciones evaluadas existentes en el sistema implementado, partiendo de un parámetro guía internacional como lo es el estándar BRT 2014, para así adoptar medidas eficientes y eficaces en el diseño analizando las características básicas del BRT, la planeación del servicio y de los sistemas de información a pasajeros y de la infraestructura.

## 4 MARCO DE REFERENCIA

### 4.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Para la realización de la investigación se consultaron documentos del Instituto de Recursos Mundiales (IRM) en colaboración con la red global EMBARQ, estos documentos están directamente relacionados con el tema de modernización del transporte público, todo esto con el fin de obtener orientación y sustento teórico de lo que se pretende plantear en el presente trabajo investigativo.

El sistema de transporte público durante décadas ha significado uno de los grandes problemas por resolver en la ciudad de Bogotá. Son diversos los estudios elaborados como el realizado por la “División de Recursos Naturales e Infraestructura Unidad de Transporte, Santiago de Chile”<sup>6</sup> y “Evaluación Ex post Sistema de Transporte Masivo de Bogotá”<sup>7</sup> solicitada por el Departamento Nacional de Planeación cuyo objetivo fue documentar las características y costos del sistema para sus fases I y II, el cual cuantifica los impactos para los usuarios y la sociedad en su conjunto calculando indicadores de evaluación costo - beneficio mostrando resultados desfavorables y poniendo en evidencia la poca contribución del sector del transporte en el bienestar de los ciudadanos.

Con la idea de plasmar un punto de comparación y referencia para sistemas BRT futuros la red global EMBARQ toma un total de trece (13) ciudades dentro de las cuales se encuentra la ciudad de Bogotá, para examinar y llevar a cabo un informe general de cómo lograr un sistema BRT ideal. En el año 2008 se toma esta información de las trece ciudades para dar una visión general y hacer un análisis comparativo con el sistema tradicional de transporte masivo basados en el documento de (Orrico Filho et al., 2007) llamado PARATRANSIT: A KEY ELEMENT IN A DUAL SYSTEM “Con anterioridad a la implementación de los nuevos sistemas de autobús y a excepción de Brasil, China e India, la operación de los servicios de autobús tradicionales estaba a cargo de proveedores privados, con tarifas y rutas parcialmente reguladas, junto con débiles estrategias de

---

<sup>6</sup> PERROTI, Daniel. SÁNCHEZ Ricardo. La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe. (En Línea)(Julio de 2011). Disponible en internet: URL. <https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/BRT-Standard-2014.pdf>

<sup>7</sup> EMBARQ-Centro de transporte sostenible del Instituto de recursos Mundiales. Evaluación Ex post Sistema de Transporte Masivo de Bogotá, Fases I y II. (En línea)(Sep.2012).Disponible en internet: URL. [http://www.wri.org/sites/default/files/pdf/modernizing\\_public\\_transportation\\_es.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/pdf/modernizing_public_transportation_es.pdf).2010

planificación, y control<sup>8</sup> de ahí se logra desigualar el sistema tradicional de transporte con el BRT que a pesar de sus bajas tarifas y gran cobertura de red, muestra importantes ineficiencias como la excesiva existencia de flotas de autobuses que además poseen un tamaño inadecuado, rutas extensas con operación ineficiente además de un mínimo mantenimiento tanto para los vehículos como para la red vial agregando los grandes congestionamientos, altos niveles de ruido y emisiones de contaminantes (dióxido de carbono) y la frecuente guerra entre vehículos por los pasajeros. El análisis anterior servirá para restablecer los parámetros que no se deben llevar a cabo es decir no caer en el error de tomar algún elemento o punto de partida de un sistema convencional de transporte ya que actualmente y debido al alto crecimiento de las ciudades y la gran demanda de usuarios este sistema se puede considerar obsoleto.

El aspecto más importante y contundente dentro de un análisis comparativo para buscar el modelo ideal de BRT es sin duda alguna la planeación, se puede apreciar que en muchos de los trece (13) sistemas analizados hizo falta una buena planificación y por ende una buena inversión esto conllevó a demoras y problemas para la ejecución de los proyectos. Es importante destacar que ninguna de las ciudades analizadas comenzó su sistema de transporte de ceros. Por lo general, cierta planificación preliminar relativa al transporte precedió a la decisión de seguir adelante con el nuevo sistema de BRT o la reorganización del servicio de toda la ciudad. Por ejemplo, en el caso de Bogotá, se contaba con carriles exclusivos para autobuses desde 1989, sin todos los componentes de BRT, y se habían realizado propuestas conceptuales para la expansión de los mismos. Sin embargo, no se habían llevado a cabo estudios de factibilidad avanzados para el momento en que la ciudad decidió iniciar el proyecto del Transmilenio.

“Las ciudades adoptaron diferentes métodos para establecer los niveles de tarifa finales. En los proyectos con licitaciones competitivas para las concesiones de operación de los autobuses (por ejemplo Bogotá, Pereira y Santiago), las tarifas finales se determinaron como resultado del propio proceso de licitación. Las tarifas iniciales para los usuarios se calcularon en función de las ofertas de los futuros operadores, y los contratos incluyeron fórmulas de ajuste para tomar en cuenta los cambios en el costo del combustible, la mano de obra y demás suministros a través del tiempo. En otros sistemas, las tarifas fueron definidas por las autoridades políticas y no reflejaron necesariamente los verdaderos costos. Esto produjo varias consecuencias adversas predecibles: El sistema de Quito no fue

---

<sup>8</sup> EMBARQ, Op.Cit., p. 14



capaz de producir excedentes suficientes para pagar a los operadores de los trolebuses y autobuses de Eco vía, mientras que los sistemas de Ciudad de México, Yakarta y Beijing operaron bajo estrés financiero hasta que se aprobaron los incrementos en las tarifas. Cabe destacar en todo esto que uno de los componentes más importantes dentro de la planeación está el apoyo político debido a que estos tenían una visión más clara de hacia dónde iba el plan y además esto fue un impulso para la financiación del proyecto”<sup>9</sup>.

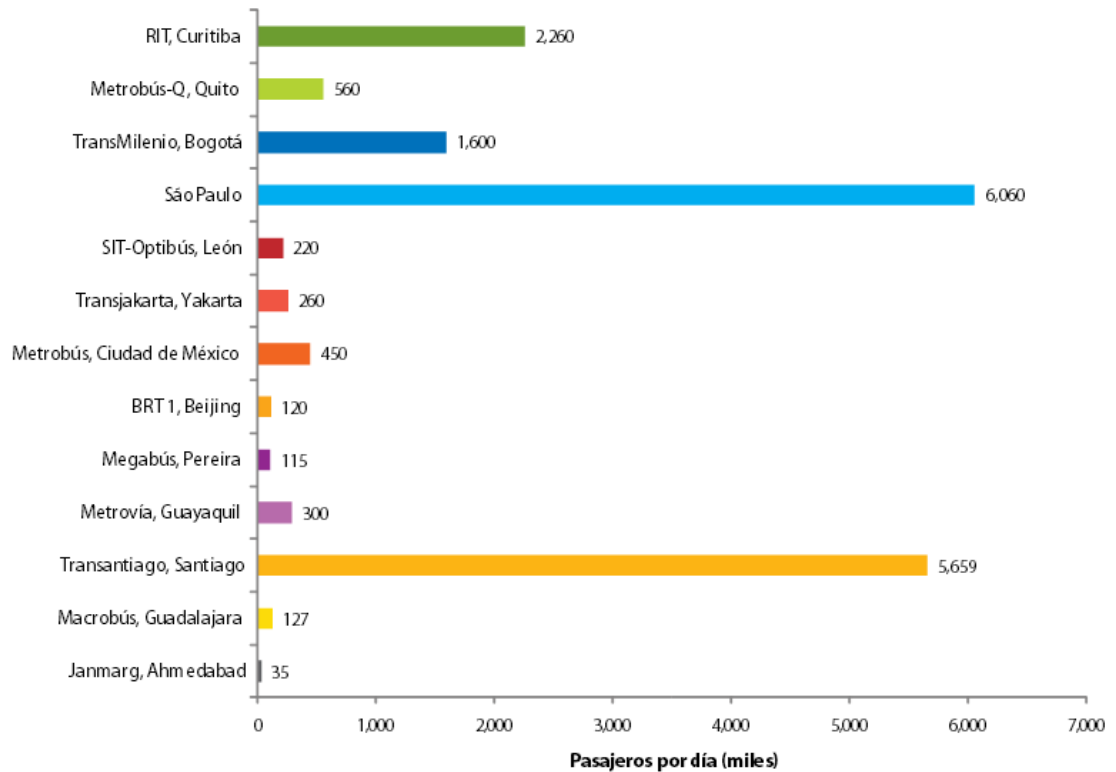
Haciendo un enfoque al sistema masivo Transmilenio de la ciudad de Bogotá para este proyecto investigativo. La experiencia a través de las ciudades seleccionadas sugiere que, cuando se pretende crear sistemas de transporte en autobús efectivos, contar con una gestión pública y estructuras de regulación adecuadas es tan importante como solucionar los detalles técnicos. Todos los esquemas de mejoramiento de transporte de las ciudades que se estudiaron requirieron la modificación de regulaciones, transferencia de la autoridad en transporte público entre diferentes niveles de gobierno o la creación de nuevas instituciones para desarrollar los proyectos.

A continuación se realizarán comparaciones por medio de gráficas tomadas del documento base del IRM (Instituto de Recursos Mundiales) con la colaboración de la red global EMBARQ, con el fin de plantear porcentajes promedios para cada aspecto funcional del sistema BRT ideal.

---

<sup>9</sup> EMBARQ, Op.Cit., p. 16

**Ilustración 1. DEMANDA TOTAL DE PASAJEROS 2009**



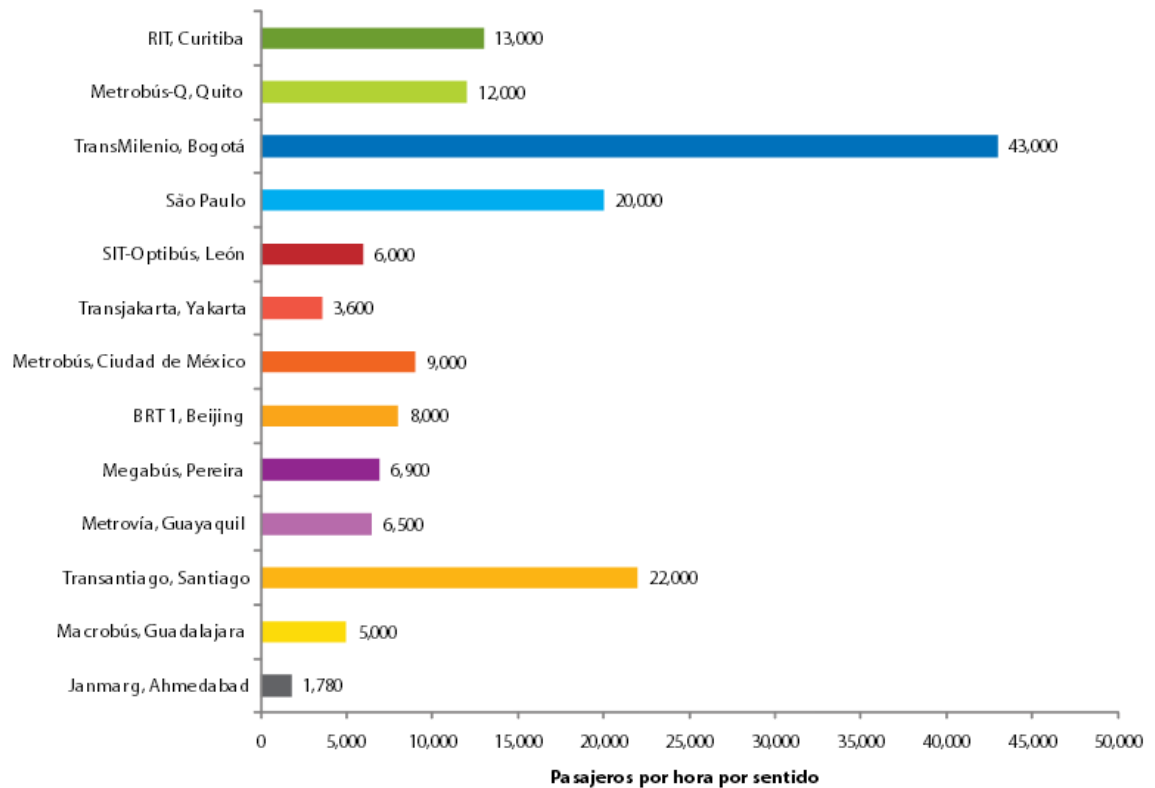
Fuente: Centro de transporte sostenible del Instituto de recursos Mundiales. EMBARQ

En el gráfico se puede determinar que la demanda es directamente proporcional a la población, en el caso de Sao Paulo donde se genera una mayor demanda debido a sus 11.32 millones de habitantes y en comparación con una ciudad pequeña como lo es Pereira que cuenta con una población de “358.681 habitantes”<sup>10</sup> lo cual se puede proyectar un sistema BRT ideal para una demanda aproximada dependiendo de la tasa de crecimiento poblacional de la ciudad.

<sup>10</sup> EMBARQ, Op.Cit., p. 26

## HORAS PICO (2009)

*Ilustración 2. HORAS PICO (2009)*

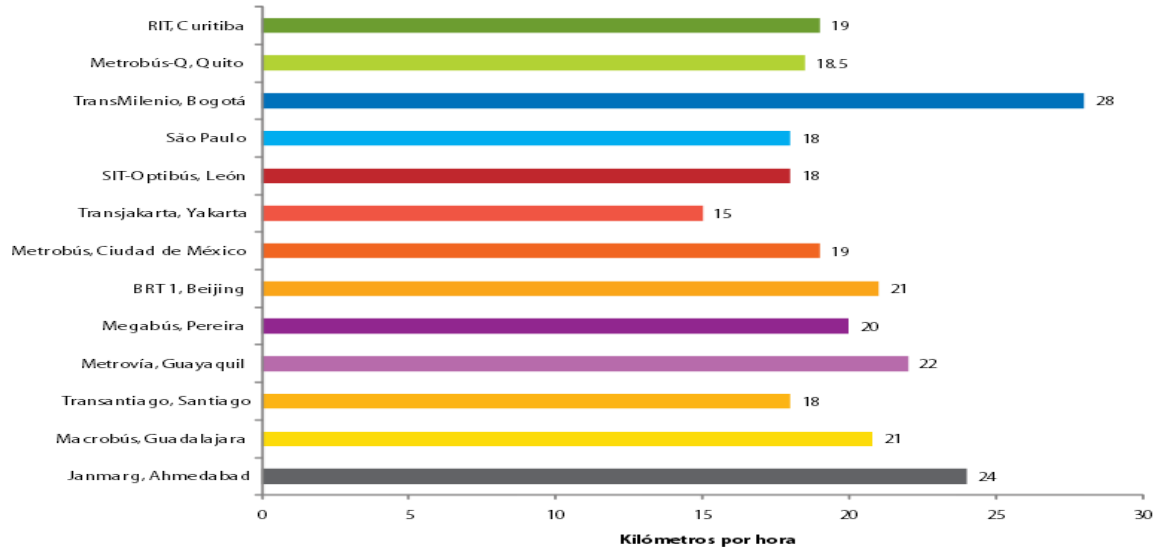


Fuente: Centro de transporte sostenible del Instituto de recursos Mundiales. EMBARQ

Bogotá se proyecta como la ciudad de mayor transporte de pasajeros por hora por sentido en las horas pico contando con un total de 43000 pasajeros con respecto a las demás ciudades.

## VELOCIDADES (2009)

*Ilustración 3. VELOCIDADES (2009)*

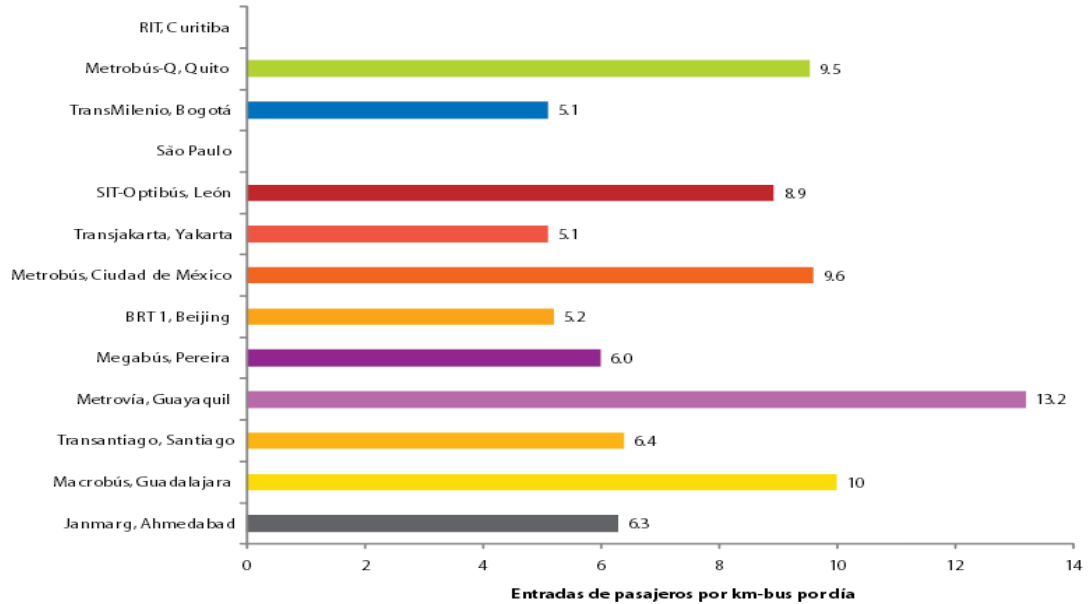


Fuente: Centro de transporte sostenible del Instituto de recursos Mundiales. EMBARQ

La eficiencia del sistema BRT ideal va a depender directamente de muchos aspectos pero probablemente el que más influya es el de la velocidad, debido a que si esta es alta y constante reducirá el tiempo de los recorridos haciendo el sistema eficaz e ideal.

## PRODUCTIVIDAD OPERACIONAL- ENTRADA DE PASAJEROS POR KM-BUS

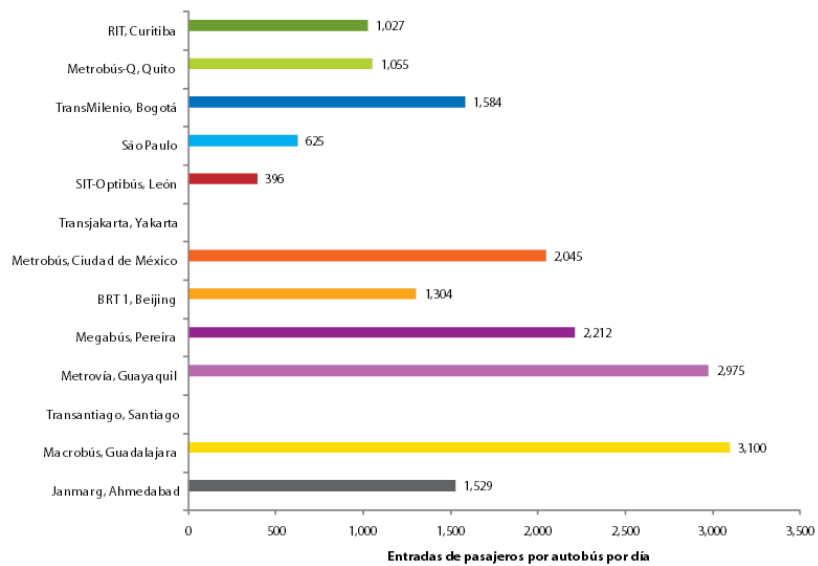
*Ilustración 4* PRODUCTIVIDAD OPERACIONAL- ENTRADA DE PASAJEROS POR KM-BUS



Fuente: Centro de transporte sostenible del Instituto de recursos Mundiales. EMBARQ

## PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL- PROMEDIO DE PASAJEROS POR DIA POR AUTOBUS (2009)

*Ilustración 5* PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL- PROMEDIO DE PASAJEROS POR DIA POR AUTOBUS (2009)

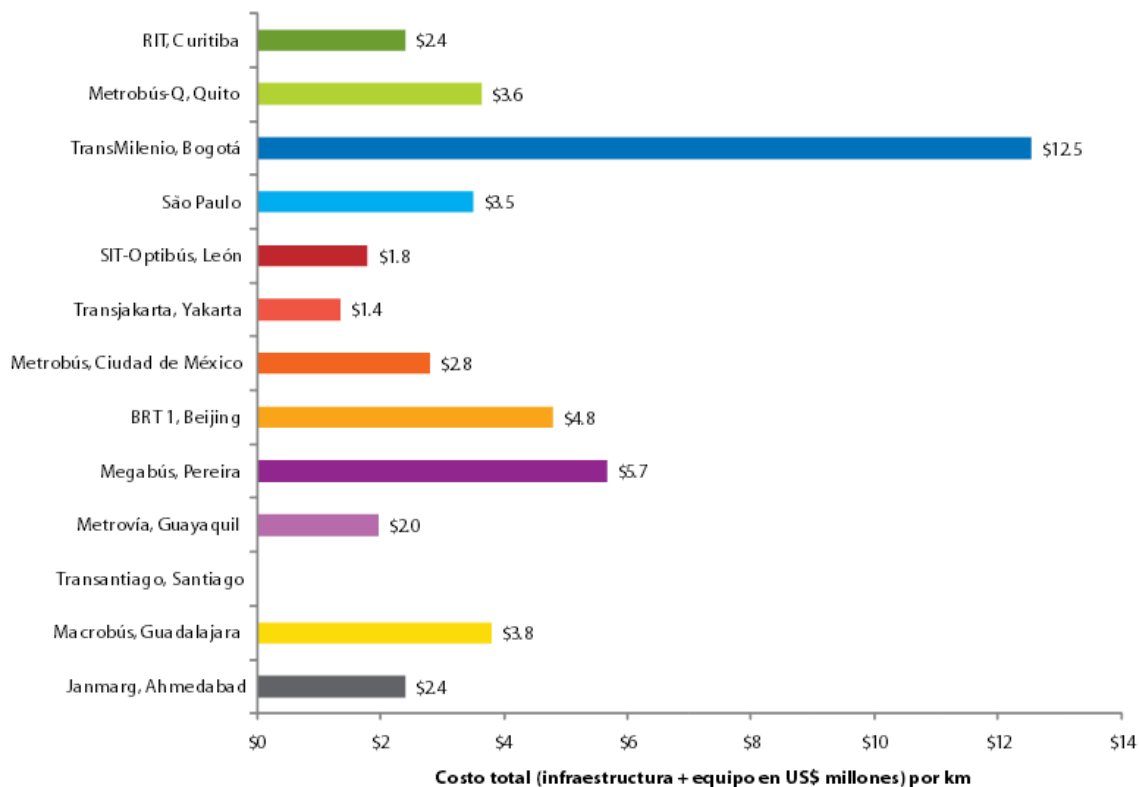


Fuente: Centro de transporte sostenible del Instituto de recursos Mundiales. EMBARQ

El gráfico muestra la cantidad de pasajeros que puede llevar un vehículo articulado por día, lo que da un promedio de cuál sería la cifra ideal de pasajeros que se podría manejar por recorrido, y ya con un estudio detallado de cada una de las rutas se podría establecer una frecuencia mayor de buses biarticulados para cierta cantidad de rutas que tengan una mayor demanda de pasajeros.

## COSTOS DE CAPITAL POR KILOMETRO (2009)

*Ilustración 6 COSTOS DE CAPITAL POR KILOMETRO (2009)*

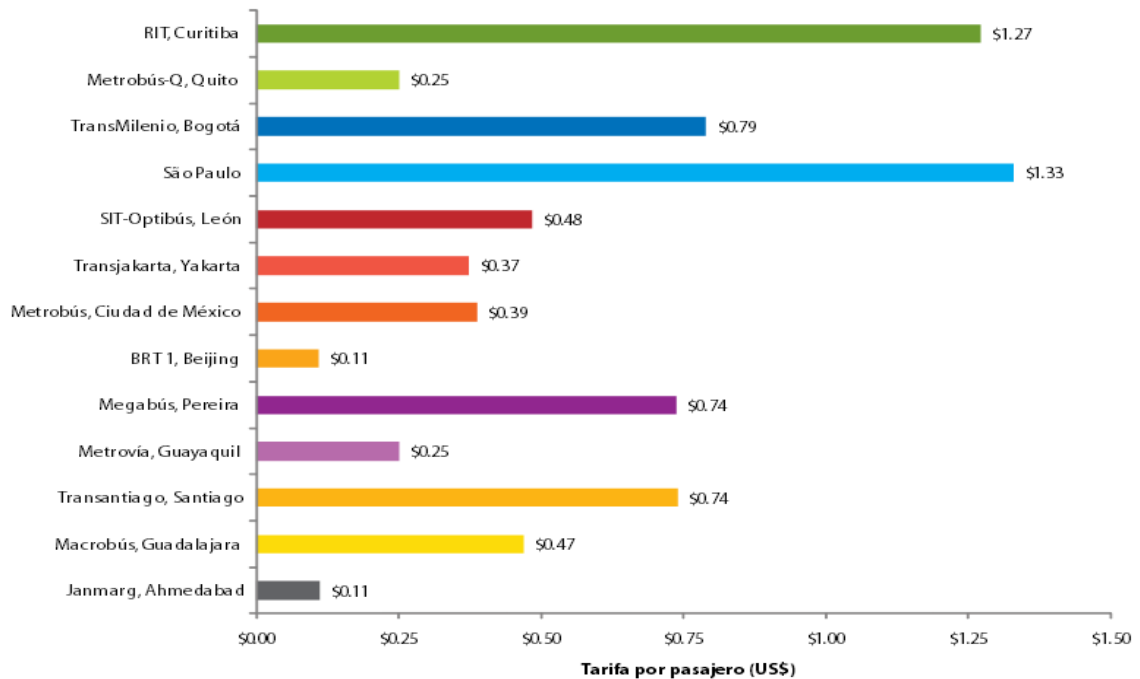


Fuente: Centro de transporte sostenible del Instituto de recursos Mundiales. EMBARQ

Bogotá tiene los costos de infraestructura más equipo por kilómetro más altos en comparación a las demás ciudades lo que sin duda significa una gran inversión de capital para lograr un sistema BRT, teniendo en cuenta esto se podría hablar de una baja en los costos de operación para así lograr un sistema BRT ideal.

## TARIFAS PARA LOS USUARIOS (2009)

Ilustración 7 TARIFAS PARA LOS USUARIOS (2009)



Fuente: Centro de transporte sostenible del Instituto de recursos Mundiales. EMBARQ

La tarifa se ve directamente relacionada con el tipo de financiación que tuvo el proyecto si fue con el método arriba y abajo en el que se ven involucrados los niveles más altos de la jerarquía política, como lo son funcionarios electos o embajadores o por lo contrario la iniciativa viene de personal de las agencias de planificación.

## 4.2 MARCO TEÓRICO

El Estándar BRT Edición 2014 es la culminación de una revisión de la Norma BRT, Edición 2013, en donde se logra un balance en los aspectos de la revisión de los criterios evaluativos de la definición del corredor reduciéndose de 4 km de longitud a 3 km para permitir que los corredores puedan proporcionar conexiones considerables a la red regional de transporte. En cuanto a las sanciones en la frecuencia el cambio más significativo ha sido la eliminación de la hora pico y valle de frecuencias de diseño y por último en el énfasis en fundamentos un punto adicional se añadió a cada uno de los elementos básicos de BRT, la creación de

un mayor énfasis en los elementos básicos de BRT generando reconfiguraciones en la calificación con puntos adicionales todo esto con el objetivo de satisfacer las diferentes necesidades de diseño BRT que tienen las distintas ciudades, países y continentes como lo es en el caso de Colombia, con la implementación de un sistema BRT en la ciudad de Bogotá en donde se analiza bajo la perspectiva de las necesidades existentes, con el fin de proyectar un sistema eficiente y confiable por un periodo de tiempo útil.

De tal manera que se tiene como objetivo principal determinar las características de los mejores corredores de BRT, así mismo como su capacidad para proveer niveles de servicio óptimos y con estas herramientas proporcionar un marco común en el que los diseñadores del sistema, los tomadores de decisiones y la comunidad de transporte identifiquen e implementen corredores de mejor calidad.

Para poder evaluar el sistema BRT, el estándar 2014, le han agregado como componente imprescindible el análisis de las características básicas, este ítem es el que tiene mayor puntuación, analiza características básicas establecidas en la (tabla 2), como lo son:




- ✓ Alineación de carriles.
- ✓ Carriles exclusivos y derechos de vía.
- ✓ Pago de pasaje anterior al abordaje.
- ✓ Manejo de intersecciones.
- ✓ Abordaje a nivel de plataforma.

A parte de este ítem se analizan otros criterios como la planeación del servicio en las subcategorías de rutas simples, frecuencias en horas pico y en hora no pico, los servicios locales directos y limitados, centros de control, horarios de operación, perfil de demanda y finalmente la red de corredores múltiples (tabla 3). En la infraestructura se analiza principalmente los carriles de rebase en las estaciones, la minimización de las emisiones de los autobuses, la estrategia de ubicación de las estaciones y las estaciones centrales (tabla 4). Diseño de la estación e interfaz de la estación – autobús, en el manejo de las distancias entre estaciones, estaciones seguras y cómodas, el número de puertas en el autobús y la existencia de puertas corredizas en las estaciones (tabla 5). Calidad del servicio y de los sistemas de información para pasajeros, en la creación de marca e información debida a los pasajeros del sistema (Tabla 6). Y por últimos en la categoría de interrogación y acceso, en cuanto al acceso universal, la integración con otros tipos de transporte público, acceso peatonal, estacionamiento seguro para las bicicletas, así mismo como sus carriles exclusivos (tabla 7). Según el resultado de



calificación total se tiene que el BRT se puede clasificar en tres grupos dependiendo de este resultado (tabla 1).

**Tabla 1. CLASIFICACIÓN DEL BRT ESTANDAR**

CLASIFICACIÓN	
<p><b>El BRT estándar Oro: 85 -100 puntos.</b></p> 	<p>Es consistente en casi todos los aspectos con las mejores prácticas internacionales y logra el más alto nivel de rendimiento y eficiencia operacional mientras que proporciona una alta calidad de servicio.</p>
<p><b>El BRT estándar Plata: 70 – 84.</b></p> 	<p>Incluye la mayor parte de los elementos y criterios evaluados siendo probablemente rentable en las prácticas internacionales en donde se proyecte un sistema BRT, estos sistemas logran un alto rendimiento operativo y buena calidad del servicio.</p>
<p><b>El BRT estándar Bronce: 55 – 69.</b></p> 	<p>El BRT estándar Bronce se otorga a sistemas que cumplen con todos los requisitos básicos del sistema BRT y son consistentes con muchas de las mejores prácticas internacionales. Este sistema tiene características que lo ponen sobre un BRT Básico, con una mayor eficiencia operacional Y una mejor calidad en el servicio.</p>
<p><b>El BRT Básico: 18-55 puntos</b></p>	<p>Se refiere a un sistema que contiene los elementos esenciales para cumplir con la definición de BRT del Comité Técnico. Este mínimo es una condición necesaria más no suficiente para ser distinguido con oro, plata o bronce.</p>

Fuente: Institute For Transportation & Development Policy.org. <http://www.itpd.org/index.pdp?microsites/brt-standar/>.

**Tabla 2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT DEL CORREDOR**

<b>1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT DEL CORREDOR</b>	
<b>1.1 CARRILES EXCLUSIVOS Y DERECHO DE VÍA</b>	<p>Los carriles exclusivos son fundamentales para asegurar que los autobuses puedan desplazarse sin tener interrupciones por medio de la congestión vehicular. El diseño físico de la sección de BRT es crucial para que se respeten dichos carriles. Los carriles exclusivos son imprescindibles en lugares donde hay mucho tráfico.</p> <p>Las vías para servicios troncales corresponden a los carriles centrales de las principales avenidas de la ciudad. Estos carriles exclusivos se acondicionan especialmente para soportar el paso de los buses y se separan físicamente de los carriles de uso mixto, disponibles para circulación de vehículos particulares, camiones y taxis.</p>
<b>1.2 ALINEACIÓN DE CARRILES</b>	<p>El mejor lugar para colocar las vías de los autobuses es en donde puedan minimizarse los conflictos con otro tráfico vial, en especial por tener que dar vueltas en carriles de tráfico mixto. En la mayoría de los casos, los carriles centrales encuentran menos conflictos con otros vehículos que los carriles de las orillas, ya que estos últimos colindan con estacionamientos y otras calles, etc. Además, mientras los vehículos repartidores y los taxis requieren acceso a la banqueta, los carriles centrales suelen permanecer libres de este tipo de obstrucciones. Todas las recomendaciones de configuraciones de diseño que se presentan a continuación buscan reducir el riesgo de retrasos causados por obstrucciones y por vehículos dando vueltas.</p>
<b>1.3 PAGO DE PASAJE ANTERIOR AL ABORDAJE</b>	<p>El sistema de cobro es un sistema de barrera de control, el cual consta de un sistema de torniquetes que registran el cobro al momento de acceder al sistema, lo cual garantiza el pago y disminuye el tiempo de ingreso a las plataformas de abordaje.</p> <p>El método de registro del pago se realiza mediante tarjetas plásticas, las cuales son adquiridas por los usuarios en las diferentes taquillas del sistema o taquillas externas que pretenden disminuir la congestión de las taquillas de las plataformas de acceso, de igual manera se han creado métodos de pago rápidos como son la tarjeta de cliente frecuente, convenios con universidades, mecanismos que pueden ser recargados en puntos externos sin necesidad de una taquilla.</p>
<b>1.4 ABORDAJE A</b>	<p>El abordaje a nivel, pretende prestar un buen servicio del sistema, dando un mismo nivel de acceso entre el autobús y la plataforma de</p>

<b>NIVEL DE PLATAFORMA</b>	acceso, lo cual representa disminuye los retrasos especialmente cuando el sistema es utilizado por personas con discapacidades físicas.
<b>1.5 MANEJO DE INTERSECCIONES</b>	Al aumentar el tiempo del semáforo en verde, permite que el sistema opere con mayores velocidades, de igual manera prohibir el los giros vehiculares a través de los carriles del sistema BRT, hace que el sistema opere con mayor velocidad. Lo cual es prioridad para manejar los estándares de velocidad del sistema.

**Tabla 3. PLANEACIÓN DEL SERVICIO**

<b>2 PLANEACIÓN DEL SERVICIO</b>	
<b>2.1. RUTAS MÚLTIPLES</b>	Se especifican como los servicios directos en un mismo corredor lo cual reduce los tiempos de viaje de puerta a puerta, ya que elimina las pérdidas de tiempo al hacer transferencias.
<b>2.2 SERVICIOS LOCALES, DIRECTOS Y LIMITADOS</b>	Son aquellos servicios que permiten que los usuarios tengan una amplia gama de rutas para realizar su viaje, y de igual forma esto hace que el sistema mejore sui servicio, ya que emplea diferentes rutas que logran abatir la demanda presentada dentro del sistema.
<b>2.3 CENTRO DE CONTROL</b>	El centro de control de operación permite supervisar forma permanente la operación y cada uno de los buses de los buses troncales del sistema. Esto hace posible controlar la velocidad, la frecuencia, los horarios y las rutas de los vehículos, y lo más importante, permite una prestación adecuada del servicio en cada uno de sus recorridos.
<b>2.4 PRESENCIA EN LOS 10 CORREDORES PRINCIPALES</b>	Si el corredor BRT está situado en una de los diez mejores corredores, en términos de cantidad de pasajeros de autobuses agregado, esto le ayudará a asegurarse de que una proporción significativa de los pasajeros se benefician de las mejoras. Puntaje otorgado a los sistemas que han hecho una buena elección para el corredor BRT, sin importar el nivel de demanda total.
<b>2.5 PERFIL DE DEMANDA</b>	Es la cantidad de usuarios que harán uso del sistema en donde el corredor debe incluir, por sí mismo o por extensiones, el segmento de mayor demanda a una distancia menor a 2 km del final del corredor. Este segmento debe tener carriles exclusivos y cumplir con las características básicas de BRT.

<b>2.6 HORARIOS DE OPERACIÓN</b>	Los horarios de operación son los establecidos por el sistema de acuerdo a unos intervalos de tiempo para el funcionamiento de la prestación del servicio a los usuarios.
<b>2.7 RED DE CORREDORES MÚLTIPLES</b>	Referente al sistema complementario ideal de un sistema BRT el cual debe incluir múltiples corredores que se conecten y formen una red, ya que esto amplía las opciones de viaje de los pasajeros y hace que el sistema sea más viable.

**Tabla 4. INFRAESTRUCTURA**

<b>3. INFRAESTRUCTURA</b>	
<b>3.1 CARRILES DE REBASE EN LAS ESTACIONES</b>	Se establecen como los carriles de uso exclusivo para el tránsito en el ingreso de las estaciones y portales contando con un carril doble para cada sentido en el que se movilizan los vehículos, este se encuentra demarcado por toda la red y apartado del tráfico.
<b>3.2 MINIMIZACION DE EMISION DE LOS AUTOBUSES</b>	Los vehículos que transitan y que hacen parte del sistema son buses reglamentados por las normas ambientales internacionales los cuales cumplen un estándar de reducción de emisiones los cuales están en calificación EURO, el en 2010 Mercedes Benz entro al mercado colombiano para el sistema con buses que tiene el sistema "blue tech" el cual está acorde con los estándares de la euro v, actualmente los vehículos que ingresan a hacer parte del sistema poseen esta calificación y se espera que lleguen vehículos con la euro VI.
<b>3.3 ESTACIONES QUE NO INTERFIERAN CON LAS INTERSECCIONES</b>	En esta calificación respecto a la inspección visual que se realiza de las estaciones y los requerimientos para construir una estación según el IDU.
<b>3.4 ESTACIONES CENTRALES</b>	El sistema se ha caracterizado por cumplir el mayor ítem del estándar el cual es el derecho de vía exclusivo el cual en todas las troncales se les ha diseñado en el centro de las vías.

<b>3.5 CALIDAD DE PAVIMENTO</b>	Un pavimento de buena calidad asegura un mejor servicio y operaciones por un período más largo, disminuyendo la necesidad del periodo de mantenimiento en la vía de los buses.
---------------------------------	--

**Tabla 5. DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ AUTOBÚS-ESTACIÓN**

<b>4. DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ AUTOBÚS-ESTACIÓN</b>	
<b>4.1 DISTANCIA ENTRE ESTACIONES</b>	Para tener un espaciado consistente y óptimo, las estaciones no deben estar a más de 0.8 km (0.5 millas) o menos de 0.3 km (0.2 millas) entre ellas.
<b>4.2 ESTACIONES SEGURAS Y CÓMODAS</b>	Las estaciones deben tener un ancho interior de cuando menos 3 metros (10.5 pies), por lo tanto todas las estaciones de los corredores son amplias, atractivas y protegen del clima.
<b>4.3 NÚMERO DE PUERTAS EN EL AUTOBÚS</b>	Los autobuses articulados deben tener tres o más puertas, y los normales dos puertas anchas para obtener puntos en este rubro. Todos los vehículos que ingresan al sistema para las trocales tienen mínimo 3 entradas una de ella para minusválidos que normalmente está en la parte delantera esta es mucho más ancha que las demás para la comodidad de las personas con discapacidad que utilicen el sistema.
<b>4.4 BAHIAS Y PARADAS SECUNDARIAS</b>	<p>Los muelles de atraque Múltiples y sub-paradas no sólo aumentan la capacidad de una estación, ayudan a las estaciones proporcionar múltiples servicios en la estación también.</p> <p>Una estación se compone de sub-paradas que pueden conectarse entre sí sino que debe ser separado por una pasarela el tiempo suficiente para permitir que los autobuses pasen un sub-stop para atracar en otro. Esto reduce el riesgo de la congestión al permitir que un autobús pase a un sub-punto donde los autobuses pueden dejar pasajeros dentro y fuera. Ellos son generalmente adyacentes entre sí y permitir que un segundo bus a tire hacia arriba detrás de otro bus ya en el estación. Una estación puede estar compuesta de un solo sub-parada.</p> <p>Como mínimo, una estación necesita un sub-stop y dos muelles de atraque. Por lo general se recomienda que uno sub-stop no tener más de dos muelles de atraque, pero en ese punto debe ser añadido otro sub-stop. Muelles de atraque Múltiples y sub-paradas son importantes, independientemente del nivel de pasajeros.</p>

<b>4.5 PUERTAS CORREDIZAS EN LAS ESTACIONES</b>	Las puertas corredizas en las paradas en el interior de la estación mejoran el ambiente de la misma, reducen el riesgo de accidentes y evitan que alguna persona entre a la estación por lugares no autorizados.
---	--

**Tabla 6. CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA PASAJEROS**

<b>5. CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA PASAJEROS</b>	
<b>5.1 CREACIÓN DE MARCA</b>	Referida a una marca con gran identidad que hace fácil su distinción y su identificación, tanto los autobuses, como las estaciones y los portales cuentan con la misma marca propia.
<b>5.2 INFORMACION PARA PASAJEROS</b>	La información para los pasajeros en tiempo real incluye paneles electrónicos, mensajes por audio (“Próximo autobús” en las estaciones, “Próxima parada” en los autobuses), y/o información dinámica en dispositivos electrónicos. La información estática para los pasajeros se refiere a la señalización en la estación y el vehículo, que incluye mapas de la red, mapas de la ruta, mapas del área local, indicaciones de emergencia y otra información que incumbe al usuario.

**Tabla 7. INTEGRACIÓN Y ACCESO**

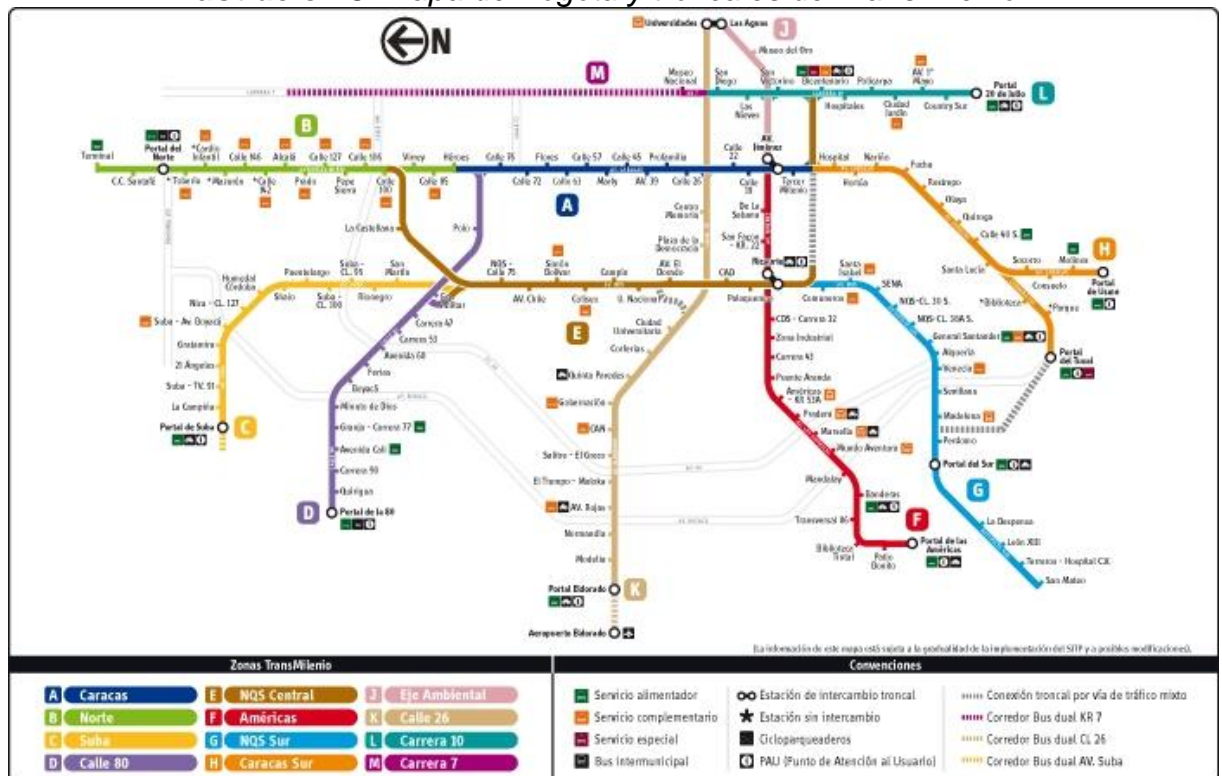
<b>6. INTEGRACIÓN Y ACCESO</b>	
<b>6.1 ACCESO UNIVERSAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dispositivos Sonoros: Anuncio de apertura y cierre de puertas, ayudando a usuarios con discapacidad visual.</li> <li>✓ Acceso al sistema: Dispositivos que permiten brindar información acerca de la próxima parada y el destino final del servicio que está prestando el bus, ayudando a usuarios con discapacidad auditiva y visual.</li> <li>✓ Apoyos Isquiáticos: Soporte preferencialmente para el uso de personas en condición de discapacidad, mujeres</li> </ul>

	<p>embarazadas, niños y adultos mayores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Puertas preferenciales: Puertas preferenciales con señalización adecuada, para usuarios en condición de discapacidad mujeres embarazadas, niños y adultos mayores.</li> <li>✓ Plataforma en buses: Alimentadores del sistema contando con mecanismos de sujeción que facilitan los procesos de abordaje y salida del bus, ayudando a usuarios con movilidad reducida.</li> </ul>
<b>6.2 INTEGRACIÓN CON OTROS TIPOS DE TRANSPORTE PÚBLICO</b>	<p>El corredor BRT deberá integrarse de forma física con otros medios de transporte públicos donde haya líneas que se cruzan. Si no hay líneas que se crucen, también se pueden obtener puntos por integración física.</p>
<b>6.3 ACCESO PEATONAL</b>	<p>Un buen acceso peatonal es definido por los cruces al nivel de los peatones, donde los peatones atraviesan un máximo de dos carriles antes de llegar a un refugio peatonal; si se deben cruzar más de dos carriles a la vez, se proporciona un paso de peatones señalizado. Aunque se prefieren los cruces a nivel, también pueden considerarse los puentes peatonales y los pasos a desnivel con escaleras mecánicas o ascensores en funcionamiento.</p>
<b>6.4 ESTACIONAMIENTO SEGURO PARA BICICLETAS</b>	<p>Espacios necesarios para proporcionar estacionamientos para las bicicletas en las estaciones para aquellos pasajeros que desean utilizarlas como alimentadores al sistema BRT.</p>
<b>6.5 CARRILES PARA BICICLETAS</b>	<p>Referentes a los carriles para bicicletas que deberán conectar de manera idónea las principales zonas residenciales, centros comerciales, escuelas y centros de negocios con las estaciones BRT más cercanas para proporcionar un acceso mucho más amplio.</p>
<b>6.6 INTEGRACIÓN CON SISTEMAS DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS</b>	<p>Tener la opción de hacer viajes cortos desde el corredor BRT por una bicicleta compartida es importante a proveer conectividad a algunos destinos. Los gastos de explotación de la prestación de servicio de autobús a la última milla (es decir, buses alimentadores) son a menudo el más alto costo de mantenimiento de una red de BRT; por lo tanto, proporcionar un bajo costo compartido de bicicletas alternativa a los alimentadores es generalmente visto como la mejor práctica</p>

### 4.3 MARCO GEOGRÁFICO

En la ciudad de Bogotá, Colombia, se encuentra ubicado el sistema de transporte masivo Transmilenio, específicamente sobre las principales avenidas o troncales que cubren la ciudad, conocidas también como: Caracas sur, Avenida caracas, Autopista norte, Suba, Calle 80, NQS central (Carrera. 30), NQS sur, Américas, Eje Ambiental, Calle 26 y Carrera 10, como se percibe en el Mapa de la ciudad de Bogotá con la redes del sistema de transporte masivo Transmilenio.

**Ilustración 8. Mapa de Bogotá y troncales de Transmilenio**



Fuente: Transmilenio S.A. <https://www.transmilenio.gov.co>. MAPATRANSMILENIO.

“De acuerdo al informe No. 14 entregado el 31 de Diciembre de 2014, por la Subgerencia técnica y de servicios Transmilenio S.A, correspondiente a la estadística de oferta y demanda del sistema integrado de transporte público”<sup>11</sup>,

<sup>11</sup> SUBGERENCIA TECNICA Y DE SERVICIOS TRANSMILENIO S.A., Estadística de oferta y demanda del sistema integrado de Transporte público- SITP, Informe No. 14. (En línea)(Sep.2014).Disponible en internet: URL.



Transmilenio ofrece una flota de casi de 2000 buses para cubrir la demanda total de pasajeros en el total de las fases tal como se evidencia en la Tabla 8.

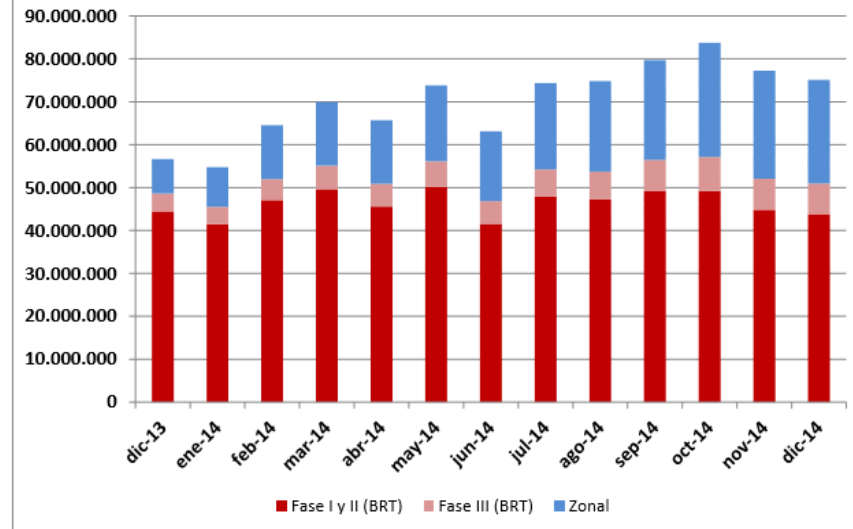
**Ilustración 9. Flota troncal vinculada por tipo y operador**

Fase	Operador	Articulados	Biarticulados	Padrones duales	Total
FASE I	CIUDAD MÓVIL	177	10	0	187
	EXPRESS DEL FUTURO S.A.	191	0	0	191
	METROBUS	141	0	0	141
	SI 99	254	0	0	254
FASE II	CONNEXION MÓVIL S.A.	161	0	0	161
	SOMOS K S.A.	170	0	0	170
	TRANSMASIVO S.A.	219	0	0	219
FASE III	CONSORCIO EXPRESS SAN CRISTÓBAL	48	133	70	251
	CONSORCIO EXPRESS USAQUÉN	33	83	113	229
	COOBUS S.A.S.	18	3	0	21
	GMOVIL S.A.S.	38	83	44	165
<b>Total</b>		<b>1450</b>	<b>312</b>	<b>227</b>	<b>1989</b>

Fuente: Dirección técnica BRT.TMSA. Datos con corte a 31 de diciembre de 2014.

Sin embargo, el mismo informe presenta que en el mes de diciembre de 2014 se registraron 75.074.536 ingresos de pasajeros al sistema, incluyendo los zonales. Es decir 50.987.539 de esos ingresos se presentaron en el sistema BRT; despliega como la demanda del Sistema BRT en diciembre de 2014 aumentó 16.4% con respecto al mismo mes del año anterior, es decir 7.184.333 de ingresos adicionales, pasando de 43.803.206 en diciembre del 2013 a 50.987.539 millones de ingresos en diciembre del 2014. Como se puede observar en la tabla 9.

**Ilustración 10. Evolución de la composición de la demanda del Sistema**



Fuente: Subgerencia técnica V de servicios. TMSA

Durante el desarrollo y evolución de las fases se ha podido establecer cuáles son los 20 portales o estaciones con más demanda en los últimos años. Para poder estimar las estaciones con mayor demanda se evaluó un día común en diciembre del 2014, lo cual demostró que los portales con mayor demanda son el portal norte, portal 80 y portal Américas; se expone que 5 estaciones de esta lista son pertenecientes a la troncal caracas tal y como se percibe en la tabla 10.

Según la tabla 3, el Portal Norte es el que más entradas de pasajeros registró con un total de 92303, es decir, casi un 5% de todas las troncales. Se obtiene que de las 137 estaciones que existen el 45,05% de las entradas se producen en estas 20.

**Ilustración 11.** Top de estaciones y Portales de mayor demanda en un día normal.

<b>Estación</b>	<b>Entradas</b>	<b>% del total Troncal</b>
<b>Portal Norte</b>	92303	4,39%
<b>Portal 80</b>	81805	3,89%
<b>Portal Américas</b>	77447	3,68%
<b>Portal Suba</b>	69843	3,32%
<b>Av. Jiménez</b>	60804	2,89%
<b>Portal Tunal</b>	49581	2,36%
<b>Portal El Dorado</b>	48928	2,33%
<b>Cl. 100</b>	48362	2,30%
<b>Portal Sur</b>	48269	2,29%
<b>Portal Usme</b>	48207	2,29%
<b>Banderas</b>	43347	2,06%
<b>Portal 20 de Julio</b>	41201	1,96%
<b>Estación Intermedia San Mateo</b>	39363	1,87%
<b>Cl. 63</b>	32698	1,55%
<b>Cl. 72</b>	32142	1,53%
<b>Cl. 76</b>	28777	1,37%
<b>Alcalá</b>	27238	1,29%
<b>Toberín</b>	26386	1,25%
<b>Cl. 57</b>	25669	1,22%
<b>Héroes</b>	25668	1,22%
<b>Total Top 20</b>	<b>948038</b>	<b>45,05%</b>

Fuente: Subgerencia técnica y de servicios. TMSA.

Otro dato importante que el Informe despliega radica en el listado de rutas con mayor ocupación en el componente troncal, éstas de acuerdo a las horas pico que el sistema presenta en un día común, es decir, de 5:30 a.m. a 8:30 a.m., y de 5:30 p.m. a 7:30 p.m.

En la tabla 11 se puede observar que las rutas que van completamente llenas son:

- Entre 5:30 a.m. y 8:30 a.m. son “B23” y “D20”
- Entre 5:30 p.m. y 7:30 p.m. son “H20” y “L7”

**Ilustración 12.** Listado de rutas de mayor ocupación en las horas pico de la mañana y de la tarde en un día típico

Mañana (05:30 a 08:30)		Tarde (17:30 a 19:30)	
Ruta	Ocupación	Ruta	Ocupación
B23	100%	H20BI	100%
D20BI	100%	L7	99%
B18	98%	H17	95%
C15	98%	L10	95%
C29	97%	H15	95%
B53	97%	F19	94%
A15	97%	H54	94%
J73	97%	G52	93%
J70	97%	H20	93%
A52	97%	G22	93%
C19	96%	H4	93%
B28	95%	F32	92%
D51	95%	F23BI	92%
D50	95%	B74	92%
B12	94%	C15	92%
F29	93%	H3	92%
C17	93%	J24	91%
B72	91%	F28	91%
D3	91%	G31	91%
H20	90%	H21	90%
H70	90%	G61	90%
G71	90%	F23	90%
E25	90%	D10	90%
H50	90%	D60	90%

Fuente: Subgerencia técnica y de servicios. TMSA.

Con lo mencionado anteriormente se concluye que el sistema masivo Transmilenio, se convierte en el modo de transporte que más pasajeros moviliza en Bogotá, y el cual se ve cada vez más afectado con el incremento de la tasa de crecimiento poblacional, y con ello el déficit en la operación de las rutas que circulan en horas pico. Es necesario reconocer el estado del sistema por medio de una estandarización metódica y calificada a nivel mundial, en pro de generar una propuesta de un modelo de alta calidad que satisfaga la necesidad tanto del usuario como del operario.

#### 4.4 MARCO LEGAL

Identificación del referente en el desarrollo de la normas estableciendo tres puntos clave para la pregunta problema y sus objetivos tras un estudio de un posible diseño ideal en la Troncal Caracas del sistema masivo Transmilenio de la ciudad de Bogotá por lo cual se refiere a:

**Tabla 8. Marco legal**

Norma	Caracterización
<p><b>La Ley 86 de 1989</b></p>	<p>“Dicta normas sobre sistemas de servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros. Señala que la política sobre sistemas de servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros deberá orientarse a asegurar la prestación de un servicio eficiente que permita el crecimiento ordenado de las ciudades y el uso racional del suelo urbano, todo lo cual, con base en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (I) Desestimular la utilización del automóvil particular,</li> <li>• (II) Mejorar la eficiencia en el uso de la infraestructura vial actual mediante la regulación del tránsito</li> <li>• (III) Promover la masificación del transporte público a través del empleo de equipos eficientes en el consumo de combustibles y el espacio público. Dicta medidas sobre financiación de los sistemas de transporte masivo, autorizaciones de endeudamiento externo, entre otros.”</li> </ul>
<p>La total accesibilidad a toda la población a este nuevo sistema a implementar estableciendo como. <b>Decreto 1660 de 2003</b></p>	<p>“Por el cual se reglamenta la accesibilidad a los modos de transporte de la población en general y en especial de las personas con discapacidad. Dicta disposiciones sobre la accesibilidad en el transporte ferroviario y masivo para las personas discapacitadas, en especial, las condiciones de las estaciones y los equipos, así como el diseño de los buses que prestan el servicio de rutas alimentadoras.”</p>
<p>La identificación de la demanda contra la oferta en la prestación del servicio público a los usuarios en relación con la movilidad en el punto a</p>	<p>“Reglamenta la habilitación, la prestación del servicio público de transporte masivo de pasajeros y la utilización de los recursos de la Nación, cuyas disposiciones se aplicarán integralmente al servicio público de transporte masivo de pasajeros de que tratan las leyes 86 de 1989, 310 de 1996 y</p>

<p>identificar por lo cual se hace referencia en el <b>Decreto 3109 de 1997</b></p>	<p>336 de 1996. Define transporte masivo de pasajeros como aquél que se presta a través de una combinación organizada de infraestructura y equipos, en un sistema que cubre un alto volumen de pasajeros y da respuesta a un porcentaje significativo de necesidades de movilización.”</p>
<p>La determinación en esta investigación del diseño ideal del sistema masivo Transmilenio en la Troncal Caracas y por lo cual se refiere el <b>Decreto 80 de 1987</b></p>	<p>“Asigna funciones a los municipios y al Distrito Especial (hoy Capital) de Bogotá en materia de transporte público, en especial, las que refieren a licencias sobre asignación de rutas y horarios para la prestación del servicio de transporte, licencias de funcionamiento, fijación de tarifas, racionalización de vías, expedición de tarjetas de operación, limitación de vehículos de servicio público, capacidad transportadora, autorización para la constitución de personas jurídicas que tengan como objeto la prestación del servicio y sanciones a aquellos que infrinjan el Estatuto Nacional de Transporte.”</p>
<p><b>Ley 1083 de 2006</b></p>	<p>“Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones. Dicta disposiciones en relación con la movilidad sostenible en los Distritos y Municipios que cuenten con Planes de Ordenamiento Territorial.”</p>
<p><b>Ley 336 de 1996.</b></p>	<p>“Frente al transporte masivo, destaca que cuando la Nación y sus entidades descentralizadas cofinancien o participen con aportes de capital, en dinero o en especie, en la solución de Sistemas de Transporte Masivo de Pasajeros, corresponderá al Ministerio de Transporte como a la Dirección Nacional de Planeación evaluar y conceptuar acerca del estudio de pre factibilidad, factibilidad, rentabilidad técnico y física espacial, cronograma, presupuesto y plan de ejecución; la minuta de la sociedad por acciones que se constituya como titular del Sistema de Transporte; el proyecto definitivo, presupuesto y programa final de ejecución y, cualquier cambio o modificación al proyecto.”</p>
<p>El régimen legal del sector transporte, se fundamenta en: <b>Leyes 105 de 1993 y 336 de 1996.</b></p>	<p>Con la descentralización los Entes Territoriales generan sus propios recursos para hacer realidad la ejecución de su planeación, para tal fin, se establecen cargos a los usuarios de las vías mediante la sobretasa a la gasolina, peajes, estacionamientos y valorización. Adicionalmente, faculta para</p>

	otorgar concesiones en proyectos de infraestructura vial.
<b>Ley 336 de 1996</b>	Regulación del transporte público las autoridades competentes deben exigir y verificar las condiciones de seguridad, comodidad y accesibilidad requeridas, que garanticen a los habitantes la eficiente prestación del servicio básico y de los demás niveles que se establezcan al interior de cada modo, dándole prioridad a la utilización de medios de transporte masivo

Fuente: Elaboración propia

## **5 DISEÑO METODOLOGICO**

### **5.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

En el diseño metodológico tratado en el problema de investigación, conciernen principalmente los dos tipos de enfoques tanto cuantitativo como cualitativo; por una parte se habla de un enfoque cuantitativo en la medida que los planteamientos a investigar son específicos y delimitados desde un inicio por la pregunta problema en donde la recolección de datos se fundamentó en la medición y el análisis mediante procedimientos estadísticos en donde se realizó mediante los criterios de evaluación del estándar BRT 2014 vigente emitido por el Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITPD), realizando un criterio evaluativo del sistema masivo Transmilenio guiado en los criterios establecidos de acuerdo a cada una de las categorías. Así se estableció consigo una hipótesis tras el fundamento de la pregunta de la investigación en el diseño de un sistema BRT ideal para el tramo de la troncal Avenida Caracas.

En el enfoque cualitativo se retomó este problema de investigación desde un punto de vista holístico e interpretativo, en la medida de una contextualización de la problemática vista desde una realidad en la cuales se incluye una variedad de concepciones y visiones de una manera subjetiva e explicativa por parte de un rol social, y para ello la recopilación de datos y observaciones en el transcurrir de la investigación del diseño actual del sistema BRT Transmilenio en el tramo de la troncal Caracas, y para ello fue importante contar con la opinión de los usuarios y operantes del sistema masivo como referentes en la reconstrucción de la realidad a la cual se enfoca el problema de investigación. Por otra parte, fue importante destacar las comparaciones a realizar en distinto espacios en los cuales se ha implementado este sistema evaluativo en distintos países como alternativa de mejoramiento de la movilidad.

### **5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con el planteamiento del problema y con los objetivos propuestos en este estudio se determinan dos tipos de investigación. Por un lado, un tipo de investigación descriptiva en la medida en que se inicia a identificar las características del sistema BRT Transmilenio de la ciudad de Bogotá en las condiciones actuales de la troncal Avenida Caracas de Transmilenio con base en criterios de evaluación de las categorías del Estándar BTR 2014, mediante



estudios de interrelaciones logrando una comprensión del modelo operativo presente. Finalmente, un tipo de investigación proyectiva en la medida que el alcance de este proyecto se centra en la propuesta de un modelo ideal implementado en la troncal Avenida Caracas del sistema masivo Transmilenio de la ciudad de Bogotá.

## **5.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Fase 1. IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES**

Actividad 1.1 Identificar y reconocer de los documentos oficiales consultados y suministrados por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y por el ente a estudiar Transmilenio S.A en base a la información de cada una de las categorías a evaluar.

### **Fase 2. EVALUACIÓN DEL MODELO OPERATIVO CON BASE EN EL BRT 2014**

Actividad 2.1 Evaluar y Analizar la información y registros suministrados en cada una de las categorías a intervenir para posteriormente elaborar una calificación en base al sistema evaluativo del Estándar BRT 2014 (oro, plata, bronce) y de los ideales a alcanzar para así lograr identificar el modelo operativo actual de la troncal de la Avenida Caracas del sistema masivo Transmilenio.

### **Fase 3. DISEÑO DEL MODELO IDEAL DEL SISTEMA BRT**

Actividad 3.1 Abscisado por sentido de todo el corredor.

Actividad 3.2 Identificación de las intersecciones sobre el corredor, se deberán identificar por clase es decir a nivel y desnivel, identificando los actores involucrados: vehículos particulares, ciclousuarios y peatones.

Actividad 3.3 Perfil del espacio disponible y espacio utilizado a lo largo del corredor, determinando las secciones transversales de las intersecciones peatonales, debidamente acotadas presentando los paramentos existentes, apoyado por registro fotográfico.

Actividad 3.4 Determinación de la ubicación de los puentes peatonales a implementar en la troncal.

#### **5.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para esta investigación se analizaron los archivos vigentes emitidos por el ente a evaluar Transmilenio y el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano) en relación con los informes, estudios y estadísticas desarrolladas en los últimos años en relación con cada una de las categorías a evaluar así mismo como el registro fotográfico necesario en cada una de las fases investigativas.

## **6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1 IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE LOS DOCUMENTOS**

Se analizaron cada uno de los documentos consultados a Transmilenio y al Instituto de desarrollo urbano (IDU) para llegar a cada de las conclusiones establecidas en cada categoría del manual, llegando así a dar un criterio evaluativo mediante la puntuación en cada ítem, iniciando por la categoría de las características básicas del corredor del BRT.

En una primera subcategoría dada por los carriles exclusivos concluyendo que a lo largo del corredor de la troncal se cumple en un 98% con este ítem, teniendo en cuenta el trayecto desfavorable comprendido entre la estación Molinos y Portal Usme, existiendo un carril compartido entre el BRT y con el mixto.

En una segunda subcategoría se analizó la alineación de los carriles en donde se analizaron los planos brindados por el IDU, en donde se evidencia el cumplimiento en la alineación de las medidas tanto de los carriles del sistema como los carriles mixtos a lo largo del corredor cumpliendo con este criterio y encontrando nuevamente falencias en el tramo nombrado anteriormente.

En la tercera subcategoría el sistema cuenta en las 28 estaciones a lo largo del corredor con el pago del pasaje anterior al abordaje permitiendo una mejora en la accesibilidad al sistema.

En la cuarta subcategoría en cuanto al manejo de intersecciones se evidenció mediante la documentación de los diseños y un recorrido en campo, en que estas intersecciones vehiculares son necesarias y su demanda es considerable en cada uno de los tramos, teniendo en cuenta que se trata de prohibir en lo mayor posible los giros a la izquierda, en las intersecciones peatonales no se encontró una estructuración adecuada en estas presentando un total de 15 intersecciones semaforizadas contrarrestando tiempo considerable al sistema masivo Transmilenio y por último dentro de este análisis se cumple en el 100% de las estaciones en el abordaje a nivel de plataforma para el acceso al autobús disminuyendo los tiempos de flujo dentro de la estación.

En las siguientes tablas (9-14), se registra la información analizada por categoría del manual del Estándar BRT 2014, siguiendo cada uno de los criterios de

evaluación, puntaje ideal y documentos consultados, para identificar el estado actual del sistema Transmilenio.

**Tabla 9. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT DEL CORREDOR**

CRITERIO DE EVALUACIÓN	ANÁLISIS	FUENTE	CONCLUSIONES
<p><b>1.1 CARRILES EXCLUSIVOS Y DERECHO DE VÍA (8 puntos)</b></p>	<p>De acuerdo a la información proporcionada en la página oficial de Transmilenio se estipula lo siguiente en cuanto al carril exclusivo de Transmilenio:                      “Las vías para servicios troncales corresponden a los carriles centrales de las principales avenidas de la ciudad. Estos carriles exclusivos se acondicionan especialmente para soportar el paso de los buses y se separan físicamente de los carriles de uso mixto, disponibles para circulación de vehículos particulares, camiones, taxis, etc”.</p> <p>“La única manera de garantizar un rápido desplazamiento de ese 69% que utiliza el transporte público, es proporcionándoles carriles exclusivos ”</p>	<p><a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura#sthash.dcxmTOX.dpuf">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura#sthash.dcxmTOX.dpuf</a>.</p>	<p>A lo largo de la fase existe un carril para uso del Sistema Transmilenio por sentido. El tránsito mixto está separado de los carriles del Sistema Transmilenio por una barrera baja o separador, que consiste en un elemento prefabricado en el proyecto de diseño geométrico del trayecto.</p>
<p><b>1.2 ALINEACIÓN DE CARRILES (8 puntos)</b></p>	<p>Según los diseños geométricos presentados en las cartillas del IDU, el sistema de Transmilenio posee una alineación de carriles por el centro de la calzada en los dos sentidos, lo cual hace que este sistema disminuya los conflictos presentados con los carriles mixtos y por ende proporcione una mejor movilidad para el sistema.</p>	<p><a href="http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf">http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf</a></p>	<p>En las zonas de las estaciones así como a lo largo del corredor en la fase I de la Troncal Av. Caracas existe un carril exclusivo alineado de acuerdo a la geometría en planta de los planos presentados por el IDU para el uso exclusivo del sistema Transmilenio por sentido.</p>

<p align="center"><b>1.3 PAGO DE PASAJE ANTERIOR AL ABORDAJE (8 puntos)</b></p>	<p>El sistema Transmilenio en la fase I maneja un sistema de cobro por torniquetes o máquinas registradoras, mediante taquillas en las estaciones del sistema, puntos de venta externos, terminales de carga automática de tarjeta inteligente y terminales de carga móviles. Mediante los algunos métodos de registro de pago de tarjetas plásticas, tanto la tarjeta monedero, tarjeta cliente frecuente y tarjeta convenio.</p>	<p><a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/sistema-de-recaudo">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/sistema-de-recaudo</a></p>	<p>El método de registro del pago se realiza mediante tarjetas plásticas, las cuales son adquiridas por los usuarios en las diferentes taquillas del sistema o taquillas externas que pretenden disminuir la congestión de las taquillas de las plataformas de acceso, de igual manera se han creado métodos de pago rápidos como son la tarjeta de cliente frecuente, convenios con universidades, mecanismos que pueden ser recargados en puntos externos sin necesidad de una taquilla.</p>
<p align="center"><b>1.4 MANEJO DE INTERSECCIONES (7 puntos)</b></p>	<p>Los niveles de servicios de las intersecciones para la troncal avenida carcas fueron estimados de acuerdo con los volúmenes horarios, considerando los diseños geométricos, la geometría horizontal y vertical se proyectó en base de los levantamientos topográficos y en los desvíos y conexiones con cada uno de los tipos de curvas en el espacio predispuesto a lo largo del corredor.</p>	<p><a href="http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/112342/5/60018139-01.pdf">http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/112342/5/60018139-01.pdf</a></p>	<p>La Avenida Carcas es una de las troncales del sistema masivo Transmilenio en donde intervienen cerca de 50 intersecciones vehiculares semaforizadas y 16 peatonales ninguna de ella manejada a desnivel, lo cual lleva consigo a la intervención del manejo de operación del sistema trayendo consigo consecuencias como por ejemplo el manejo de los tiempos de recorrido, la localización de las estaciones y el desmejoramiento del sistema, teniendo en cuenta que cada una de estas intersecciones vehiculares son de consideración por el perfil de demanda que manejen pudiendo intervenir entonces en las intersecciones peatonales como alternativa de solución en operación del sistema.</p>
<p align="center"><b>1.5 ABORDAJE A NIVEL DE PLATAFORMA (7 puntos)</b></p>	<p>Los abordajes a nivel de plataforma de acuerdo a estos diseños geométricos de cada una de las estaciones, cumple en el 100% de ellas a lo largo de la troncal, permitiendo un seguro ingreso como salida del usuario en relación con el autobús.</p>	<p><a href="http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf">http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf</a></p>	<p>Según los diseños de plataformas y portales del IDU, el acceso a los autobuses de Transmilenio posee un diseño a nivel, lo cual facilita el acceso de los usuarios al sistema, disminuyendo los tiempos de abordaje y por ende los tiempos de viaje.</p>

En la tabla 10 presentada a continuación dan muestra de los documentos consultados para esta categoría en la planeación del servicio. En primera instancia analizando las rutas múltiples del sistema manejadas en cada una de las estaciones y en las cuales se identificaron a lo largo del corredor tanto de la existencia de las rutas expresas como de los servicios de las rutas fáciles permitiendo disminuir el tiempo de desplazamiento de los usuarios y así mismo la conexión con el 90% de los demás corredores, presentando también servicios locales, directos e ilimitados en cada una de las estaciones permitiendo un mayor número de rutas en un ciclo de oferta constante tanto en el manejo de los articulados en hora valle y hora pico.

En cuanto en los centros de control se identificó que los articulados que operan en este corredor vial están equipados en su totalidad con un sistema de GPS, con un computador a bordo y un sistema de comunicaciones con las centrales, lo cual permite una conexión total con cada uno de los articulados, supervisando los tiempos de viaje y llegada tanto a las estaciones como a los portales, manteniendo una comunicación constante con el conductor en caso operaciones anormales dentro del sistema.

El perfil de demanda básicamente se identificó que está proyectado en tres estaciones principales como lo son: Molinos, Cll. 45, Cll 72 y Cll. 76, estaciones que presentan el índice de demanda más alta en el corredor seguido del Portal de Usme, por el tipo de zona de cobertura de las rutas y sus localización y por último, identificando los horarios de operación generales, teniendo en cuenta que en esta nueva versión del manual del Estándar BRT no se discriminan las horas pico y las horas valle contrario de la versión 2013, identificando que en cada una de la estaciones y a lo largo del corredor el funcionamiento de las rutas de mayor demanda manejan un horario más amplio, al igual que las rutas fáciles permitiendo un acceso rápido y constante a lo largo de la troncal para los usuarios.

**Tabla 10. PLANEACIÓN DEL SERVICIO**

CRITERIO DE EVALUACIÓN	ANÁLISIS	FUENTE	CONCLUSIONES
<b>2.1. RUTAS MÚLTIPLES (4 puntos)</b>	Tener rutas múltiples en un mismo corredor reduce los tiempos de viaje de puerta a puerta, ya que elimina las pérdidas de tiempo al hacer transferencias.	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf">http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf</a>	Transmilenio posee un sistema de rutas que permite el intercambio fácil de ruta, ya que se tiene la posibilidad de intercambio de ruta en una estación, por lo cual posibilita la facilidad al usuario de intercambio de destino. De igual manera posee rutas expresas que disminuyen el tiempo de viaje del usuario.
<b>2.2. SERVICIOS LOCALES, DIRECTOS E ILIMITADOS (3 puntos)</b>	<p>Transmilenio cuenta con sistemas de rutas EXPRESAS, las cuales realizan alrededor de 8 paradas entre portal y portal como por ejemplo la ruta D50, H73, F62, entre otras, los cuales solo operan en horas pico.</p> <p>De igual manera presta servicios de ruta fácil como F1, B1, B5, H3 entre otros, los cuales realizan sus paradas en todas las estaciones y servicios por último los servicios troncales F14, B73, C19 etc., que poseen paradas específicas mediante su recorrido por las troncales.</p>	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf">http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf</a>	Lo anterior, permite que los usuarios tengan una amplia gama de rutas para realizar su viaje, y de igual forma esto hace que el sistema mejore su servicio, ya que emplea diferentes rutas que permiten abatir la demanda presentada dentro del sistema.
<b>2.3 CENTRO DE CONTROL (3 puntos)</b>	El Sistema Transmilenio también cuenta con un Centro de Control de la Operación que permite	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/sistema-de-">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/sistema-de-</a>	Para el funcionamiento del Sistema, cada vehículo de los servicios troncales está equipado con tres elementos:



	<p>supervisar forma permanente la operación y cada uno de los buses de los buses troncales del Sistema. Esto hace posible controlar la velocidad, la frecuencia, los horarios y las rutas de los vehículos, y lo más importante, permite una prestación adecuada del servicio en cada uno de sus recorridos</p>	<p>control#sthash.4nkGiXJQ.dpuf</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un equipo de GPS (Sistema de Posicionamiento Global, por sus siglas en inglés) que reporta la ubicación del bus.</li> <li>• Un computador de abordó (CIBOR) en el bus que permite intercambiar información operativa entre el Centro de Control y el bus y generar toda la información operativa y el cumplimiento por parte de cada uno de ellos.</li> <li>• Un Sistema de comunicaciones (TETRA, Terrestrial Trunked Radio) por medio del cual se envía y recibe información entre el Centro de Control, Buses y con el personal de inspección y control de la operación.</li> </ul>
<p><b>2.4 PRESENCIA EN LOS 10 CORREDORES PRINCIPALES (2 puntos)</b></p>	<p>La malla vial del sistema de Transmilenio abarca los siguientes corredores principales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autopista norte</li> <li>• Calle 80</li> <li>• NQS</li> <li>• Calle 13 y Américas</li> <li>• Eje ambiental</li> <li>• Calle 26</li> </ul>	<p><a href="http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf">http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf</a></p>	<p>La troncal Av. Caracas se establece dentro de los 10 corredores principales manejando conexiones viales y rutas múltiples como parte de la integración del sistema masivo.</p>
<p><b>2.5 PERFIL DE DEMANDA (2 puntos)</b></p>	<p>Los sectores con mayor demanda del sistema masivo Transmilenio de la ciudad, se encuentran en el centro de la ciudad y la zona norte, ya que en dichos lugares se encuentran localizados los sectores con mayor demanda comercial, que</p>	<p><a href="http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf">http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf</a></p>	<p>El anterior análisis establecido de acuerdo al informe No 14 de Transmilenio, permite identificar la demanda de entradas y salidas del sistema en el mes de diciembre de 2014, como al igual que los portales o estaciones con el mayor número de ingresos al sistema.</p>

	<p>crean la necesidad de los usuarios de transportarse, de igual manera la zona estudiantil presenta esta misma composición.</p>		
<p><b>2.6 HORARIOS DE OPERACIÓN</b> <b>(3 puntos)</b></p>	<p>Los horarios de operación de Transmilenio, inician con el recorrido de los alimentadores desde las 4:30 am e inician con los articulados a las 5:00 am, prestando un servicio constante durante el día.</p> <p>Por otro lado, el servicio nocturno se presta con servicios articulados hasta las 11:00 pm y las rutas alimentadoras hasta las 12:00 pm, lo cual facilita la movilización de los usuarios hasta altas horas de la noche evaluando estos horarios en la totalidad de las estaciones.</p>	<p><a href="http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf">http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf</a></p>	<p>De acuerdo a lo analizado anteriormente se concluye que el servicio de horario de la troncal Avenida Caracas cumpliría con la prestación del mismo dentro del estudio de demanda que se establece en estos estudios, ofreciendo a los usuarios una cobertura a distintas horas para este servicio.</p>
<p><b>2.7. RED DE CORREDORES MÚLTIPLES</b> <b>(2 puntos)</b></p>	<p>En la fase I de la troncal Avenida Caracas se maneja un sistema de rutas múltiples que conectan con importantes corredores complementarios tales como la autopista sur, calle 80, NQS (con la nueva vía calle sexta), Eje ambiental en la estación avenida Jiménez y Calle 26 conectando hacia el occidente de la ciudad.</p>	<p><a href="http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf">http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf</a></p>	<p>El sistema de Transmilenio de la troncal Avenida Caracas posee un sistema de corredores conectados mediante una red, en donde se permite realizar el cambio entre corredores específicos, planeados de tal manera que se permita la incorporación de nuevos corredores sin afectar la red existente.</p>

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la infraestructura del sistema Transmilenio actual conllevó al reconocimiento de aspectos básicos que dan claridad de las características verdaderamente favorables y perniciosas del transporte masivo de la ciudad. Este análisis inició con la verificación de la existencia de carriles de rebase que conducen a ahorros significativos en los tiempos de viajes y otorgan flexibilidad al crecimiento del sistema, básicamente todas las estaciones de la troncal Av. Caracas cuentan con ellos, debido a la gran demanda de pasajeros que presentan. Posteriormente, se encuentra la evaluación correspondiente a la minimización de gases contaminantes que deterioran la capa de ozono, verificando así, que los actuales buses del sistema sean capaces de acomodarse a las exigencias ambientales que se proponen a nivel mundial. Y por último, se verifica la calidad de las estaciones, es decir, que cumplan con los mayores ítems propuestos por el estándar; la calidad del pavimento y la configuración de las estaciones sobre la troncal.

**Tabla 11. INFRAESTRUCTURA**

CRITERIO DE EVALUACION	ANÁLISIS	FUENTE	CONCLUSIONES
<b>3.1. CARRILES DE REBASE EN LAS ESTACIONES (4 puntos)</b>	Tal y como lo manifiesta el contrato del IDU, el diseño de carriles se estableció de manera exclusiva y con delimitación física para la operación del Sistema Transmilenio en la fase I de la troncal Avenida Caracas en cercanías a las estaciones.	<a href="http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf">http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf</a>	El actual sistema de Transmilenio cumple plenamente con este parámetro. Debido a lo se establece en el decreto 831 de 1999, artículo 14, donde se manifiesta que el sistema tiene la facultad de disponer sobre el uso de los carriles que se destinen exclusivamente a la operación del sistema Transmilenio.
<b>3.2 MINIMIZACION DE EMISION DE LOS AUTOBUSES (3 puntos)</b>	Los buses actuales del sistema Transmilenio, que transitan en la troncal Av. Caracas, cuentan con tecnología Euro II, Euro III, Euro	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/filtros-de-particulas-">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/filtros-de-particulas-</a>	A pesar de que todos los buses del sistema no cuentan con Tecnología Euro VI o EE.UU 2010, se le ha asignado un interés significativo al tema tal y como se ha demostrado en la

	<p>IV y Euro v que tienen niveles bajos de emisión de gases contaminantes.</p> <p>En la actualidad se intensificó la instalación de filtros de partículas diésel que reducen en un 97 % las emisiones de un bus troncal. así el sistema de transporte genera 46 toneladas de material particulado al año (MP)</p>	<p>disminuyen-emision-de-gases-de-buses-de-transmilenio-en-un-97</p>	<p>instalación de los filtros.</p> <p>Dentro de esta evaluación es necesario tener en cuenta las modificaciones rigurosas que se hacen mundialmente respecto al tema (Euro VI). Debido a esto el sistema actual de Transmilenio que transita sobre la Av. Caracas no cuenta con una tecnología de minimización de gases suficientemente apta para ser clasificada como optima al nivel mundial.</p>
<p><b>3.3 ESTACIONES QUE NO INTERFIERAN CON LAS INTERSECCIONES (3 puntos)</b></p>	<p>De acuerdo al contrato del IDU, todas las estaciones de la troncal Av. Caracas, están separadas, cuando menos, 40 metros de la intersección. Las rampas de acceso, de todas las estaciones, se encuentran tanto a nivel como a desnivel.</p>	<p><a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/accesibilidad-personas-en-condicion-de-discapacidad-en-el-sistema-transmilenio">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/accesibilidad-personas-en-condicion-de-discapacidad-en-el-sistema-transmilenio</a></p>	<p>Para el BRT estándar es importante que todas las estaciones cumplan con algunos de los criterios que se exponen en la evaluación.</p> <p>Afortunadamente el 100% de las estaciones sobre la troncal Av. Caracas cumplen con estar alejadas, cuando menos, 40 metro de la intersección.</p>
<p><b>3.4 ESTACIONES CENTRALES (2 puntos)</b></p>	<p>Las estaciones centrales de la troncal Av. Caracas del sistema Transmilenio, según su contrato, se encuentran diseñadas con vagones unidireccionales separados mediante una pasarela de conexión. Es decir, cada estación presta servicio a ambas direcciones del sistema BRT, generando que las transferencias entre direcciones sean fáciles.</p>	<p><a href="http://webidu.idu.gov.co:909/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf">http://webidu.idu.gov.co:909/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf</a></p>	<p>Tener una sola estación que dé servicio a ambas direcciones del sistema resulta conveniente en cuanto a transferencias entre direcciones. El BRT estándar considera importante que 80 % o más de las estaciones sean así. Lo cual se cumple plenamente para el caso de las estaciones en la troncal Av. Caracas</p>

<p><b>3.5 Calidad del pavimento (2 puntos)</b></p>	<p>Una vez puestas en operación las troncales de la Fase I de Transmilenio, se evidenciaron daños prematuros en la estructura del pavimento, lo que originó que el IDU contratara estudios especializados para determinar las razones. Los daños en la estructura vial se estimaron que aumenten considerablemente en función del tiempo según estimativos estadísticos del Instituto de Desarrollo Urbano-IDU.</p>	<p><a href="http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf">http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_parte_1-v0.pdf</a></p>	<p>La troncal Avenida Caracas presenta en cerca de 4210 losas un tipo de daño en el pavimento ya sea de fisuras (transversales, longitudinales, de esquina), losas subdivididas, hundimientos, baches, deterioro total, deficiencias de sello, bombeo y desportillamiento de acuerdo a este informe del IDU, así mismo presentando la estructura de pavimento construida lo cual nos conlleva a considerar este criterio de manera detallada en la proyección de vía dada para esta troncal teniendo en cuenta los niveles de demanda atraídos luego de su puesta en funcionamiento.</p>
--	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

Construir estaciones que tengan un diseño atractivo, cómodo y funcional es cambiar la manera de pensar en tránsito, lo llamativo de las estaciones es asegurar un sistema de transporte ligero, capaz de satisfacer las necesidades individuales sin generar ambientes que molesten a la ciudadanía. Es por ello que el sistema de BRT debe cumplir con los estándares que lo hacen un sistema de transporte Masivo como lo son las distancias entre estaciones, las cuales deben ajustarse para generar velocidad y fácil acceso, la comodidad de ellas, la cantidad de bahías con la que cuente, las puertas corredizas y el números de accesos con los que cuente el bus. El análisis del diseño de la estación, aseguró de que el sistema analizado cumpliera con la mayor cantidad y calidad de los ítems propuestos, estableciendo así la calidad, en diseño, de la troncal Avenida Caracas.

**Tabla 12. DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ AUTOBÚS-ESTACIÓN**

CRITERIO DE EVALUACIÓN	ANÁLISIS	FUENTE	CONCLUSIONES
<b>4.1. DISTANCIA ENTRE ESTACIONES (2 puntos)</b>	En pro de ordenar el tránsito y darle velocidad al sistema Transmilenio, se construyeron estaciones diseñadas especialmente para facilitar el acceso rápido de los pasajeros. Estas estaciones se encuentran separadas entre 500 y 700 metros aproximadamente.	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura</a>  <a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura</a>	El sistema de Transmilenio cumple plenamente con el criterio de evaluación expuesto por el BRT estándar, donde se manifiesta que las estaciones deben estar separadas entre 300 y 800 metros.
<b>4.2. ESTACIONES SEGURAS Y CÓMODAS (3 puntos)</b>	Tal y como lo establece el contrato, las estaciones tienen vagones de 3.5 m de ancho. Son espacios cerrados y cubiertos, construidos en aluminio, concreto, acero y vidrio soplado. Adicionalmente cuentan con una buena señalización, mobiliario e iluminación.  El nivel de las estaciones coincide con el nivel interno de los buses lo cual permite una entrada y salida rápida de todas las personas.	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura</a>	Un aspecto significativo dentro de la evaluación, es la seguridad y comodidad de las estaciones. Para el caso de Transmilenio, todas las estaciones de la troncal Av. Caracas cumplen con ser amplias, atractivas y proteger del clima, es decir, cumplen con los criterios exigidos por el estándar BRT.
<b>4.3. NÚMERO DE PUERTAS EN EL AUTOBÚS (3 puntos)</b>	La velocidad de abordaje depende, en parte, del número de puertas del autobús. Es necesario que las puertas de los autobuses de Transmilenio sean anchas para	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/operacion">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/operacion</a>	El 100% de los vehículos que transitan sobre la troncal Av. Caracas de Transmilenio cumplen cabalmente con los criterios expuestos por El BRT estándar

	<p>permitir que grandes cantidades de personas puedan entrar y salir al mismo tiempo.</p> <p>Estos vehículos utilizados en la troncal Av. Caracas miden 18 metros de largo por 2.60 de ancho y cuentan con cuatro puertas de 1.10 metros al lado izquierdo.</p>		<p>donde se expone la necesidad de que todos los autobuses tengan 3 o más puertas anchas.</p>
<p><b>4.4 BAIHAS Y PARADAS SECUNDARIAS</b> <b>(1 punto)</b></p>	<p>Las bahías y paradas secundarias permitirán el acceso de los autobuses a la estación sin tiempo de espera alguno en la transición de los demás autobuses, esto contando con una debida demarcación vial en la zona.</p>	<p><a href="http://webidu.idu.gov.co:909/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf">http://webidu.idu.gov.co:909/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf</a></p>	<p>En el caso de Transmilenio a lo largo de los corredores cuenta con bahías y paradas secundarias, lo cual ayuda a la fácil movilidad de los autobuses. Por lo menos dos paradas secundarias o bahías en las estaciones de mayor demanda.</p>
<p><b>4.5 PUERTAS CORREDIZAS EN LAS ESTACIONES</b> <b>(1 punto)</b></p>	<p>Las puertas corredizas no solo mejoran el ambiente, sino que reducen el riesgo de accidentes. Cada una de las puertas establecidas en la troncal Av. Caracas cumple con los parámetros de calidad y funcionamiento mencionados en el contrato. Es deber del contratista cumplir con las dimensiones previamente establecidas en el contrato, ya que estas concuerdan con la modulación de las puertas de los buses de Transmilenio.</p> <p>El funcionamiento de estas puertas cumple además con las dimensiones, especificaciones y la</p>	<p><a href="http://webidu.idu.gov.co:909/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf">http://webidu.idu.gov.co:909/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf</a></p>	<p>El sistema integrado de transporte Público Transmilenio cumple plenamente con este ítem, ya que todas las estaciones cuentan con puertas corredizas que mejoran el ambiente y reducen el riesgo de accidentes.</p>

	norma europea NO. Pr EN 12650-1E la cual hace referencia a requerimiento y métodos de ensayo del producto.		
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la creación de marca en la categoría de la calidad del servicio y de los sistemas de información para pasajeros, Transmilenio S.A ha logrado indiscutiblemente un gran reconocimiento a nivel nacional, y para el caso de la troncal Avenida Caracas se observa que un 100% de las estaciones buses y portales llevan el logotipo de Transmilenio. En tanto a la información al usuario, la troncal cuenta en cada una de sus estaciones con los mapas de información de las rutas de la troncal además de contar con tableros digitales que especifican el tiempo de llegada del próximo bus, y dentro de estos hay dispositivos audiovisuales que informan de las siguientes paradas y lugar de destino.

**Tabla 13. CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA PASAJEROS**

CRITERIO DE EVALUACIÓN	ANÁLISIS	FUENTE	CONCLUSIONES
<b>5.1. CREACIÓN DE MARCA (3 puntos)</b>	Queda establecido que el logo de Transmilenio de las estaciones a lo largo de la troncal Avenida Caracas tendrán estos detalles, fondo esmerilado, la T y el nombre, este logo debe tener 70 cm. de ancho y 70 cm. de alto. El borde inferior debe estar a 1 metro de alto desde el piso de la estación.	<a href="http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf">http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf</a>	Dentro de las especificaciones técnicas de Transmilenio S.A se establece un logotipo, la (T) que se usa en cada una de las estaciones, portales, buses además de los técnicos y operadores de Transmilenio.  En el caso de Transmilenio de la troncal Avenida Caracas desde un aspecto general, este tiene una



			marca con una gran identidad que hace fácil su distinción y su identificación, tanto los autobuses, como las estaciones y los portales cuentan con la misma marca propia.
<b>5.2 INFORMACION PARA PASAJEROS (2 puntos)</b>	Transmilenio cumple con el Suministro y Colocación de la Señalización Horizontal y Vertical en el Interior de los Vagones y Espacio Público según las indicaciones de la Cartilla de Estaciones de Transmilenio y las Observaciones del IDU, Además con dispositivos electrónicos que dan información a medida que el usuario hace su recorrido	<a href="http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf">http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf</a>	Este sistema cuenta en las estaciones y portales con paneles electrónicos que indican el tiempo de llegada del próximo autobús, así como indican cuando hay retrasos por motivos ajenos al sistema (Protestas, manifestaciones, entre otros), asimismo cuentan con mapas de ruta y de red, como también la información de rutas por vagones y su posterior ubicación de acuerdo a la nomenclatura de los buses. En cuanto a los autobuses estos cuentan con un dispositivo electrónico visual y auditivo que avisa al usuario las próximas paradas y el lugar de destino.

Fuente: Elaboración propia

En la categoría a evaluar de integración y acceso, el sistema de Transmilenio por la troncal avenida caracas ofrece un acceso e información para todo tipo de personas en condición de discapacidad, como dispositivos sonoros para apertura y cierre de puertas y apoyo isquiáticos para mujeres embarazadas, niños y adultos mayores en la totalidad de sus estaciones, entre estos apoyos se cuentan con rampas de acceso puertas preferenciales plataformas de abordaje en buses alimentadores y torniquetes únicos para acceso de sillas de ruedas, los accesos peatonales son proyectados para hacerse a nivel o por medio de puentes peatonales, la troncal de la avenida caracas no cuenta con carriles para bicicleta por ende no cuenta ni con estacionamiento para bicicletas ni sistema de préstamo.

**Tabla 14. INTEGRACIÓN Y ACCESO**

CRITERIO DE EVALUACIÓN	ANÁLISIS	FUENTE	CONCLUSIONES
<b>6.1. ACCESO UNIVERSAL (3 puntos)</b>	Uno de los principios bajo los cuales fue concebido el sistema Transmilenio es el del respeto a la diversidad humana. A partir de este presupuesto se busca garantizar el acceso equitativo al sistema para todos los usuarios sin distinciones de condición física, edad, sexo, entre otros.	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/accesibilidad-personas-en-condicion-de-discapacidad-en-el-sistema-transmilenio#sthas-h.7VUiq5li.dpuf">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/accesibilidad-personas-en-condicion-de-discapacidad-en-el-sistema-transmilenio#sthas-h.7VUiq5li.dpuf</a>	<p>Todos los buses del Sistema cuentan con dispositivos que permiten brindar la información a las personas sordas e invidentes sobre la próxima parada y el destino final del servicio que está prestando el bus, así como la apertura y cierre de puertas.</p> <p>La totalidad de los vehículos articulados y vehículos biarticulados que prestan el servicio, tienen un espacio determinado habilitado para personas en condición de discapacidad</p> <p>Todas las estaciones y portales del Sistema, cuentan con acceso para personas en condiciones de discapacidad o movilidad reducida. El Sistema cuenta con personal que informa, colabora y facilita el ingreso a los usuarios: especialmente a personas en condición de discapacidad, mujeres embarazadas, niños y adultos mayores.</p>
<b>6.2. INTEGRACIÓN CON OTROS TIPOS DE TRANSPORTE PÚBLICO (3 puntos)</b>	El sistema por la troncal Avenida Caracas tiene tres diferentes tipos de paraderos: estaciones sencillas,	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/funciono-">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/funciono-</a>	En que la troncal cuenta con un sistema de integración con otros tipos de transporte público permite la mejora en la

	estaciones intermedias y portales. Las estaciones sencillas cumplen la función de recibir y dejar pasajeros, mientras que las estaciones intermedias y portales cumplen también la función de integración con las rutas alimentadoras o transferencias. En donde esta troncal cuenta con 26 estaciones sencillas y dos intermedias al igual que dos portales.	prueba-de-la-integracion-de-tarjetas-del-sitp	movilidad y funcionamiento operacional de las rutas, disminuyendo el tiempo de viaje de los usuarios y una mayor cobertura, con conexión en los portales y/o estaciones con rutas alimentadoras y complementarias.
<b>6.3. ACCESO PEATONAL (3 puntos)</b>	Durante la Etapa de Pre-construcción, y como parte de la revisión, ajuste, adecuación, adaptación y/o complementación de los estudios y diseños se acuerdan los diseños de puentes y de accesos a nivel al sistema por parte de los usuarios. Existiendo en la actualidad un déficit considerable de proyección estructural a lo largo del corredor estructural.	<a href="http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf">http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32355/1/60019764.pdf</a>	El Sistema Transmilenio está dotado con estaciones, puentes y plazoletas de Acceso Peatonal especial y específicamente proyectados para facilitar a los usuarios el uso del Sistema, Espacios que han sido establecidos con criterios de respeto, armonía y renovación del espacio público urbano
<b>6.4. ESTACIONAMIENTO SEGURO PARA BICICLETAS (2 puntos)</b>	El sistema Transmilenio ha generado espacios que ayuden a los ciclistas a dejar sus bicicletas en lugares seguros y que además se conecten directamente con el Sistema Transmilenio. A estos espacios se les denomina 'Cicloparqueaderos'	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/cicloparqueaderos">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/cicloparqueaderos</a>	Los Ciclo-parqueaderos del Sistema Transmilenio a lo largo de este corredor son inexistentes considerando una condición inadecuada y en contra del uso de este medio de transporte.  Es necesario proporcionar estacionamientos para las bicicletas en las estaciones para aquellos pasajeros que desean utilizarlas como alimentadores al sistema BRT. Las

			instalaciones de los estacionamientos para bicicletas que ofrecen seguridad y que están protegidas de la intemperie, son más susceptibles a ser utilizadas por los pasajeros.
<b>6.5. CARRILES PARA BICICLETAS (2 puntos)</b>	<p>El Sistema Transmilenio y la Alcaldía Mayor de Bogotá, apoyan el uso de la bicicleta como una alternativa de transporte para la movilidad de los Bogotanos.</p> <p>En este corredor existe la necesidad de optar por sistemas de transporte más sostenibles y ecológicos, que aporten al cuidado del medio ambiente. Paralelo a la creación del Sistema Transmilenio no existe una ejecución de la misma en la primera fase de implementación en la Avenida Caracas</p>	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/cicloparqueaderos">http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/cicloparqueaderos</a>	En los últimos años se ha visto un incremento considerable en el uso de las bicicletas, con una tendencia creciente, convirtiéndose en una alternativa formal de transporte para la movilidad diaria. Sin embargo, la ausencia de ciclorutas en este tramo de la avenida Caracas no incentiva el uso de esta alternativa como medio de transporte.
<b>6.6 Integración con sistemas de préstamo de bicicletas (1 punto)</b>	Los carriles para bicicletas deberían conectar de manera idónea las principales zonas residenciales, centros comerciales, escuelas y centros de negocios con las estaciones BRT más cercanas para proporcionar un acceso mucho más amplio. Todos los destinos principales que se encuentren en un radio menor a 2 kilómetros de un corredor troncal, deberán conectarse por una ciclovía.	<a href="http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_arte_1-v0.pdf">http://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/01-estudios_previos_arte_1-v0.pdf</a>	Contar con la opción de hacer viajes cortos en una bicicleta compartida desde el corredor BRT resulta vital para proporcionar conectividad con diversos destinos. Los costos operativos más altos de la prestación del servicio de autobús suelen ser los que llegan a las últimas estaciones de una red de BRT, por lo que proporcionar una alternativa de bajo costo, como los sistemas de bicicletas compartidas para los alimentadores, generalmente es visto como una mejor práctica.

Fuente: Elaboración propia

## 6.2 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ACUERDO A CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DEL ESTÁNDAR BRT 2014

A continuación se muestra el puntaje evaluativo dado en cada una de las categorías establecidas en el manual, partiendo de un primer criterio en cuanto a las características básicas del BRT en donde se calificó con un puntaje total y máximo de 8 puntos según los diseños geométricos presentados en el análisis, dando cumplimiento a lo largo del corredor en los carriles exclusivos, derecho de vía y en la alineación de los carriles en un 90%, seguido de ello del pago del pasaje previo al abordaje el cual se cumple en el 100% de las estaciones de la troncal, en cuanto al manejo de intersecciones de considero un puntaje de 6/7 con base principalmente al manejo dado en las intersecciones peatonales y por último el abordaje a nivel de plataforma el cual se cumple a cabalidad en las 28 estaciones.

<i>Tabla 15. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT</i>	
CATEGORIA	PUNTOS
<b>1.1 Carriles exclusivos y derecho de vía</b>	8
<b>1.2 Alineación de carriles</b>	8
<b>1.3 Pago de pasaje previo al abordaje</b>	8
<b>1.4 Manejo de intersecciones</b>	6
<b>1.5 Abordaje a nivel de plataforma</b>	7
<b>TOTAL</b>	37

Fuente: Elaboración propia

Enseguida se evaluó la categoría número dos dada por la planeación del servicio y con un puntaje total de 19 puntos, en un primer criterio dado por las rutas múltiples y especificadas como los servicios directos que se manejan en la totalidad de las estaciones, en los servicios locales, directos y limitados, y al igual que la subcategoría de centros de control se les concibió un puntaje máximo debido al cumplimiento de este criterio en su totalidad en cada una de las estaciones y portales, en cuanto a la presencia en conexión con los demás corredores se cumple a cabalidad en un 90% en el manejo de rutas y conexiones en la red de corredores múltiples.

<b>Tabla 16. PLANEACIÓN DEL SERVICIO</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	<b>PUNTOS</b>
<b>2.1 Rutas múltiples</b>	4
<b>2.2 Servicios locales, directos y limitados</b>	3
<b>2.3 Centro de control</b>	3
<b>2.4 Presencia en los 10 corredores principales</b>	2
<b>2.5 Perfil de demanda</b>	3
<b>2.6 Horas de operación</b>	2
<b>2.7 Red de corredores múltiples</b>	2
<b>TOTAL</b>	19

Fuente: Elaboración propia

En la categoría de infraestructura se evalúan principalmente, los carriles de rebase a lo largo del corredor dando cumplimiento en el acceso de cada una de las 28 estaciones del corredor, en los autobuses, en la minimización de emisiones de gases, hasta ahora cumpliendo su fase de renovación de flota a Euro V y VI, con una implantación actual de filtros en los buses en operación, así mismo se analizaron las estaciones que no intervengan con intersecciones dando incumplimiento de cerca del 80% de las estaciones encontrando un déficit en este criterio en cuanto al manejo de espacios, caso contrario sucede con las estaciones en centro, en el cual el 100% de las estaciones dan cumplimiento a este criterio obteniendo un puntaje máximo de 2 y; por último la evaluación de la calidad del pavimento dado de un puntaje de cero por el incumplimiento de los criterios de calidad en cerca del 60% de las losas del corredor para un total de esta categoría de infraestructura evaluada de 9 puntos.

<i>Tabla 17. INFRAESTRUCTURA</i>	
<b>CATEGORIA</b>	<b>PUNTOS</b>
<b>3.1. Carriles de rebase.</b>	4
<b>3.2. Minimización de emisiones de gases.</b>	1
<b>3.3. Estaciones que no estorben intersecciones</b>	2
<b>3.4. Estaciones en el centro.</b>	2
<b>3.5 Calidad del pavimento.</b>	0
<b>TOTAL</b>	9

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el puntaje dado a la categoría del diseño de la estación e interfaz autobús-estación, dando inicio a un criterio de la distancia entre estaciones la cual según el manual no debe ser menor a 300 metros ni mayor a 800 metros, por lo cual el 100% de las estaciones dan cumplimiento con la misma en algunas ocasiones superando esta distancia por estudios dados del perfil de demanda en el tramo y sus alrededores. En cuanto a las estaciones se centra en el factor de los diseños geométricos considerados en la comodidad y seguridad hacia el usuario, al igual que el número de puertas de los articulados, con el del acceso a los muelles de atraque y un sistema de puertas corredizas cumpliendo con este criterio en el 100% de las estaciones de este corredor para un puntaje total obtenido de esta categoría de 9 puntos.

<i>Tabla 18. DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ AUTOBÚS-ESTACIÓN</i>	
<b>CATEGORÍA</b>	<b>PUNTOS</b>
<b>4.1. Distancia entre estaciones.</b>	2
<b>4.2. Estaciones seguras y cómodas.</b>	2
<b>4.3. Número de puertas en el autobús.</b>	3
<b>4.4. Muelles de atraque.</b>	1
<b>4.5. Puertas corredizas en las estaciones</b>	1
<b>TOTAL</b>	9

Dando continuidad con la secuencia evaluativa de cada una de las categorías del manual se evaluó el criterio de la calidad del servicio y de los sistemas de información de pasajeros para una puntuación total de 5 puntos divididos de la siguiente manera: en primera instancia la subcategoría de creación de marca referida a la imagen del logotipo del sistema Transmilenio, cumpliendo con este criterio en el 100% de la creación propia así como de la identificación en cada una de sus estaciones y autobuses que operan en este corredor; y en segunda instancia en cuanto a la información de pasajeros, este sistema cuenta en las estaciones y portales con paneles electrónicos que indican el tiempo de llegada del próximo autobús, así como indican cuando hay retrasos por motivos ajenos al sistema (protestas, manifestaciones, entre otros), así mismo cuentan con mapas de ruta y de red, como también la información de rutas por vagones y su posterior ubicación de acuerdo a la nomenclatura de los articulados, en cuanto a estos cuentan con un dispositivo electrónico visual y auditivo que avisa al usuario las próximas paradas y lugar de destino.

<b>Tabla 19. CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION PARA PASAJEROS</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	<b>PUNTOS</b>
<b>5.1 Creación de marca.</b>	3
<b>5.2 Información para pasajeros.</b>	2
<b>TOTAL</b>	5

Fuente: Elaboración propia

Por último, se evaluó la categoría correspondiente a la integración y acceso la cual está comprendida de la siguiente manera: en un primera subcategoría con un criterio de acceso universal al sistema a lo largo de esta troncal, con características definidas tales como los dispositivos sonoros, los apoyos isquiáticos tanto en el articulado como en las estaciones, así mismo como las puertas preferenciales y la plataforma a nivel con el acceso al autobús, dando cumplimiento en la totalidad de las estaciones del corredor así como de los articulados que operan a lo largo del mismo, para un puntaje máximo de 3 puntos. En relación con la integración con otros tipos de transporte público las estaciones cuentan con rutas de cercanía del SITP para el acceso a las periferias del corredor así mismo como en los dos portales existentes, deduciendo un puntaje máximo de 3 puntos.



En la siguiente subcategoría definida por el acceso peatonal al sistema, cada una de las estaciones cuentan como mínimo con un acceso a nivel en cada estación de manera peatonal, con cruce señalizado en la intersección y acceso universal a los usuarios. Por último, tenemos principalmente tres subcategorías a considerar: el estacionamiento seguro para bicicletas, carriles para bicicletas e integración con sistemas de préstamo de bicicletas, en cada una de estas categorías se evidenció un déficit considerable a lo largo del corredor por total ausencia de cada uno de estos ítems.

<b>Tabla 20. INTERROGACIÓN Y ACCESO</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	<b>PUNTOS</b>
<b>6.1 Acceso universal.</b>	3
<b>6.2 Integración con otros transportes públicos.</b>	3
<b>6.3 Acceso peatonal.</b>	3
<b>6.4 Estacionamiento seguro para bicicletas.</b>	0
<b>6.5 Carriles para bicicletas.</b>	0
<b>6.6 Integración con sistemas de préstamo de bicicletas</b>	0
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21. Puntuación BRT estándar 2014 – Troncal Avenida Caracas**

CATEGORIA	PUNTOS
<b>1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT</b>	
1.1 Carriles exclusivos y derecho de vía	8
1.2 Alineación de carriles	8
1.3 Pago de pasaje anterior al abordaje	8
1.4 Manejo de intersecciones	6
1.5 Abordaje a nivel de plataforma	7
<b>2. PLANEACIÓN DEL SERVICIO</b>	
2.1 Rutas múltiples	4
2.2 Servicios locales, directos y limitados	3
2.3 Centro de control	3
2.4 Presencia en los 10 corredores principales	2
2.5 Perfil de demanda	3
2.6 Horarios de operación	2
2.7 Red de corredores múltiples	2
<b>3. INFRAESTRUCTURA</b>	
3.1 Carriles de rebase en estaciones	4
3.2 Minimización de emisiones de autobuses	1
3.3 Estaciones que no se estorban con intersecciones	2
3.4 Estaciones en el centro	2
3.5 Calidad del pavimento	0
<b>4. DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ AUTOBÚS-ESTACIÓN</b>	
4.1 Distancia entre estaciones	2
4.2 Estaciones seguras y cómodas	2
4.3 Número de puertas en el autobús	3

4.4 Bahías y paradas secundarias	1
4.5 Puertas corredizas en las estaciones	1
<b>9. CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA PASAJEROS</b>	
5.1 Creación de marca	3
5.2 Información para pasajeros	2
<b>6. INTEGRACIÓN Y ACCESO</b>	
6.1 Acceso universal	3
6.2 Integración con otros transportes públicos	3
6.3 Acceso peatonal	3
6.4 Estacionamiento seguro para bicicletas	0
6.5 Carriles para bicicletas	0
6.6 Integración con sistemas de préstamo de bicicletas	0
<b>TOTAL</b>	<b>88</b>

Fuente: Elaboración propia

<b>Tabla 22. DEDUCCIONES</b>	
<i>Velocidades comerciales</i>	0
<i>Pasajeros pico por hora por dirección menor a 1,000</i>	0
<i>No se respeta el derecho de vía</i>	0
<i>Espacio considerable entre el piso del autobús y la plataforma</i>	-1
<i>Brecha significativa entre planta de autobuses y la plataforma de la estación</i>	0
<i>Sobrecupo</i>	-5
<i>Poco mantenimiento en autobuses, estaciones, sistemas tecnológicos y vías</i>	-6
<i>Baja frecuencia en hora pico</i>	-1
<i>Baja frecuencia en hora valle</i>	0
<b>TOTAL</b>	<b>-13</b>

### **6.3 DISEÑO DEL MODELO DE SOLUCIONES COMO ALTERNATIVA AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA BRT**

**Actividad 6.3.1** Abscisado por sentido de todo el corredor.

*Anexo 01.* Se detalla el abscisado por sentido cada 200 metros a escala a lo largo de la troncal, detallando el ancho aferente de paramento a paramento con el fin de determinar el espacio disponible y utilizado.

**Actividad 6.3.2** Identificación de las intersecciones semaforizadas sobre el corredor, se deberán identificar por clase es decir a nivel y desnivel, identificando los actores involucrados: vehículos particulares, ciclousuarios y peatones.

*Anexo 02.* Se identifican mediante registro fotográfico en campo cada una de las intersecciones vehiculares semaforizadas existentes en la troncal, determinando cada uno de los factores involucrados en la movilidad del corredor al igual que el reconocimiento de cada uno de los movimientos permitidos.

**Actividad 6.3.3** Perfil del espacio disponible y espacio utilizado a lo largo del corredor, determinando las secciones transversales de las intersecciones peatonales, debidamente acotadas presentando los paramentos existentes, apoyado por registro fotográfico.

**Tabla 23. Definición de los anchos a lo largo del corredor**

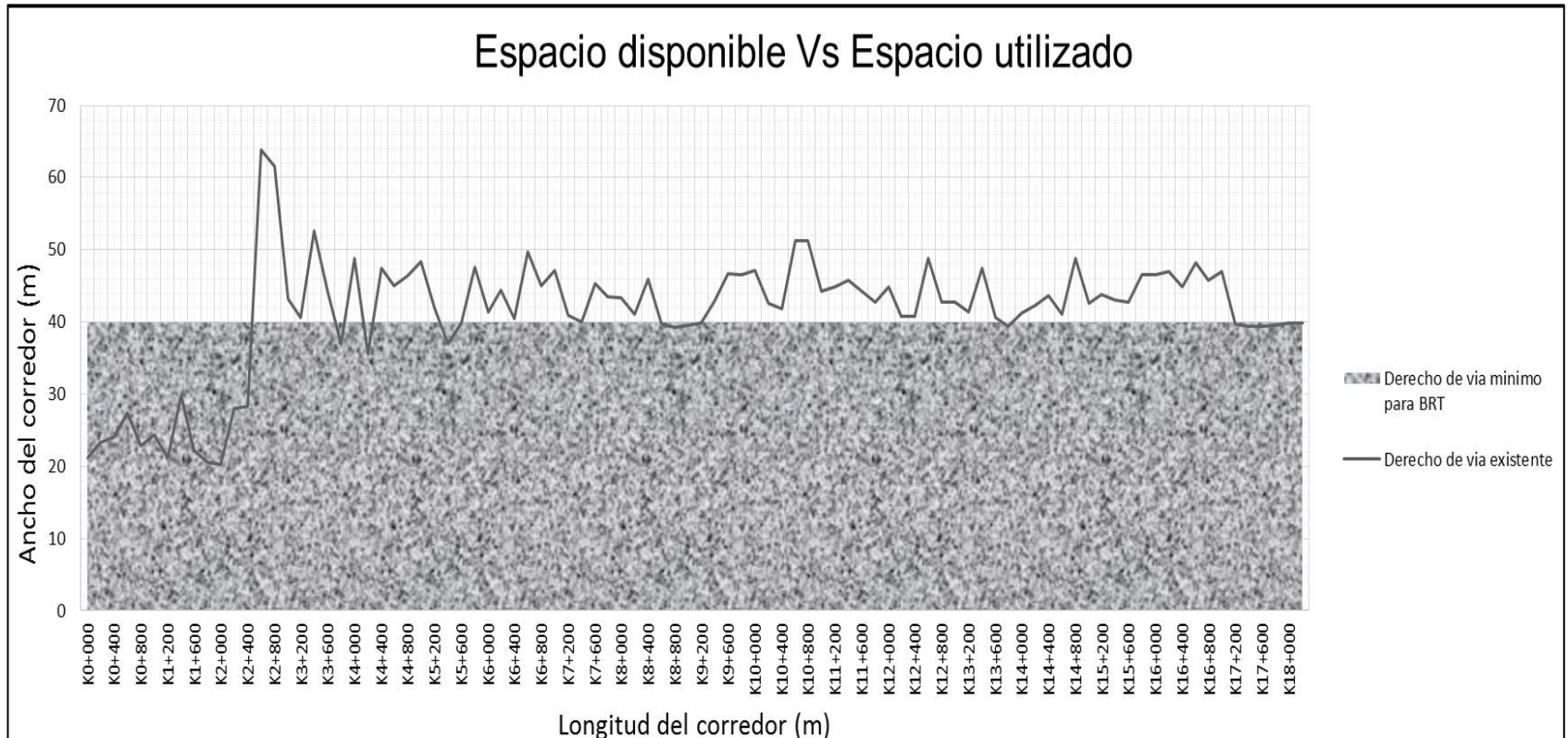
ABSCISA	DERECHO DE VIA EXISTENTE (m)	DERECHO DE VIA MINIMO PARA BRT
K0+000	21,2	40
K0+200	23,3	40
K0+400	24,1	40
K0+600	27,4	40
K0+800	22,9	40
K1+000	24,4	40
K1+200	21,2	40
K1+400	29,83	40
K1+600	22,2	40
K1+800	20,6	40
K2+000	20,26	40
K2+200	27,99	40
K2+400	28,38	40
K2+600	63,91	40
K2+800	61,51	40
K3+000	43,22	40
K3+200	40,6	40
K3+400	52,67	40
K3+600	44,3	40
K3+800	36,91	40
K4+000	48,83	40
K4+200	35,62	40
K4+400	47,52	40
K4+600	45,09	40
K4+800	46,42	40
K5+000	48,43	40
K5+200	52,06	40
K5+400	37,03	40
K5+600	39,87	40
K5+800	47,59	40
K6+000	41,42	40
K6+200	44,39	40
K6+400	40,47	40
K6+600	49,68	40
K6+800	45,1	40
K7+000	47,08	40
K7+200	40,98	40
K7+400	40,02	40
K7+600	45,31	40
K7+800	43,46	40
K8+000	43,34	40
K8+200	41,09	40
K8+400	45,96	40
K8+600	39,71	40
K8+800	39,32	40
K9+000	39,53	40
K9+200	39,83	40
K9+400	42,95	40
K9+600	46,75	40
K9+800	46,47	40
K10+000	47,13	40
K10+200	42,6	40
K10+400	41,82	40
K10+600	51,24	40
K10+800	51,24	40
K11+000	44,34	40
K11+200	44,92	40
K11+400	45,8	40
K11+600	44,31	40
K11+800	42,79	40
K12+000	44,86	40
K12+200	40,75	40
K12+400	40,76	40
K12+600	48,81	40
K12+800	42,8	40
K13+000	42,79	40
K13+200	41,4	40
K13+400	47,43	40
K13+600	40,6	40

K13+800	39,38	40
K14+000	41,28	40
K14+200	42,35	40
K14+400	43,71	40
K14+600	41,15	40
K14+800	48,82	40
K15+000	42,63	40
K15+200	43,76	40
K15+400	43	40
K15+600	42,8	40
K15+800	46,55	40
K16+000	46,48	40
K16+200	46,93	40

K16+400	44,87	40
K16+600	48,27	40
K16+800	45,81	40
K17+000	47,04	40
K17+200	39,76	40
K17+400	39,36	40
K17+600	39,39	40
K17+800	39,56	40
K18+000	39,9	40
K18+200	39,87	40

Fuente: Elaboración propia

**Ilustracion 13.** Perfil del espacio disponible Vs espacio utilizado.



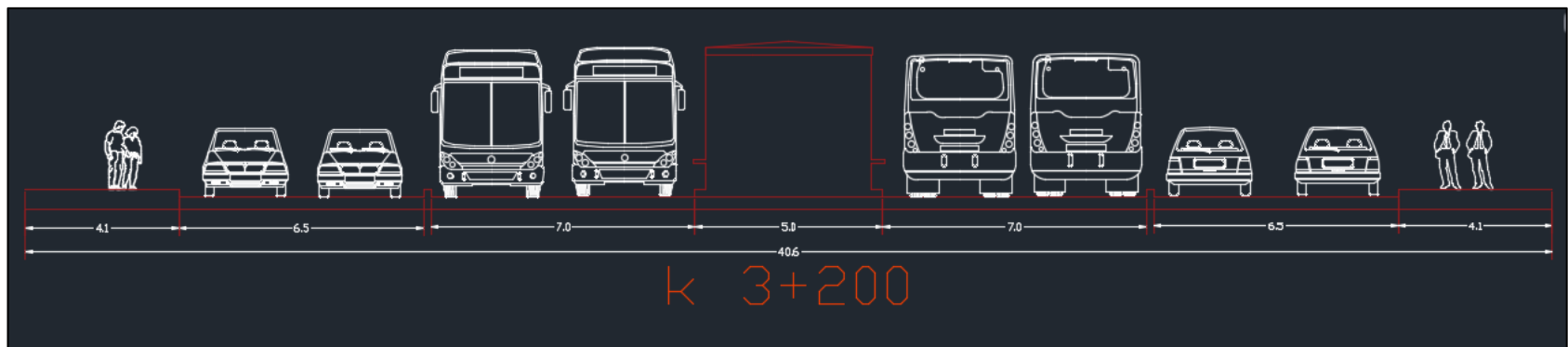
Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 14.** Estación Consuelo (Carrera. 14 con calle 51 sur)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	31
Espacio para puente peatonal	No Disponible



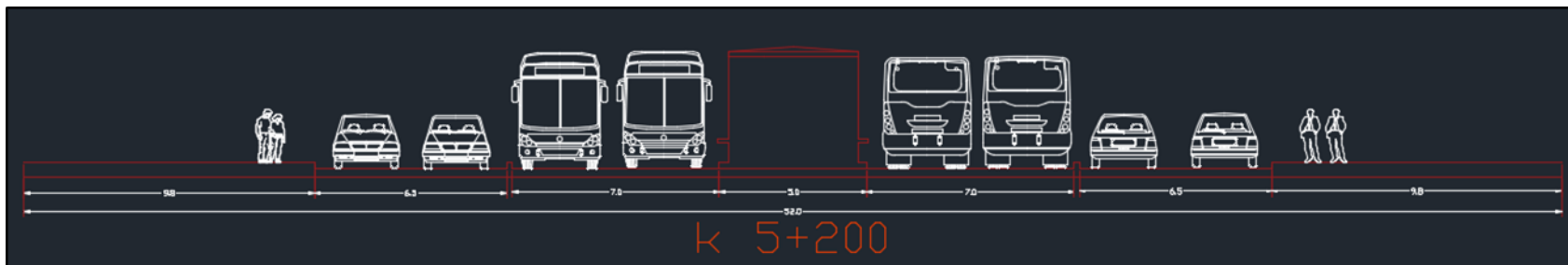


**Ilustración 15. Estación Calle 40 sur (Carrera. 14 con calle 41 b sur)**



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	31
Espacio para puente peatonal	Disponible



**Ilustración 16.** Estación Calle 40 sur (Carrera. 14 con calle 41 sur)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	31
Espacio para puente peatonal	No Disponible

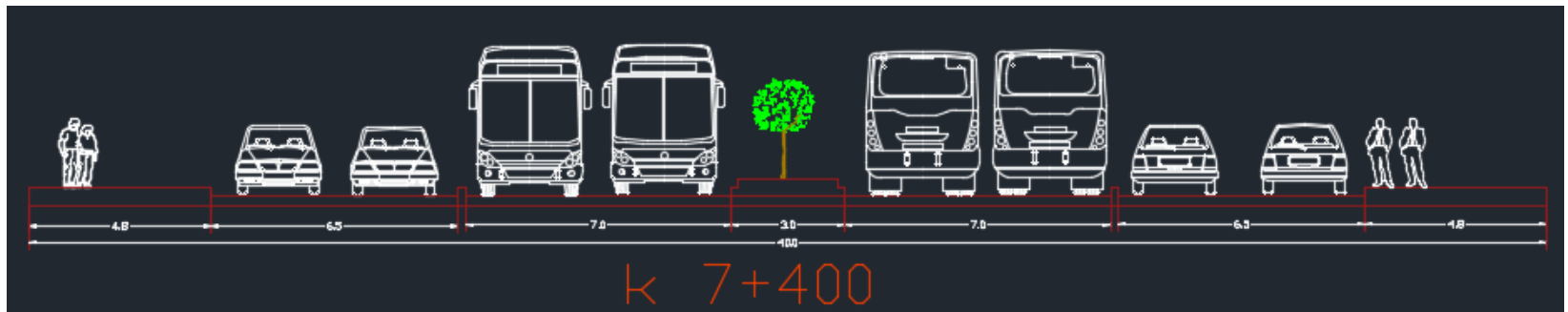


**Ilustración 17.** Estación Olaya (Carrera. 14 con calle 23 sur)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	18
Espacio para puente peatonal	No Disponible

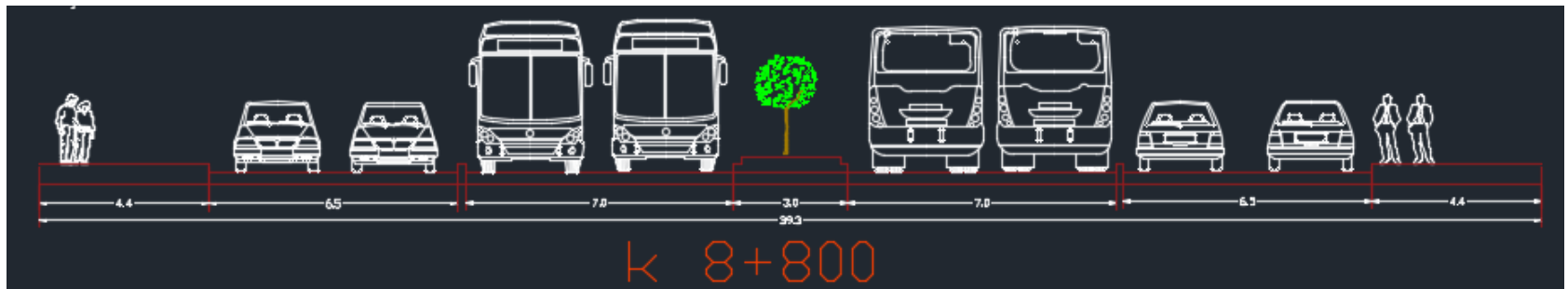


**Ilustración 18.** Estación Nariño (Carrera. 14 con calle 6 sur)



Fuente: Propia

Tiempo del tiempo semafórico (segundos)	24
Espacio para puente peatonal	No Disponible

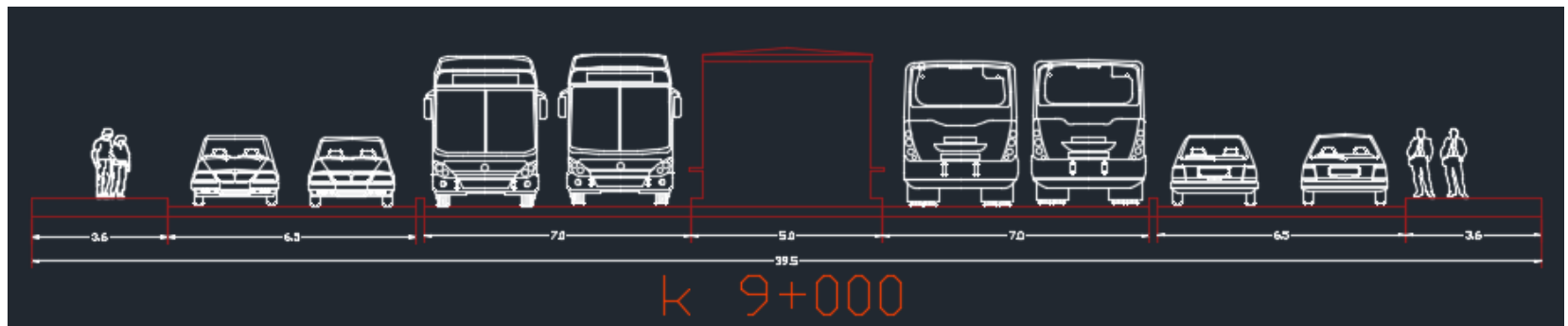


**Ilustración 19.** Estación Hortua (Carrera. 14 con calle 2 sur)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	19
Espacio para puente peatonal mayor a 40m	No Disponible



**Ilustración 20.** Estación Hortua (Carrera. 14 con calle 1)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	45
Espacio para puente peatonal	No Disponible

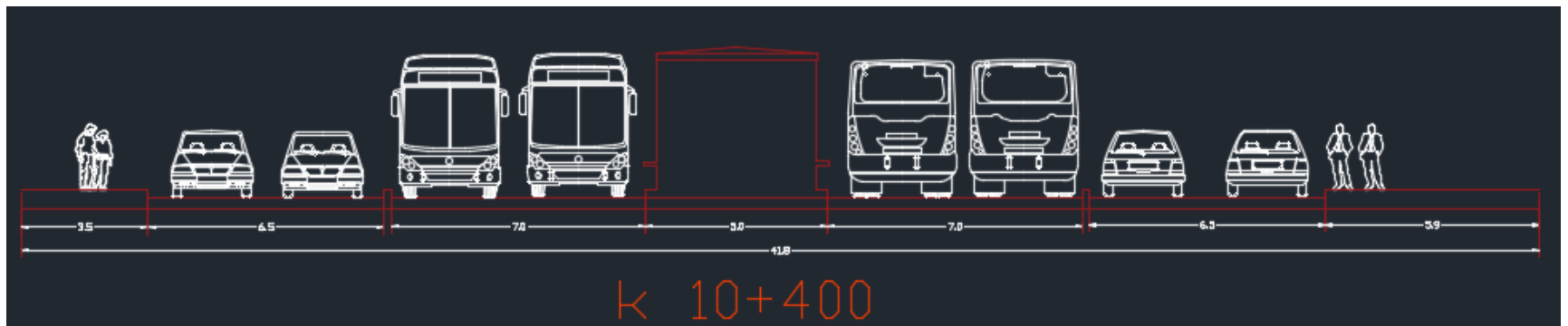


**Ilustración 21.** Estación Tercer Milenio (Carrera. 14 con calle 7)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	27
Espacio para puente peatonal	No Disponible



**Ilustración 22.** Estación Av. Jiménez (Carrera. 14 con calle 11)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	34
Espacio para puente peatonal	Disponible





**Ilustración 23.** Estación Calle 26 (Carrera. 14 con calle 25)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	36
Espacio para puente peatonal	Disponible

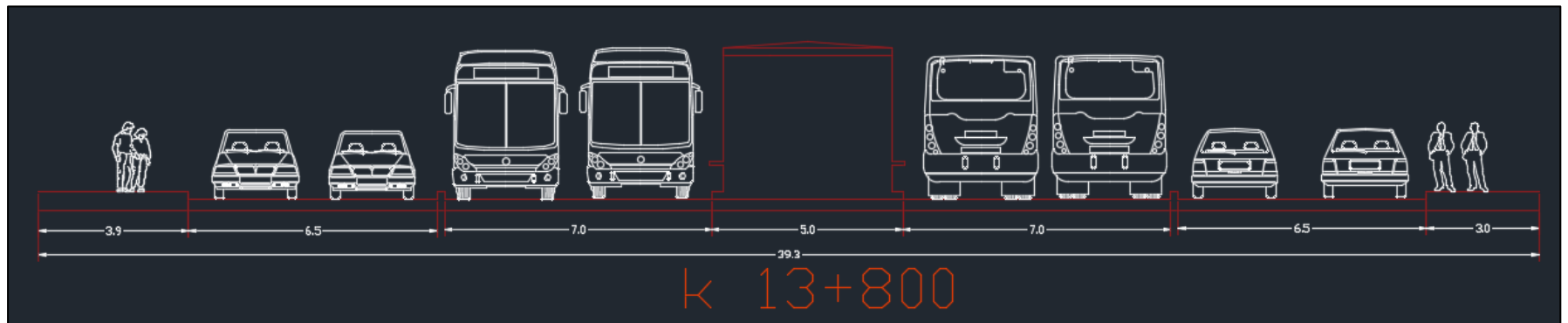


**Ilustración 24.** Estación Calle 39 (Carrera. 14 con calle 38)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	30
Espacio para puente peatonal	No disponible



**Ilustración 25.** Estación Marly (Carrera. 14 con calle 50)



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	30
Espacio para puente peatonal	No disponible

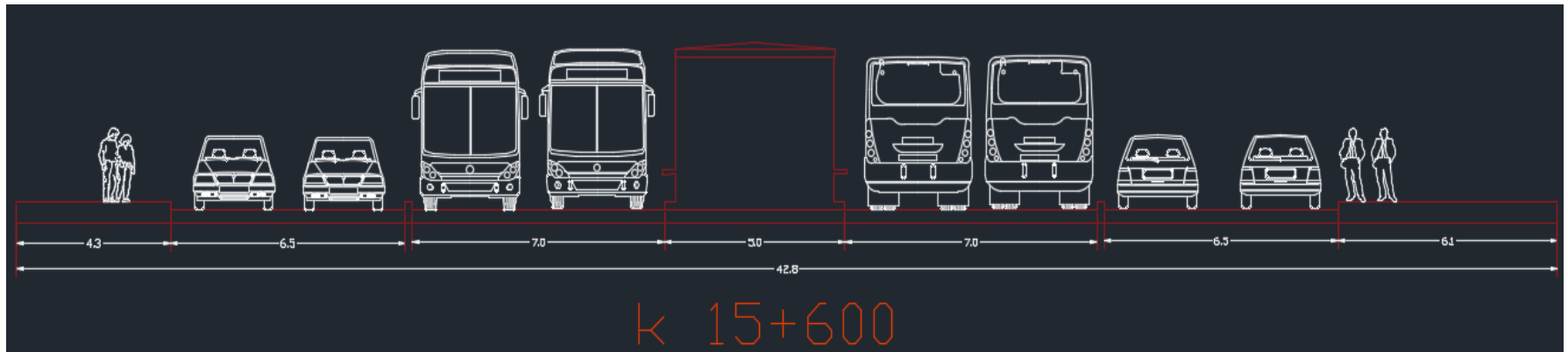


**Ilustración 26. Estación Calle 57 (Carrera. 14 con calle 54 bis)**



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	35
Espacio para puente peatonal	No disponible

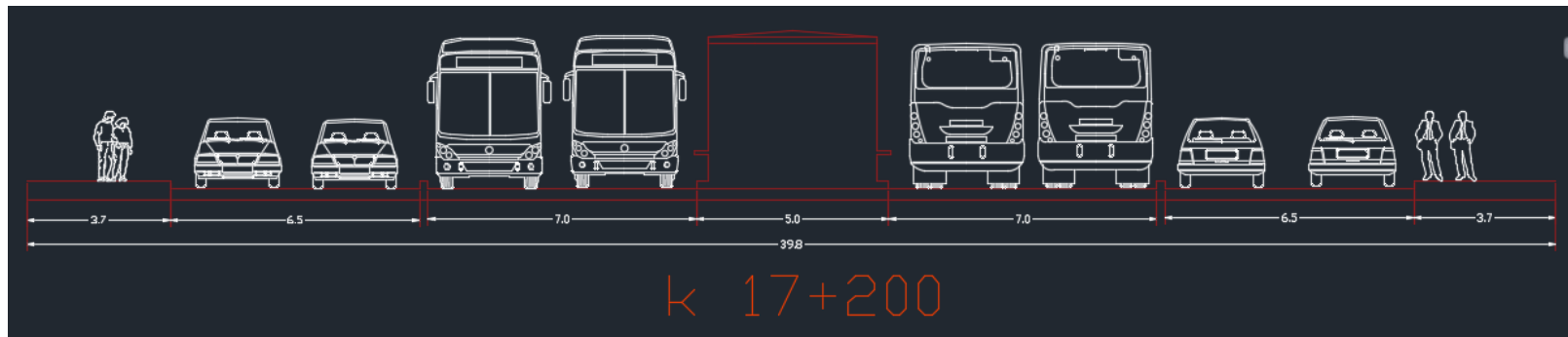


**Ilustración 27. Estación Calle 72 (Carrera. 14 con calle 70a)**



Fuente: Propia

Tiempo del ciclo semafórico (segundos)	35
Espacio para puente peatonal	No disponible



**Actividad 6.3.4** Determinación de la ubicación de los puentes peatonales a implementar en la troncal.

En consecuencia con la determinación de cada una de secciones transversales de las intersecciones peatonales semaforizadas, espacios disponibles de las mismas y tiempos del ciclo semafórico, se estableció la ubicación tentativa de la estructura de los puentes peatonales a implementar. En primera instancia se identificó un total de catorce (14) intersecciones peatonales con un promedio de tiempo del ciclo semafórico de 30 segundos, así mismo en cerca del 95% cumpliendo con un ancho aferente correspondiente al ideal en la implementación de un sistema BRT ideal cuarenta metros (40m). De estas 14 intersecciones se identificó que tan solo tres intersecciones cuentan con espacio suficiente y disponible en sus dos costados para la adecuación de un puente peatonal con acceso de manera peatonal y sistema de rampas.

La primera intersección intervenida como se muestra en la ilustración 28 se encuentra ubicada a la altura de la carrera 14 por calle 41b sur (estación Calle 40 sur) k5+200, en donde de acuerdo al abscisado realizado de paramento a paramento de la troncal Avenida Caracas (Anexo 01), se muestra un espacio disponible en esta sección de 52 metros con un espacio libre en sus costados de 9,8 metros de intervención en el diseño de una estructura de un puente peatonal con rampa de aterrizaje en ambos sentidos y acceso a la estación tal y como se muestra en la ilustración.

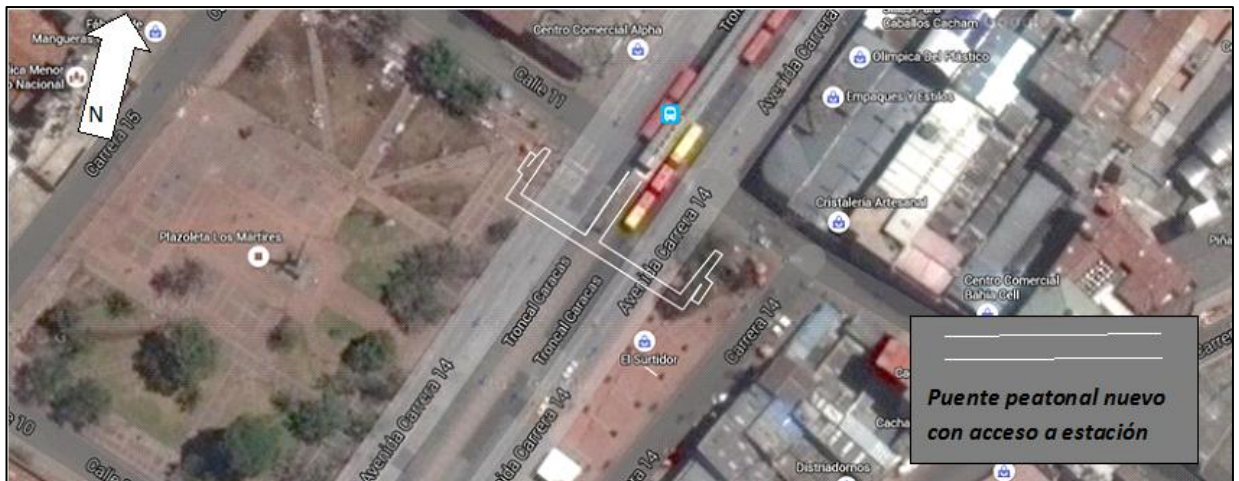
**Ilustración. 28** Puente peatonal. Estación Calle 40 sur (Carrera. 14 con calle 41 b sur)



Fuente: Google Maps

La segunda intersección intervenida como se muestra en la ilustración 29 se encuentra ubicada a la altura de la carrera 14 por calle 11 (estación Avenida Jiménez) k10+800, en donde de acuerdo al abscisado realizado de paramento a paramento de la troncal Avenida Caracas (Anexo 01), se muestra un espacio disponible en esta sección de 51,2 metros con un espacio libre en sus costados de 9,4 metros de intervención en el diseño de una estructura de un puente peatonal con rampa de aterrizaje en ambos sentidos y acceso a la estación tal y como se muestra en la ilustración.

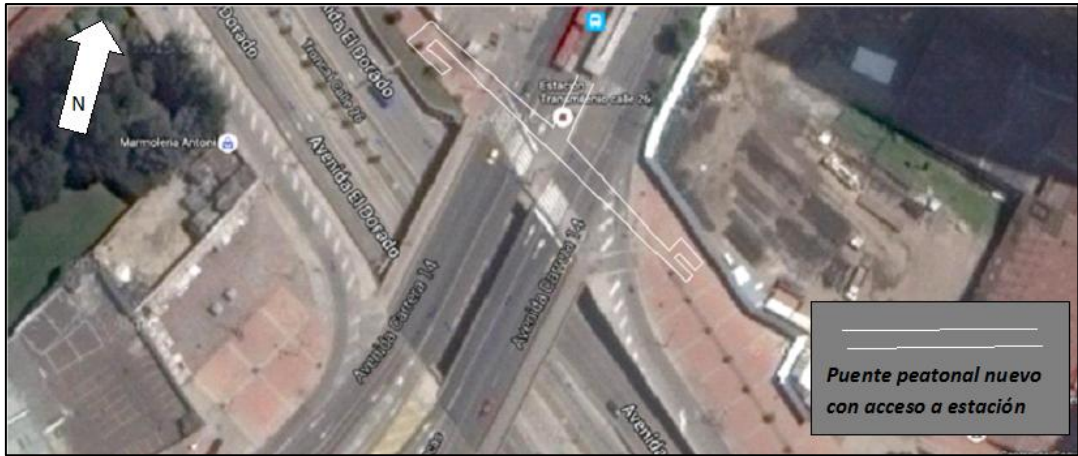
**Ilustración. 29** Puente peatonal. Estación Av. Jiménez (Carrera. 14 con calle 11)



Fuente: Google Maps

La tercera intersección intervenida como se muestra en la ilustración 30 se encuentra ubicada a la altura de la carrera 14 por calle 25 (estación Calle 26) k12+600, en donde de acuerdo al abscisado realizado de paramento a paramento de la troncal Avenida Caracas (Anexo 01), se muestra un espacio disponible en esta sección de 48,8 metros con un espacio libre en sus costados de 8,2 metros de intervención en el diseño de una estructura de un puente peatonal con rampa de aterrizaje en ambos sentidos y acceso a la estación tal y como se muestra en la ilustración.

**Ilustración. 30** Puente peatonal. Estación Calle 26 (Carrera. 14 con calle 25)



Fuente: Google Maps



## 7 CONCLUSIONES

Una vez culminado el proceso de identificación y reconocimiento de los documentos oficiales consultados y suministrados por el Instituto de desarrollo urbano (IDU) y por el ente a estudiar Transmilenio S.A en base a cada una de las categorías a evaluar de acuerdo al manual del Estandar BRT 2014 vigente, emitido por el Instituto de políticas para el transporte y desarrollo (ITPD), en donde se identificaron las condiciones actuales de la troncal Avenida Caracas dando como resultado:

En cada una de las categoría se identificaron principalmente optimas condiciones en las siguientes subcaterorias:

- **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT**
  - ✓ Carriles exclusivos y derecho de vía
  - ✓ Alineación de carriles
  - ✓ Pago de pasaje anterior al abordaje
  - ✓ Abordaje a nivel de plataforma
  
- **PLANEACIÓN DEL SERVICIO**
  - ✓ Rutas múltiples
  - ✓ Servicios locales, directos y limitados
  - ✓ Centro de control
  - ✓ Presencia en los 10 corredores principales
  - ✓ Perfil de demanda
  - ✓ Horarios de operación
  - ✓ Red de corredores múltiples
  
- **INFRAESTRUCTURA**
  - ✓ Carriles de rebase en estaciones
  - ✓ Estaciones en el centro
  
- **DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ AUTOBÚS-ESTACIÓN**
  - ✓ Estaciones seguras y cómodas
  - ✓ Número de puertas en el autobús
  - ✓ Bahías y paradas secundarias
  - ✓ Puertas corredizas en las estaciones

- CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA PASAJEROS
  - ✓ Creación de marca
  - ✓ Información para pasajeros
  
- INTEGRACIÓN Y ACCESO
  - ✓ Acceso universal
  - ✓ Integración con otros transportes públicos
  - ✓ Acceso peatonal

De acuerdo a la valoración del Estándar BRT 2014 y a partir de la consolidación, clasificación y evaluación de las características esenciales del sistema de BRT de la troncal Avenida Caracas, se obtiene que el sistema de transporte masivo Transmilenio adquiere una puntuación máxima de 75 puntos, lo cual lo cataloga como un BRT de plata. Lo anterior deduce que el sistema Transmilenio incluye las mejores prácticas internacionales y que lo reconoce como una inversión costo-eficiente, teniendo en cuenta la demanda de pasajeros, además de incluir la mayor parte de los elementos y criterios particulares de un sistema BRT a nivel mundial.

En pro de generar claridad sobre la evaluación y la posterior calificación del sistema, se resumen los criterios más reveladores de cada una de las categorías. Reconociendo además la falta de criterios evaluativos a considerar en este manual como por ejemplo la parte del modelo de estructura de los portales, la implementación de ambientes ecológicos en el sistema, señalización del corredor entre otros.

Al finalizar el proceso de reconocimiento del espacio disponible, espacio utilizado y tiempos de los ciclos semafóricos de las intersecciones peatonales se procede a elaborar un modelo de las secciones transversales de las intersecciones. Donde se concluye que tan solo tres intersecciones de las catorce evaluadas y existentes cuentan con el espacio suficiente por sentido para la implementación de puentes peatonales con rampa de aterrizaje en ambos costados de la vía con acceso a la estación, que son:

- Estación Calle 40 sur (Carrera. 14 con calle 41 b sur)
- Estación Av. Jiménez (Carrera. 14 con calle 11)
- Estación Calle 26 (Carrera. 14 con calle 25)

Una vez implementado estos se genera un mejoramiento en los tiempos de desplazamiento de los articulados a lo largo de la troncal en cuanto a lo que compete la aceleración y a la velocidad comercial será mayor debido a que

disminuye el tiempo de demoras de estas tres paradas, disminuyendo así el tiempo de viaje de un articulado que tome el trayecto de la troncal Avenida Caracas desde portal Usme hasta la calle 76 en 1 minuto 41 segundos que traduciendo en términos de longitud quiere decir que el vehículo recorrerá aproximadamente 786 metros de la troncal avenida Caracas en menos tiempo que un vehículo del sistema Transmilenio actual optimizando así los tiempos de viaje.

#### Demostración

- De acuerdo a la *ilustración 3* velocidad de operación 28km/h
- Tiempo de demoras semáforos
- Estación Calle 40 sur (Carrera. 14 con calle 41 b sur) = 36segundos
- Estación Av. Jiménez (Carrera. 14 con calle 11) = 34segundos
- Estación Calle 26 (Carrera. 14 con calle 25) = 31 Segundos
- Sumatoria 101 segundos

Entonces:

✓ 28km ---- 28000metros. Una hora ----- 3600seg

28000metros —————>3600seg

L metros ←—————101 seg

$$L = \frac{28000mts * 101seg}{3600seg} = 785,55mts$$

El implementar puentes peatonales en las intersecciones semaforizadas nos permitira una mejora en consecuencia en cada una de las categorías evaluadas, partiendo de un criterio en que el hecho en que estos garanticen la total accesibilidad al sistema, por lo cual se determinaron espacios disponibles mayores a 9 metros por sentido, quedando abierto la determinación del diseño de acuerdo a cada uno de estos espacios, haciendo referencia en que en las demás no se implementaron respetando el derecho de la accesibilidad universal a estas estructuras por lo cual no se disponía de espacios necesarios para rampas. En cuanto a la categoría de estructura del sistema no se intervino en deficiencias tales como la calidad del pavimento o la ampliación de las estaciones, como se hace referencia en este documento en la actualidad existen proyectos en camino en la reestructuración de estas subcategorías, tal es el ejemplo de la ampliación de la estación Cil. 40 sur como la intervención en las losas a lo largo del corredor.

## 8 RECOMENDACIONES

- El puntaje dado a cada categoría esta basado en las discriminaciones en porcentaje de las 28 estaciones existentes en la troncal.
- Revisar contratos en trámite y ejecuciones actuales dentro de las modificaciones realizadas al objeto de estudio, con el fin de adecuar estas dentro de la fase de evaluación del BRT.
- La adecuación de los puentes peatonales se realizaron con base a la necesidad de la anulación de la intersección semaforica, sin establecer patrones de seguridad que garanticen el total acceso.
- En este documento no se determinan los diseños geométricos del puente peatonal a implementar en cada de las intersecciones nombradas, por lo cual los espacios necesarios se establecieron a partir de modelos existentes y en relación con el espacio disponible.

## BIBLIOGRAFÍA

- CHAPARRO, Irma. Evaluación del impacto socio-económico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá, El caso del sistema de transporte masivo, Transmilenio. Disponible en internet: URL. [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6408/S0210717\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6408/S0210717_es.pdf?sequence=1). División de Recursos Naturales e Infraestructura Unidad de Transporte, Santiago de Chile, Octubre de 2002. Cita tomada Febrero 2015. Pág. 7.
- DANE. Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total por área 1985-2020. Disponible en internet: URL. [www.dane.gov.co/](http://www.dane.gov.co/). Bogotá 2015.
- DANIEL, Rodríguez y TOVAR, Erik. Sistemas de transporte público masivo tipo BRT y desarrollo urbano en América latina, tipologías de DOT, Enero 2013.
- EMBARQ-Centro de transporte sostenible del Instituto de recursos Mundiales. Evaluación Expost Sistema de Transporte Masivo de Bogotá, Fases I y II. Disponible en internet: URL. [http://www.wri.org/sites/default/files/pdf/modernizing\\_public\\_transportation\\_es.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/pdf/modernizing_public_transportation_es.pdf). 2010. Noviembre 27 de 2009. Cita tomada Febrero de 2015.
- INSTITUTE FOR TRANSPORTATION & DEVELOPMENT POLICY.ORG. (Febrero de 2015). Disponible en: <http://www.itpd.org/index.php?/microsites/brt-standar/>.
- MARTINEZ, Ricardo. Infraestructura para los escenarios del sistema Integrado de Transporte Publico-SITP, Plan de ascenso tecnológico. Bogotá D.C 2013. Cita tomada Abril de 2015.
- PARDO, Carlos. Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América latina, Santiago de Chile 2009. Cita tomada Abril de 2015.

- PERROTI, Daniel. SÁNCHEZ Ricardo. La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe. Disponible en internet: URL. <https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/BRT-Standard-2014.pdf>. Julio de 2011. Cita tomada Marzo de 2015.
- TRANSMILENIO S.A, Estadísticas de oferta y demanda del sistema integrado de transporte público- SITP, Bogotá DC, 2014. Cita tomada Marzo de 2015.

## ANEXOS

- Formato: CD
  - ❖ **Anexo 01:** Plano de abscisado de la Troncal Avenida caracas, AUTOCAD V.2016 Escala 1:1
  - ❖ **Anexo 02:** Registro fotográfico de intersecciones vehiculares semaforizadas, identificando factores involucrados y movimientos en la intersección.