

BENCHMARKING DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE  
BUSES DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE URBANO-SITP Y LA  
EMPRESA MASSACHUSETTS BAY TRANSPORTATION AUTHORIT-MBTA

NALIA VIVIANA RODRÍGUEZ GÓMEZ  
SEBASTIÁN HINCAPIÉ DUQUE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C  
2018

BENCHMARKING DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE  
BUSES DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE URBANO-SITP Y LA  
EMPRESA MASSACHUSETTS BAY TRANSPORTATION AUTHORITY-MBTA

NALIA VIVIANA RODRIGUEZ GÓMEZ  
SEBASTIÁN HINCAPIÉ DUQUE

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Industrial

Director

Ing. ISAAC HUERTAS FORERO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ALTERNATIVA VISITA INTERNACIONAL  
BOGOTÁ  
2018



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

**Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

**Usted es libre de:**



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

**Bajo las condiciones siguientes:**



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**Sin Obras Derivadas** — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

## **Nota de Aceptación**

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Facultad de Ingeniería y la Universidad Católica de Colombia para optar al título de ingeniero Industrial.

---

ISAAC HUERTAS FORERO  
Director

---

HEDID AHIXA DELGADO RIOS  
Jurado 1

---

Jurado 2

---

DIANA PATRICIA DÍAZ VELANDIA  
Revisor Metodológico

Bogotá. 26 noviembre, 2018

## **DEDICATORIA**

Queremos dedicar este trabajo principalmente a Dios por permitirnos llegar a este momento tan importante en nuestra carrera profesional.

A nuestra familia por el amor incondicional y el apoyo que nos brindaron durante nuestra carrera profesional

A nuestros profesores por el tiempo dedicado y el apoyo que nos brindaron en el transcurso de la profesión y el aprendizaje transmitido.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A nuestros padres:**

Por ser nuestro mayor ejemplo de constancia, esfuerzo y dedicación, por confiar en nosotros y brindarnos su apoyo en todo momento, por el amor incondicional y los consejos dados que nos ayudaron a crecer como personas y seguir adelante con nuestra carrera profesional.

### **A nuestro asesor:**

Por el tiempo dedicado, por su paciencia y por las recomendaciones puntuales para corregir y perfeccionar los conceptos en el proceso que nos permitieron elaborar esta monografía.

### **A mis docentes:**

Por el apoyo que nos brindaron en cada clase, por el aprendizaje adquirido durante nuestra formación académica y que fueron indispensables para la elaboración de este trabajo.

Adicionalmente queremos agradecer especialmente a la Ing. Leidy Patricia Rodríguez por ser nuestro apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo, por tener la paciencia y la disposición, por creer en nosotros y en nuestro proyecto.

También queremos agradecerle al Ing. Daniel Ávila, por su disposición, y su apoyo en todo momento. Y a todas las personas que con su ayuda nos han ayudado en la elaboración de nuestro trabajo y ha hecho parte fundamental en el transcurso de nuestra carrera profesional.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1 GENERALIDADES	17
1.1 ANTECEDENTES	17
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.2.1 Descripción del Problema.	20
1.2.2 Formulación del Problema.	22
1.3 OBJETIVOS	22
1.3.1 Objetivo General	22
1.3.2 Objetivos Específicos	22
1.4 JUSTIFICACIÓN	22
1.5 DELIMITACIÓN	24
1.5.1 Espacio	24
1.5.2 Tiempo	24
1.5.3 Contenido	24
1.5.4 Alcance	24
1.6 MARCO REFERENCIAL	24
1.6.1 Marco Teórico	24
1.6.2 Marco Conceptual	25
1.6.2.1 Cadena De Valor	25
1.6.2.2 Procesos	25
1.7 METODOLOGÍA	27
1.7.1 Tipo de Investigativo.	27
1.7.2 Fuentes de Información	27
1.8 DISEÑO METODOLÓGICO.	27
2 DESARROLLO DEL PROYECTO	29
2.1 DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO BUSES BOGOTÁ-BOSTON.	29
2.1.1 SITP	29
2.1.2 Sistema Integrado de Transporte Público	31

2.1.3 Transporte Boston	36
2.1.3.1 Simulación datos fallas proceso mantenimiento	41
2.1.4 Encuesta realizada	45
3 COMPARATIVO DE SISTEMA DE TRANSPORTE	50
3.1 Proceso de mantenimiento	50
3.1.1 Análisis del mantenimiento de buses de la Ciudad de Boston	50
3.1.2 Inversiones programa de mantenimiento transporte de Boston	50
3.1.3 Nuevos proyectos en sistemas de transporte de Boston	51
3.2 Sistema De Transporte Público SITP- Bogotá D.C	52
3.2.1 Proceso de mantenimiento	52
3.3 Análisis DOFA	55
3.3.1 Análisis DOFA-Buses Bogotá-D.C	55
3.3.2 Análisis DOFA-Buses Boston	57
4 PROPUESTA DE PROCESO	59
4.1 Plan De Acción	59
4.1.1 Caracterización Del Proceso De Mantenimiento	60
5 CONCLUSIONES	65
6 RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	70



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Datos generales de infraestructura del sistema.....	17
Figura 2. Bus servicio troncal.....	30
Figura 3 Bus servicio Urbano.....	30
Figura 4 Bus servicio Alimentador .....	31
Figura 5 Bus Servicio Complementario.....	31
Figura 6 Bus Boston .....	39
Figura 7 Mapa recorrido Buses.....	40
Figura 8 Índices de porcentajes costos de mantenimiento .....	50
Figura 9 Bus pasajeros alimentado de Hidrogeno .....	51
Figura 10. Resumen a los Indicadores de Transporte .....	53
Figura 11 Resumen Indicadores infraestructura Vial .....	54
Figura 12 Mapa de procesos .....	60
Figura 13 Diagrama de flujo proceso mantenimiento.....	61

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Metodología Utilizada.....	28
Cuadro 2 Características de la operación de los servicios zonales .....	33
Cuadro 3 Características de la operación red vial .....	33
Cuadro 4 Ventajas Sistema Transporte Boston .....	39
Cuadro 5 Simulación Realizada Buses Boston.....	42
Cuadro 6 Realizada Buses Bogotá D.C .....	44
Cuadro 7 Análisis Personas Encuestadas .....	46
Cuadro 8 Análisis personas encuestadas.....	46
Cuadro 9 Análisis Personas Encuestadas .....	47
Cuadro 10 Análisis Personas Encuestadas .....	48
Cuadro 11 Análisis personas encuestadas.....	49
Cuadro 12 Indicadores de las operaciones del sistema integrado de transporte...	52
Cuadro 13 Operadores Transmilenio.....	54
Cuadro 14 DOFA matricial mantenimiento de buses-Bogotá .....	55
Cuadro 15 DOFA matricial mantenimiento de buses-Boston.....	57
Cuadro 16 Plan de acción.....	59
Cuadro 17 Actividades de Mantenimiento .....	62
Cuadro 18 Orden de Trabajo .....	63
Cuadro 19 Orden de Compra.....	64

## LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1 Resultados Encuesta.....	46
Grafico 2 Resultados Encuesta.....	47
Grafico 3 Resultados Encuesta.....	48
Grafico 4 Resultados Encuesta.....	48
Grafico 5 Resultados encuesta .....	49

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Encuesta Usuarios SITP

72

## GLOSARIO

**ACCIDENTE DE TRÁNSITO:** es un evento involuntario, que se genera por un vehículo que se encuentra en movimiento, causando daños a personas o inmuebles, y adicionalmente genera afectación la movilidad.

**BUS PADRÓN DUAL:** bus de capacidad media y de un solo cuerpo que está especialmente adaptado para operar en la infraestructura de tipo troncal y de tipo zonal.

**CENTRO DE CONTROL:** es un lugar acondicionado operado por un ente gestor donde se encuentra el software y hardware diseñado y suministrado por el Concesionario del SIRCI para que el Ente Gestor ejerza sus funciones de verificación de las programaciones de los distintos concesionarios de operación (Troncales, Alimentadores, Urbanos, Complementarios y Especiales), operación, supervisión, gestión y control de los servicios.

**DOFA:** es un acrónimo de las palabras Debilidades Oportunidades Fortalezas Amenazas.

**EFFECTIVIDAD:** aptitud que le permite llegar a sus objetivos.

**EFICACIA:** es la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

**EFICIENCIA:** capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función

**FLOTA:** conjunto de barcos u otros vehículos de transporte.

**MANTENIMIENTO:** es un conjunto de actividades que se desarrollan con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas diseño.

**PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD:** es la carta de navegación de la ciudad en el tema, se establece la estructuración del nuevo Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá (SITP), como instrumento que garantizará mejor calidad de vida de los ciudadanos, optimizando los niveles de servicio para viajes que se realizan en la ciudad.

## ACRÓNIMOS

**BRT:** Bus Rapid Transit

**MBTA:** Massachusetts Bay Transportation Authority (Empresa de Transporte público en Boston)

**RFP:** Solicitud de respuestas

**SIRCI:** Sistema Integrado de Recaudo, Control, Información y Servicio al Usuario

**SITM:** Sistema Integrado de Transporte Masivo

**SITP:** Sistema Integrado de Transporte Publico (Empresa de Bogotá)

**TMSA:** Empresa de Transmilenio S.A.

**TPC:** Transporte Público Colectivo

## RESUMEN

Con el presente trabajo se busca determinar un análisis general del proceso del mantenimiento de los buses del SITP realizando una propuesta y así poder mejorar la calidad del servicio que se le presta a los capitalinos, en un marco comparativo con la ciudad de Boston (Estados Unidos). Adicionalmente, se establece por medio de las metodologías propuestas el diagnóstico de cada país buscando sus problemáticas y las fallas en cada uno de los buses de cada uno de los dos países.

Consecuente a esto, hay un comparativo benchmarking donde permite visualizar el sistema MBTA de Boston respecto al sistema SITP de la zona de análisis (Bogotá), es decir, allí se encuentran ventajas y desventajas, y posibles oportunidades de mejora, así que, es por esto que finalmente se propone una optimización enfocada en corregir y mostrar mejores resultados al público objetivo y poder prestar un servicio de calidad, disminuyendo tiempos, accidentes y demoras.

**Palabras claves:** Logística, Mantenimiento, MBTA, Preventivo, SITP, Transporte público.

## INTRODUCCIÓN

El ser humano desde su origen ha tenido la necesidad de desplazarse; el desarrollo en la cultura la economía y tecnología permite que estos desplazamientos sean más efectivos. Sin embargo, si no se planea de una manera efectiva o se estructura las ciudades para que los diferentes modos y medios de transporte funciones como un sistema multimodal va a generar los problemas que actualmente tiene Bogotá con la población que crece en forma exponencial, al hacer un comparativo en cuanto a procesos de mantenimiento de buses se evidencia que hay una falta de planeación y control.

Así pues, como propuesta de optimización del proceso mantenimiento para la flota de buses del SITP de la empresa Transmilenio S.A. Se planea objetivamente proporcionar mediante análisis comparativo respecto a un sistema moderno como lo es el MBTA para evaluar la situación actual de funcionamiento del sistema del Distrito Capital, finalizando con un diseño del proceso con su respectivo plan de acción. Por consiguiente, se emplea DOFA para tener en cuenta las oportunidades y amenazas al óptimo funcionamiento contempladas, además, como ruta de optimización se realiza una caracterización con su diagrama de flujo donde nos permitirá realizar un diagnóstico y así determinar un plan de acción, actualmente estos se encuentran en estado de insatisfacción desde ambas partes, tanto del que toma el servicio como del que tiene la disposición pero que no cuenta con una gestión integral que acoja las necesidades como empleado.



# 1 GENERALIDADES

## 1.1 ANTECEDENTES

El sistema de transporte público de Bogotá D.C está siendo organizado mediante la plataforma de integración de servicios de una red primaria compuesta por las plataformas y autobuses del sistema Transmilenio y una red secundaria compuesta por los autobuses del Sistema Integrado de Transportes (SITP). Los dos sistemas que a su tiempo fueron desarrollados en diferentes etapas y con diferentes consideraciones, cuentan con una serie de diferencias operativas siendo entre ellas la más notoria la falta de infraestructura y métodos de integración que consoliden la flota de esta red secundaria y no permitan llevar un control adecuado de las condiciones operativas y funcionales de los equipos de transporte con que cuenta la flota.

En un principio, el desarrollo de la línea de transporte de SITP, se consolida como el tránsito de los autobuses de pago regular a la red de transporte integrado que consolidara las diferentes empresas transportadoras de Bogotá en una única empresa, por esta razón y ante la necesidad de llevar a cabo un aprovechamiento de la infraestructura con la que se contaba, se procuró la inclusión de los autobuses existentes lo cual generó una diferencia significativa entre los autobuses que entraron en operación, con el tiempo la administración de esta empresa ha permitido hacer un cambio de los equipos actualizando la flota de la misma.

En la Figura 1 se observa los datos generales de la infraestructura del sistema, en cuanto a los conductores vinculados del sistema troncal, urbano, y alimentador.

Figura 1 Datos generales de infraestructura del sistema



Fuente. Transmilenio en cifras. Informe mensual septiembre 2017. [En línea]. Disponible: <[http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas\\_de\\_oferta\\_y\\_demanda\\_del\\_sistema\\_integrado\\_de\\_transporte\\_publico\\_sitp\\_septiembre\\_2017](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas_de_oferta_y_demanda_del_sistema_integrado_de_transporte_publico_sitp_septiembre_2017)>

Luego de la visita a la empresa MBTA de la ciudad de Boston, se pudo evidenciar que la consolidación de un esquema operativo e integral permite llevar a cabo controles específicos en los grandes componentes del sistema, siendo estos la programación de actividades y control de personal prestador de servicios, operación de infraestructura y operación de la flota operativa lo cual una vez sumado representa un sistema eficaz de transporte masivo complementado en redes primarias y secundarias.

Tomando como base esta noción y teniendo presente la problemática que está afectando la infraestructura de transporte de la ciudad de Bogotá, el tema de nuestra investigación busca generar el desarrollo de un sistema operativo que cubra las falencias de control sobre la flota operativa de los autobuses del SITP, enfocándose en este caso en el proceso de mantenimiento y el sistema de reparación de equipos afectados. Para poder llevar a cabo el desarrollo de un método eficaz, la investigación contempla la definición de conceptos por medio del análisis de metodologías teóricas y la aplicación de esquemas operativos en sistemas de transporte masivo que se encuentren actualmente en operación.

Como resultado se espera consolidar los diferentes frentes de trabajo presentes en un equipo óptimo de mantenimiento operativo y hacer con esta clasificación el desarrollo de una metodología que considerando el esquema de operación de la planta actual permita llevar a cabo sistemas de control, vigilancia y mejoras de los autobuses en operación y permita a la larga establecer mejores condiciones en la flota operativa del sistema.

Con el fin de encontrar una ruta de acción eficaz para el medio de investigación, se realizó la investigación de metodologías de estudio equivalentes que sirvieran a su vez como precedente en la definición de la ruta de acción para el direccionamiento de la investigación.

De esta manera se encontró cinco documentos de estudio, los cuales nos permiten llevar a cabo una lista de los criterios evaluativos y cuantitativos que permitan establecer el proceso de mantenimiento de los sistemas de transporte masivo, así como sus criterios de operación y alcance. Los documentos citados se relacionan a continuación

➤ Los sistemas de transporte masivo en el hábitat metropolitano: el caso Megabus en el centro occidente colombiano. Autores: Carlos Eduardo Rincón González y

Jorge Galindo Díaz.<sup>1</sup>

Este documento tomado como referencia hace un estudio de los cambios que se produjeron a nivel de infraestructura, diseño, características relevantes, basado en un estudio del sistema de transporte masivo de Curitiba-Brasil.

➤ Opciones de transporte público masivo. Autor: Lloyd Wright (Institute for Transportation And Development Policy) y Karl Fjellstrom (GTZ)<sup>2</sup>

Este documento hace referencia a una comparación de sistemas de transporte masivo de algunos países de América Latina, en cuanto a costos, costo de construcción, material móvil y operación, también su comparación está basada en capacidad de pasajeros, infraestructura, velocidad, mantenimientos.

Evaluación del impacto socioeconómico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá. El caso del sistema de transporte masivo, Transmilenio. Autor: Irma Chaparro.<sup>3</sup>

Este documento hace referencia a la implementación del sistema de transporte masivo, Transmilenio haciendo un comparativo con el sistema de transporte masivo de Curitiba-Brasil en cuanto a la demanda de pasajeros y el desarrollo urbano que se ha tenido.

➤ Challenges and opportunities. Autor. MBTA.

“On-time performance (OTP) is perhaps the most important measure of service reliability. OTP for the MBTA rapid transit system is generally very good, with all lines and branches surpassing, meeting, or coming close to meeting the MBTA schedule adherence standard. Bus and commuter rail services currently do not perform as well. In 2004, 94% of trips of all commuter rail lines departed from and arrived at terminals within five minutes of scheduled departure and arrival times. In 2007, only 79% of all commuter rail trips did so. On the bus system, only 60% of all time points measured on all routes currently show buses arriving on time.”<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> GONZÁLEZ RINCÓN CARLOS EDUARDO, DÍAZ GALINDO JORGE. Los sistemas de transporte masivo en el hábitat metropolitano: el caso Megabús en el centro occidente colombiano. {En línea}, [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet < <http://bdigital.unal.edu.co/4823/2/9789588280325.2010.pdf>>

<sup>2</sup> WRIGHT LLOYD. Opciones de transporte público masivo. {en línea}, [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet < [https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A\\_Sourcebook/SB3\\_Transit-Walking-and-Cycling/GIZ\\_SUTP\\_SB3a\\_Mass-Transit-Options\\_ES.pdf](https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB3_Transit-Walking-and-Cycling/GIZ_SUTP_SB3a_Mass-Transit-Options_ES.pdf)>

<sup>3</sup> CHAPARRO IRMA. Evaluación del impacto socioeconómico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá. El caso del sistema de transporte masivo, Transmilenio. {en línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet < [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6408/1/S0210717\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6408/1/S0210717_es.pdf)>

<sup>4</sup> MBTA. Challenges and opportunities. {En línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet <[http://www.ctps.org/mbta\\_pmt](http://www.ctps.org/mbta_pmt)>

De acuerdo a lo anterior es un fragmento tomado de un informe programa para el transporte masivo del año 2009, donde evalúan el estado de baja optimización de tiempos en la Ciudad de Boston y establecen un programa para mejorar esas estadísticas.

➤ Best Operational and Maintenance. Practices for City Bus Fleets to Maximize Fuel Economy

"Las siguientes condiciones también serían un requisito previo para la implementación del enfoque recomendado:

- Una instalación de mantenimiento existente que realiza la mayor parte del mantenimiento periódico y puede realizar la mayoría de las reparaciones comunes en la empresa.
- Acceso a una instalación de reparación más especializada capaz de inyectar el motor y el combustible de reconstrucción del sistema que puede ser interna o basada en el proveedor, para realizar el proceso completo potencial de ahorro de combustible del programa.
- La capacidad de entrenar a los conductores en la conducción con ahorro de combustible, ya sea en la propia empresa o en una escuela de conducción comercial".<sup>5</sup>

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

**1.2.1 Descripción del Problema.** La movilidad se ve afectada por el aumento proporcional de la población según las estadísticas arrojadas en el informe No 46 de septiembre del 2017 de la SUBGERENCIA TÉCNICA Y DE SERVICIOS TRANSMILENIO S.A. "Moviliza a 2.358.992 usuarios en un día hábil, es decir un 44,49% de la población".<sup>6</sup>

A medida que la población va creciendo el sistema de transporte masivo se ve afectado por que no se tiene una organización y logística adecuada en el sistema

---

<sup>5</sup> BEST OPERATIONAL AND MAINTENANCE. Practices for city bus fleets to maximize fuel economy. {en línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet <[https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/FINAL\\_EECI-BusGuideNote\\_BN010-11.pdf](https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/FINAL_EECI-BusGuideNote_BN010-11.pdf)>

<sup>6</sup> TRANSMILENIO EN CIFRAS. Estadística de oferta y demanda del sistema integrado de transporte público-SITP. {en línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet <[http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas\\_de\\_oferta\\_y\\_demanda\\_del\\_sistema\\_integrado\\_de\\_transporte\\_publico\\_sitp\\_septiembre\\_2017](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas_de_oferta_y_demanda_del_sistema_integrado_de_transporte_publico_sitp_septiembre_2017)>

de transporte actual, lo cual lo hace un servicio ineficiente, generando molestias e inconformidades en los usuarios.

La flotilla de buses del SITP no está en óptimas condiciones, debido a que los buses ya han terminado su ciclo de vida y no se le hace los mantenimientos adecuados, lo que está generando un impacto negativo al medio ambiente, una alta accidentabilidad en las vías, demoras en estaciones, congestión en vías.

Según la revista Semana “Los sistemas están en riesgo de colapsar, y la banca puso al sector en alto riesgo. Hasta la cadena de proveedores está afectada, mientras los usuarios se quejan del mal servicio.”<sup>7</sup>

“Este año van más 390 accidentes con buses del SITP. En la empresa de transporte sostienen que el número de episodios se redujo ya que hay más kilómetros recorridos por los buses. A pesar de los controles, el número de accidentes de tránsito de Transmilenio ha aumentado 18,6 % entre el año 2015 y el 2016.

Estas cifras nos dan a entender que no se tiene un control y una supervisión adecuada a los mantenimientos de los buses que salen a prestar el servicio a los usuarios, generando accidentes en las vías, generando trancones, congestiones en las estaciones, demoras de buses, y poniendo en riesgo la vida de los usuarios;

Para Transmilenio, aunque las cifras indican que existe un aumento por el número de casos, porcentualmente existe una reducción del 10 %. La explicación es simple: el número de kilómetros de la flota troncal ha aumentado y pasó en el periodo mencionado de 462.819 a 505.091 kilómetros día.<sup>8</sup>

Por otra parte, desde el año 2012 se adelanta en la capital, la implementación del componente zonal del sistema y en el 2016 según fechas reportadas por la alcaldía de Bogotá el Sistema Integrado de Transporte Público –SITP- presenta un avance de implementación del 84%; la Alcaldía de Bogotá en el Banco Distrital de Programas y Proyectos afirma:

“El proceso de consolidación del SITP requiere de decisiones estructurales que permitan avanzar en el desarrollo de cada componente, en su integración y en la superación de las situaciones que han implicado situaciones que afectan la cobertura y la percepción de los usuarios. Actualmente los usuarios reportan a un

---

<sup>7</sup> LA MALA HORA DEL TRANSPORTE MASIVO EN COLOMBIA. {En línea}. Fecha. {7 febrero 2016}. [citado 26 Agosto, 2018]. Disponible en Internet <<http://www.semana.com/economia/articulo/transmilenio-y-transporte-masivo-en-riesgo-de-colapsar/480146>>

<sup>8</sup> REVISTA semana. Este año van más 390 accidentes con buses de Transmilenio. {En línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en Internet <<http://www.semana.com/nacion/articulo/bogota-ya-van-390-accidentes-con-buses-de-transmilenio/495928>>

19% de satisfacción con el transporte troncal, 32% con el zonal y 43% con el colectivo tradicional”<sup>9</sup>

Este trabajo busca realizar una propuesta basada en el análisis del proceso de mantenimiento de la ciudad de Bogotá D.C.

**1.2.2 Formulación del Problema.** ¿Cómo mejorar el proceso del mantenimiento de buses del SITP con respecto a las buenas prácticas del MBTA?

### 1.3 OBJETIVOS

A continuación, se detallan los objetivos generales y específicos que dan respuesta a la pregunta de la investigación.

**1.3.1 Objetivo General.** Realizar un benchmarking del proceso de mantenimiento de la flota de buses del Sistema Integrado De Transporte Urbano-SITP, para su mejoramiento respecto a la empresa Massachusetts Bay Transportation Authority-MBTA.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar el estado actual de los sistemas de transporte masivo del SITP y el MBTA.
- Elaborar un comparativo del proceso de mantenimiento entre la empresa de transporte integrado de Bogotá y Boston.
- Realizar una propuesta de modelamiento para el proceso de mantenimiento de la flota de buses del SITP.

### 1.4 JUSTIFICACIÓN

Según la página oficial de Transmilenio nos muestra que durante 2016 se registraron 4.602 accidentes donde se vio involucrado un bus del SITP. Esta estadística no discrimina causalidades, responsabilidades, montos de reparación ni

---

<sup>9</sup> ALCALDIA DE BOGOTÁ. Banco Distrital de Programas y Proyectos. {En línea}. [citado 02 abril, 2018]. Disponible en Internet <URL:<http://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/6%20Fichas%20EBI-D%20SDM%20PDD%20BMPT%202016.pdf>>

gravedad de los incidentes. Transmilenio realiza un análisis de las hipótesis de un porcentaje los accidentes reportados y discrimina las causas por: <sup>10</sup>

Conductor (fallas humanas)	72.33%
Terceros	15.15%
Pasajeros	4.22%
Vehículo (Fallas mecánicas)	3.95%
Peatón	2.87%
Estado de la Vía	1.32%

La propuesta busca encontrar un plan de acción eficiente que logre agilizar este proceso de modo que pueda dar resultados a largo plazo favoreciendo a los usuarios en cuanto a un mejor servicio y seguridad.

Se tomará como referente el sistema de transporte masivo, Massachusetts Bay Transportation Authority (MBTA), en la ciudad de Boston (Estados Unidos), para esto se contará con la información suministrada por la empresa MBTA, la revisión bibliográfica, y la observación directa de la visita técnica.

Con esto se identificará posibles propuestas de mejoras para la optimización del sistema masivo de transporte de Bogotá- SITP en su proceso de mantenimiento

Esta investigación pretende lograr que el proceso de mantenimiento sea eficiente para la empresa, donde esta propuesta pueda lograr una flota de buses idónea y eficiente, mejorando costos y que pueda ofrecer un servicio de buena calidad a los usuarios, y obteniendo un proceso eficiente.

---

<sup>10</sup> TRANSMILENIO. Transmilenio realiza controles aleatorios diarios sobre mantenimiento de la flota del SITP. {en línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en Internet <[http://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/transmilenio\\_realiza\\_controles\\_aleatorios\\_diarios\\_sobre\\_mantenimiento\\_de\\_la\\_flota\\_del\\_sitp](http://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/transmilenio_realiza_controles_aleatorios_diarios_sobre_mantenimiento_de_la_flota_del_sitp)>

## **1.5 DELIMITACIÓN**

Como el proyecto está basado de la visita técnica internacional, se acudió de manera presencial a las instalaciones del MBTA, donde se conoció la automatización, proceso y logística de la misma, se contará con información brindada por la empresa.

**1.5.1 Espacio.** El espacio donde se ejecutará el proyecto se limita a Bogotá, ciudad donde se encuentra la empresa del SITP.

**1.5.2 Tiempo.** Este proyecto se desarrollará dentro de 16 semanas de acuerdo a la planificación realizada por la Universidad Católica de Colombia.

**1.5.3 Contenido.** El contenido del proyecto consiste en hacer un análisis comparativo de los sistemas de transporte urbano de la ciudad de Bogotá (Colombia) y la ciudad de Boston (Estados Unidos) y realizar una propuesta de mejoramiento del proceso de mantenimiento de buses del SITP en Bogotá D.C

**1.5.4 Alcance.** El alcance que se pretenden del proyecto es realizar una propuesta de optimización de mantenimiento de la flota de buses del SITP.

El análisis del problema incluirá el diseño de una propuesta de optimización del mantenimiento de buses, de indicadores de desempeño, pero no se llegará a la implementación del mismo.

## **1.6 MARCO REFERENCIAL**

### **1.6.1 Marco Teórico**

#### **1.6.1.1 Importancia de transporte Masivo**

“Los grandes desafíos en materia de movilidad, apuntan hacia el uso de sistemas de transporte masivo, ya que las experiencias en ciudades como Curitiba, donde un 80% de su población utiliza el Transporte Público, ha sido una manera eficaz para reducir los congestionamientos. Por lo general el aumento del volumen de tráfico se debe al aumento de la capacidad adquisitiva y deseo de las personas de desplazarse en autos privados, por comodidad y estatus. Pero otro factor determinante en nuestro país ha sido, la falta de opciones para desplazarse de forma eficiente, segura e itinerarios regulares. Por esa razón es recomendable el desarrollo de sistemas de transporte público masivo. De lo contrario la falta de empleo y los vacíos de transporte que existen en nuestras ciudades, seguirán incentivando la oferta de transporte informal, lo cual ha resultado contra productivo,



porque han venido a generar más desorden e inseguridad. Las ciudades que no cuentan con un buen sistema de transporte, no son competitivas en lo social, económico y ambiental, trilogía esencial para lograr un desarrollo sostenible”. (Ureña Baltodano)

Ante esta situación Colombia ve la necesidad de usar el transporte masivo debido a que es un sistema que ayuda a ahorrar tiempos porque es un sistema que es rápido en comparación con otros medios de transportes usados en Bogotá.

Cabe decir que el sistema no es 100% efectivo debido a que hay muchas variables que lo afectan como la inseguridad, accidentes, etc., sin embargo, al hacer usos del sistema de transporte urbano se está generando empleos.

Los buses del SITP son importantes en Bogotá debido a que estos ayudan a congestionar los buses del TransMilenio, llegan a lugares donde estos últimos no prestan el servicio, y mueven gran cantidad de personas de la ciudad.

## **1.6.2 Marco Conceptual**

**1.6.2.1 Cadena De Valor.** La cadena de valor es una herramienta estratégica usada para analizar las actividades de una empresa y así identificar sus fuentes de ventaja competitiva. A partir de una breve revisión bibliográfica se ampliará el concepto y su utilidad<sup>11</sup>

**1.6.2.2 Procesos.** Un proceso es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. Los procesos son mecanismos de comportamiento que diseñan los hombres para mejorar la productividad de algo, para establecer un orden o eliminar algún tipo de problema. El concepto puede emplearse en una amplia variedad de contextos, como por ejemplo en el ámbito jurídico, en el de la informática o en el de la empresa. Es importante en este sentido hacer hincapié que los procesos son ante todo procedimientos diseñados para servicio del hombre en alguna medida, como una forma determinada de accionar.<sup>12</sup>

**1.6.2.3 Caracterización de Procesos.** Es un documento entendido como la hoja de vida del proceso, el cual describe de manera específica el objetivo y alcance del

---

<sup>11</sup> GESTIOPOLIS. que es la cadena de valor. {En línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet <https://www.gestiopolis.com/que-es-la-cadena-de-valor>

<sup>12</sup> MORENO M, NAVARRETE G, y MARTINEZ Luis Carlos. Lineamiento para elaborar la caracterización de procesos. {En línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet <[https://http://www.saludcapital.gov.co/Lineamientos/51\\_SDS\\_PYC\\_LN\\_002\\_Elaborar\\_Caracterizacion\\_Procesos.pdf](https://http://www.saludcapital.gov.co/Lineamientos/51_SDS_PYC_LN_002_Elaborar_Caracterizacion_Procesos.pdf)>

proceso, así como los elementos de entrada (suministrados por unos proveedores), actividades de transformación de acuerdo al ciclo PHVA y los productos / salidas hacia los clientes o usuarios. Adicionalmente, en este documento se hace referencia a otra serie de elementos que caracterizan al proceso como: la política de operación, los riesgos asociados, los activos de información, la gestión documental, los recursos necesarios para la operación del proceso, la normatividad aplicable, los mecanismos de monitoreo y seguimiento, entre otros. En nuestro Sistema Integrado de Gestión, la caracterización de un proceso es un tipo documental que hace parte del Listado maestro de documentos de la aplicativa solución.<sup>13</sup>

**1.6.2.4 Benchmarking.** Técnica de gestión que se basa en tomar como referencia las prácticas más destacadas de otras empresas, ya sean del mismo sector o de otro, para adaptarlos al propio negocio con el propósito de conseguir unos mejores resultados.

La definición de benchmarking también aborda el proceso a través del cual se realiza seguimiento a otras compañías, tanto competidoras como pertenecientes a otras áreas, con el propósito de analizar sus servicios, productos y otros aspectos para compararlos e intentar incorporar a la propia compañía con las distintas mejoras.

Este término se fundamenta sobre todo en el pensamiento de que en la actualidad casi todo está inventado y no existe mucho margen para la aparición de nuevos métodos de trabajo. Este proceso de análisis permite ahorrar tiempo y dinero ya que en realidad lo que realiza es tomar como referencia a otras empresas e incorporar aquellos aspectos que mejor resultado estén dando.

**1.6.2.5 Mantenimiento.** Se define como un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas diseño.<sup>14</sup>

El Mantenimiento no involucra sólo la reparación de equipamientos y maquinaria, sino que es un factor primordial para lograr la competitividad y rentabilidad de la empresa. En este marco, las soluciones tecnológicas relacionadas con la gestión de los activos empresariales son una herramienta crítica que permite integrar los

---

<sup>13</sup> MORENO M, NAVARRETE G, y MARTINEZ Luis Carlos. Lineamiento para elaborar la caracterización de procesos. {En línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet <[https://http://www.saludcapital.gov.co/Lineamientos/51\\_SDS\\_PYC\\_LN\\_002\\_Elaborar\\_Caracterizacion\\_Procesos.pdf](https://http://www.saludcapital.gov.co/Lineamientos/51_SDS_PYC_LN_002_Elaborar_Caracterizacion_Procesos.pdf)>

<sup>14</sup> MANTENIMIENTO. Mantenimiento industrial. {En línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>>

procesos de mejora continua, empleando estrategias más eficientes para la gestión de activos, equipo y maquinaria.<sup>15</sup>

- **Tipos de Mantenimiento**

- **Mantenimiento Correctivo:** El mantenimiento correctivo es aquel encaminado a reparar una falla que se presente en un momento determinado. Es el modelo más primitivo de mantenimiento, o su versión más básica, en él, es el equipo quien determina las paradas.

Su principal objetivo es el de poner en marcha el equipo lo más pronto posible y con el mínimo costo que permita la situación.

- **Mantenimiento Preventivo:** El mantenimiento preventivo consiste en evitar la ocurrencia de fallas en las máquinas o los equipos del proceso. Este mantenimiento se basa un "plan", el cual contiene un programa de actividades previamente establecido con el fin de anticiparse a las anomalías.

En la práctica se considera que el éxito de un mantenimiento preventivo radica en el constante análisis del programa, su reingeniería y el estricto cumplimiento de sus actividades.<sup>16</sup>

## 1.7 METODOLOGÍA

**1.7.1 Tipo de Investigativo:** Dentro la metodología de este proyecto se desarrollará el diagnóstico del estado actual de la empresa de transporte MBTA y la empresa de transporte del SITP. Posteriormente se diseñará una propuesta de optimización para el proceso de mantenimiento de la empresa del SITP.

**1.7.2 Fuentes de Información.** Se tendrán en cuenta dos tipos de información

**1.7.2.1 Fuentes Primaria:** Es toda aquella información que se recogió en la visita internacional y la información brindada en la empresa MBTA, Información de la empresa de TransMilenio S.A, entrevistas.

**1.7.2.2 Fuentes Secundarias:** Se usará los estudios previos de los sistemas de transporte de Bogotá y Boston.

## 1.8 DISEÑO METODOLÓGICO.

La metodología que se utilizó será la siguiente:

---

<sup>15</sup> UMASCHI, CLAUDIO. El Mantenimiento como área primordial de la logística. {En línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet < <https://www.gestiopolis.com/que-es-la-cadena-de-valor>>

<sup>16</sup> Ibid.

Cuadro 1 Metodología Utilizada

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el estado actual de los sistemas de transporte masivo del SITP y el MBTA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de Variables a comparar</li> <li>• Levantamiento de información</li> <li>• Análisis de cada una de las variables</li> <li>• Simulación</li> <li>• Encuestas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un comparativo del proceso de mantenimiento entre la empresa de transporte integrado de Bogotá y Boston.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis DOFA</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una propuesta de modelamiento para el proceso de mantenimiento de la flota de buses del SITP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización de procesos</li> <li>• Diagrama de Flujo</li> <li>• Plan de acción a futuro</li> </ul>

Fuente: Autores

En el cuadro 1 se observa las diferentes herramientas que se utilizaron para la realización del proyecto. Para el proyecto se hará una recopilación y depuración de la información que se realizará con la información en páginas web, libros, artículos, y hacer una depuración y análisis de la información brindada por la empresa MBTA.

En la propuesta de optimización del proceso mantenimiento de buses para la empresa Transmilenio S.A. de Bogotá se podrá apreciar un diagnostico, un analisis DOFA, y un plan de acción respecto a lo detectado en el diagnostico inicial realizado al SITP de Bogotá.

## 2 DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO BUSES BOGOTÁ-BOSTON.

#### 2.1.1 SITP

##### 2.1.1.1 Historia

En el marco del Plan Maestro de Movilidad, la carta de navegación de la ciudad en el tema, se establece la estructuración del nuevo Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá (SITP), como instrumento que garantizará mejor calidad de vida de los ciudadanos, optimizando los niveles de servicio para viajes que se realizan en la ciudad.

En la misma línea de lo que en su momento significó la implantación del Sistema TransMilenio, hoy consolidado como un referente mundial en materia de movilidad, el SITP a partir de una implementación gradual y controlada, cambiará la historia de la ciudad, eliminando la guerra del centavo.

La Administración y la ciudadanía trabajarán de manera conjunta en implementar y aprender mecanismos de comportamiento, cultura y solidaridad, que llevarán a un transporte más organizado, seguro, económico y accesible, garantizando calidad de vida y mayor eficiencia. Se ha tomado así una decisión de fondo: cambiar de una vez por todas, la prestación del servicio de transporte público en Bogotá.

El sistema integrado de transporte Público actualmente cuenta con cinco clases de buses diferentes las cuales son: Troncal, Urbano, Alimentador, Complementario y Espacial.<sup>17</sup>

**Troncal:** Se identifica con el color rojo

- Sirve para movilizarse por las troncales de la ciudad y permite la conexión entre las estaciones y portales del Sistema TransMilenio.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> SITP {En línea}. [citado 19 septiembre, 2018]. Disponible en internet <[http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el\\_sistema/informacion\\_general](http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/informacion_general)>

<sup>18</sup> Ibíd.

Figura 2. Bus servicio troncal



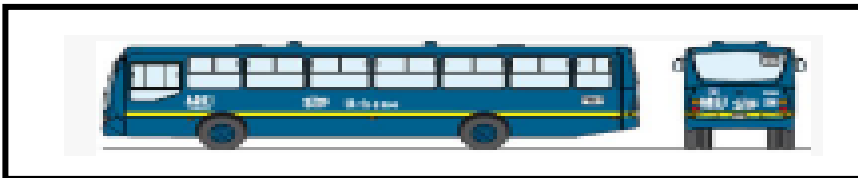
Fuente. TRANSMILENIO. Buses Servicio troncal. [En línea]. Disponible: <<http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/TransMilenio>>

En la figura 2 se observa el modelo de autobús articulado, utilizado en la ciudad de Bogotá D.C, con capacidad para 160 personas.

**Urbano:** Se identifica con el color azul

- Sirve para movilizarse por las principales vías de la ciudad
- Es similar a las rutas actuales de la ciudad.
- Es un servicio que se paga con tarjeta, en los vehículos<sup>19</sup>.

Figura 3 Bus servicio Urbano



Fuente. TRANSMILENIO. Buses Servicio urbano. [En línea]. Disponible: <[http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/servicio\\_urbano](http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/servicio_urbano)>

En la figura 3 se observa el modelo de autobús del SITP, utilizado en la ciudad de Bogotá D.C, con capacidad para 80 personas.

**Alimentador:** Se identifica con el color verde.

- Sirve para movilizarse desde los barrios cercanos hasta las estaciones intermedias y los portales del Sistema Transmilenio.
- Es un servicio que se paga al llegar a las estaciones y portales.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Ibíd.

<sup>20</sup> Ibíd.

Figura 4 Bus servicio Alimentador



Fuente: TRANSMILENIO. Buses Servicio alimentador. [En línea]. Disponible: <[http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/servicio\\_alimentado](http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/servicio_alimentado)>

En la figura 4 se observa el modelo de autobús alimentadores, que son similares en su diseño interior a los articulados, la gran mayoría cuentan con tres puertas, aunque de menor tamaño, y un tablero electrónico que indica la ruta y el destino, carente de articulación y son del tamaño de un bus normal. Tienen una capacidad promedio de 90 personas.

**Complementario:** Se identifica con el color naranja.

Figura 5 Bus Servicio Complementario



Fuente: TRANSMILENIO. Buses Servicio complementario. [En línea]. Disponible: <[http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/servicio\\_complementario](http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/servicio_complementario)>

En la figura 5 se observa el modelo de autobús complementario, utilizado en la ciudad de Bogotá D.C, con capacidad para 80 personas.

**2.1.2 Sistema Integrado de Transporte Público:** El Sistema Integrado de Transporte Público es una red de transporte articulada que promete fácil acceso, cobertura y calidad en toda la ciudad

La idea es que los usuarios se puedan movilizar en los distintos modos de transporte (Transmilenio, buses, busetas, colectivos y Metro), con una tarifa unificada que implicará menores costos a la hora de hacer trasbordos.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> ALLEN JAIME. Transmilenio Bogotá-Colombia (BRT). {en línea}. [citado 26 de agosto, 2018]. Disponible en internet <[http://www.cdn.mbta.com/uploadedfiles/documents/2007\\_Fare\\_Increase\\_SP.pdf](http://www.cdn.mbta.com/uploadedfiles/documents/2007_Fare_Increase_SP.pdf)>

### **2.1.2.1 Características de Flotilla de Buses**

- **Característica de la operación de los servicios de alistamiento de la flota**
- **Pedido de Flota:** Mínimo 8 meses antes de la vinculación del vehículo
- **Alistamiento por parte del Operador:** Acondicionamiento físico en los que encontró.
  - Elementos de imagen del sistema
  - Mobiliario interior y elementos de seguridad
  - Equipos requeridos de acuerdo con protocolo de articulación con el SIRCI para vehículos.
- **Alistamiento por parte del SIRCI:** Embarque de equipos de acuerdo con lo establecido en el protocolo de articulación con operadores.
- **Aprobación y vinculación por parte de TMSA:** Inspección técnica y Expedición de la Tarjeta de Operación.
- **Características de los servicios y frecuencias**
- **Horarios de Operación:** Regular: 4:00 am -11:59 pm  
Nocturna: 12:00 am – 3:59 am
- **Tipología Vehicular:** 1498 y 4488 buses padrones de 40 y 50 pasajeros
- **Particularidades de la operación**
  - Patios y terminales de rutas transitorios (infraestructura básica durante periodo de transición de 5 años)
  - Recorridos en vacío para inicio de servicios.
  - Circulación en tráfico mixto
  - Rutas compartidas entre operadores (Obligación 50/50 entre zona de origen y de destino. Regularidad del servicio).
- **Características de los servicios zonales**
  - **Flexibilidad del Sistema**
    - Cobertura en zonas de difícil acceso
    - Servicios y frecuencias
    - Horarios de operación
    - Tipología vehicular
    - Regularidad en la prestación del servicio (rutas compartidas)
    - Operación bajo condiciones climáticas adversas.
    - Operación en tráfico mixto.



- Congestión vehicular
- Operación en terminales transitorios y rotación
- Alistamiento de flota.

Cuadro 2 Características de la operación de los servicios zonales

RUTAS	Alta pendiente	Total	Porcentaje
Alimentadoras	42	115	37%
Complementarias	5	39	13%
Especiales	15	17	88%
Urbanas	134	343	39%

Fuente. SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. Estadísticas de la operación servicios zonales. [En línea]. Disponible: <[http://ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_fileuuid=a46d879b-766a-4370-97af-20aaca1c181&groupId=10157](http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_fileuuid=a46d879b-766a-4370-97af-20aaca1c181&groupId=10157)>

De acuerdo a la Cuadro 2, se pudo evidenciar como está la red vial y las zonas de difícil acceso por donde transita el SITP, y las rutas de Transmilenio.

Cuadro 3 Características de la operación red vial

FLOTA	Alta pendiente	Total	Porcentaje
Microbús (19 PAX)	666	1993	33%
Buseta (40 PAX)	555	1498	37%
Bus (50 PAX)	2018	4488	45%
Padrón (80 PAX)	1052	2770	38%

Fuente. SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. Estadísticas de la operación servicios zonales. [En línea]. Disponible: <[http://ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_fileuuid=a46d879b-766a-4370-97af-20aaca1c181&groupId=10157](http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_fileuuid=a46d879b-766a-4370-97af-20aaca1c181&groupId=10157)>

De acuerdo al cuadro 3, se pudo evidenciar como está la red vial y las zonas de difícil acceso por donde transita la clase de vehículos de transporte urbano.

#### **2.1.1.4 Fallas más relevantes que se presentan**

Las fallas más relevantes del SITP tienen factores externos e internos que han venido desde la implementación del sistema las cuales son:

##### **• Terminales-Patios (Transitorios)**

- Dificultades en la consecución de suelo disponible.
- Especulaciones del mercado inmobiliario.
- Demora en los trámites con entidades distritales y nacionales.
  - Autorizaciones para instalación en zonas de reserva vial de proyectos a mediano y largo plazo.<sup>22</sup>

##### **• Flota**

- Dificultades en la consecución de flota usada operativa del TPC y en el proceso de cruce de flota.
- Restricciones de capacidad en los procesos de alistamiento de los vehículos (talleres y mecánicos de los operadores y del SIRCI). En un mes fuerte de implementación se requieren tener entre 40 y 60 vehículos por día.
- Tiempos de revisión por parte de la Interventoría y del Operador SIRCI.
- Imposibilidad de vinculación de los vehículos con restricciones jurídicas o documentales.
- Demoras en los tiempos de vinculación ante el SIM generadas por el alto volumen de la flota a vincular.
- El estado de los vehículos de flota usada adquirida suele requerir mayores intervenciones a la inicialmente prevista.<sup>23</sup>

##### **• Conductores y técnicos mecánicos**

- Consecución de conductores que cumplan el perfil requerido (de 100 personas que inician proceso, resultan aptas entre 25% y 30%).
- Oferta y tiempos de capacitación para los conductores.
- Presentación completa y vigente de la documentación necesaria.
- Poca oferta disponible de técnicos capacitados para el alistamiento mecánico de los buses.

---

<sup>22</sup> TRANSMILENIO {En línea}. [citado 20 septiembre, 2018]. Disponible en internet <<http://www.transmilenio.gov.co/loader.php?!Servicio=Publicaciones&ITipo=WFaccionA&IFuncion=visualizar&id=13969&bd=m>>

<sup>23</sup> Ibíd

- En el mercado no hay el número total de conductores requeridos, se requiere escuelas de enseñanza para capacitación.
- Se requiere preparar mecánicos y personal de apoyo para el óptimo funcionamiento del sistema.<sup>24</sup>

• **Plan de desmonte de las rutas TPC**

- El incremento en la entrada de las rutas del SITP motiva el rápido desmonte de las rutas del TPC, el cual al ser difícil de controlar puede ocasionar temporalmente la pérdida de cobertura en algunos sectores del servicio de transporte público y por ende una posible afectación a los usuarios.<sup>25</sup>

Otras de las fallas más preocupantes es que hay flotas que no han sido renovadas y sus piezas y accesorios ya se encuentran en desgaste, lo que está incumpliendo con las condiciones técnicas y de seguridad que está prestando un servicio de mala calidad, afectando a los usuarios.

A los buses del SITP no se le están realizando las inspecciones necesarias ni las revisiones que se deben tener en cuenta para que un bus salga a realizar su recorrido diario, eso se pudo evidenciar con los accidentes que a diario ocurren donde está involucrado un bus del SITP, o en las vías se ven los buses varados.

De acuerdo a Publímetro las fallas que más se presentan en los buses del SITP son: (PUBLIMETRO, 2016)

- Pernos de las llantas flojos
- Direcciones y cajas de cambio a punto de soltarse.
- Llantas lisas.
- Buses sin extintores.
- Espejos rotos.
- Sillas en mal estado.
- Guanteras rotas.
- Cabinas en mal estado.
- Buses sin llantas de repuesto.
- Sistema mecánico y eléctrico en mal estado.
- Puertas en mal estado.

Como se mencionaba anteriormente estas fallas hacen que se presenten accidentes dejando a personas muertas o heridas; de acuerdo a las cifras de la secretaria de movilidad en el 2012, se presentaron 75 accidentes en los primeros cuatro meses del año recién implementado el sistema, en el 2013 se presentaron 1472 accidentes teniendo por día 4 casos, en el 2014 se presentaron 3806

---

<sup>24</sup> Ibíd

<sup>25</sup> Ibíd

accidentes teniendo por día 11 casos, en el 2015 se presentaron 4600 casos teniendo por día 13 casos.

Todas esas cifras se deben a la falta de control que se deben tener en cuenta al momento de prestar el servicio, no se están realizando los mantenimientos adecuados, los talleres que están prestando el servicio del mantenimiento no se encuentran certificados y las partes que están utilizando son de mala calidad y de segunda haciendo que los buses no tengan la capacidad suficiente para prestar un servicio de buena calidad.

En nuestra vida diaria los casos de accidentes son más comunes porque nos estamos transportarnos en bus de transporte masivo urbano arriesgando nuestra vida e integridad, cada día son más los accidentes que se están generando por un mal mantenimiento o incluso a veces por falta de capacitación de los conductores.

### **2.1.3 Transporte Boston**

#### **2.1.2.1 Historia**

- **1700s:** Durante la época colonial, pocas personas podían comprar un caballo y un carruaje, pero la mayoría podía viajar por la península a pie: después de todo, tenía solo 800 acres de ancho. Pero después de la Revolución, la geografía y la población de la ciudad crecieron rápidamente, y otros modos de tránsito se volvieron cada vez más importantes. La primera diligencia entre Boston y Cambridge se inauguró en 1793. A principios de la década de 1800, una diligencia más grande y rediseñada, The Ómnibus, se hizo popular. Hizo paradas múltiples en rutas predeterminadas, lo que lo hizo confiable. Pero, debido a las calles con baches de Boston, no fue un viaje muy cómodo.

- **1850s-1880s:** El primer bólide de Boston sobre rieles, que evitaba las roderas de las calles de Boston y podía transportar más pasajeros, operaba entre Central Square en Cambridge y Bowdoin Square en Boston a partir de 1856. En 1887, más de 20 compañías (¡y 8,000 caballos!) Proporcionaban automóbiles servicio alrededor de Boston.

- **1880:** Como objetivo para remodelar el sistema y disminuir riesgos de transporte, la compañía visitó la Unión Passenger Railway Company en Richmond, Virginia, para ver sus vagones de ferrocarril, que funcionaban con cables de cobre electrificados que pasaban por encima de los trenes, en lugar de bajo tierra. The West End Company y el Ayuntamiento de Boston quedaron tan impresionados que debutaron el primer tranvía eléctrico de la ciudad el 1 de enero de 1889.

- **1890s:** La empresa BERY, en primer lugar, ayudó a los trenes a viajar más rápido a través de las estrechas calles de Boston, unió dos tranvías de 2 pies y 20 pies de una manera que les permitiría doblarse en el medio. Segundo, el subterráneo de la calle Tremont se abrió en 1897 como el primer túnel subterráneo de América del Norte. Todavía está en uso hoy, conectando las estaciones Government Center, Park Street y Boylston.

- **Finales de 1900:** Durante las décadas de 1950 y 1960, los distritos comerciales de Boston crecieron, al igual que la popularidad de los automóviles, congestionando las calles y autopistas de Boston. En respuesta, los planificadores urbanos ampliaron el sistema de carreteras de la ciudad y los complejos de estacionamiento.

- **En la actualidad:** Hoy en día, MBTA es uno de los sistemas de transporte público más grandes del país, y presta servicios a casi 200 ciudades y pueblos y a más de 1 millón de pasajeros diarios en el metro, el autobús, el ferry y el tren suburbano.<sup>26</sup>

**2.1.4.2 Transporte de Boston.** Boston cuenta con un sistema Multimodal, su transporte urbano masivo de pasajeros es uno de los más sofisticados en cuanto a su tecnología, malla vial, infraestructura y organización.

El transporte de Boston es un sistema robusto en infraestructura y tecnología en cuanto a buses y estaciones debido a que la empresa MBTA invierte el dinero de los tiquetes en la implementación de iniciativas para mejorar el servicio, aumentando la fiabilidad del servicio, la accesibilidad y el servicio al cliente, y relacionando directamente al mantenimiento y mejora para prestar un servicio de calidad a los usuarios.

El MTBA hizo una inversión de 1777.3 millones de dólares en la construcción de instalaciones de mantenimiento de autobuses para brindar el mantenimiento de los vehículos articulados y de los que funcionan con GNC, reforzando nuestro compromiso con el medio ambiente.

Realizo la Adquisición de 295 vehículos nuevos. Estos autobuses de avanzada tecnología serán accesibles para las personas con discapacidades, y estarán equipados con tecnología de satélite de posicionamiento global y tableros de mensaje variable a bordo, la revisión general de aproximadamente 600 autobuses, incluida la reconstrucción de motores y transmisiones, revisión general de 371 autobuses, incluidas las mejoras de aire acondicionado y el ascenso para sillas de rueda, Mejora de las instalaciones para autobuses para el mantenimiento de

---

<sup>26</sup> MTBA. Historia [En línea]. [citado 24 septiembre, 2018]. Disponible en Internet <<https://www.mbta.com/history>>

vehículos a GNC, articulados, y tranvías eléctricos, Equipamiento de 400 autobuses con porta bicicletas.<sup>27</sup>

Se cuenta con una tecnología de punta y se monitorea los diferentes Medios de transporte que tiene la ciudad, garantizando así el cumplimiento de las frecuencias que tienen las diferentes rutas.

**2.1.2.2 Buses de Boston.** Actualmente el MTBA cuenta con buses urbanos, el más utilizado por los viajeros y es uno de los servicios que mejor funciona en Estados Unidos, para Utilizar el servicio se requiere de una tarjeta Charli Card (Tarjeta para pagar el servicio de Transporte).

Boston es una de las ciudades más antiguas de Estados Unidos. Cuenta con una población en su área metropolitana de aproximadamente 4.500.000.

Ubicada en el estado de Massachusetts, es considerada el centro financiero, económico y cultural de la región de nueva Inglaterra, al noroeste de la unión americana. Boston cuenta con un vasto sistema de transporte público para atender a los millones de trabajadores que se mueven diariamente.

Las distintas modalidades para desplazarse en la poli se encuentran bajo la administración de Massachusetts Bay Transportation Authority (MBTA por su sigla en inglés, y que se traduce como autoridad de transporte de la bahía de Massachusetts, en español).

Los locales conocen este sistema como “T”, puesto que su logo comercial está representado por dicha letra, haciéndola reconocible por cualquier visitante también. Entre los medios dispuestos por la empresa MBTA para desplazarse, los usuarios cuentan con autobuses, trenes ligeros y el metro, conocido por los norteamericanos como subway.

---

<sup>27</sup> MTBA. Información sobre la propuesta de aumento y reestructuración de las tarifas. {En línea}. [citado 26 agosto, 2018]. Disponible en Internet <[http://www.cdn.mbtta.com/uploadedFiles/documents/2007\\_Fare\\_Increase\\_SP.pdf](http://www.cdn.mbtta.com/uploadedFiles/documents/2007_Fare_Increase_SP.pdf)>

Figura 6 Bus Boston



Fuente. MASSACHUSETT Bay Transportation Authority-MBTA. Bus Boston. [En línea]. Disponible:< <https://www.mbta.com>>

En la figura 6 se observa el autobús que utilizan los usuarios estadounidenses, cuentan con dos puertas, un tablero electrónico que indica la ruta y el destino, carente de articulación. Tienen una capacidad promedio de 120 personas, son amigables con el medio ambiente y con infraestructura adecuada para la accesibilidad para personas en estado de discapacidad

### 2.1.2.3 Características de Flotilla de Buses

La siguiente tabla muestra un comparativo de ventajas de dos sistemas empleados en la ciudad de Boston.

Cuadro 4 Ventajas Sistema Transporte Boston

Compilación modal: Autobús vs. Tren	
Ventajas del carril	Ventajas del autobús
Alta capacidad	Bajos costos de capital
Menores costos operativos	Amplia cobertura de red
Mejor calidad de servicio	Viajes en un solo vehículo
Mayor influencia en el uso de la tierra	Flexibilidad
Menos externalidades negativas	Naturaleza de "modo dual"

Fuente. MASSACHUSETT Bay Transportation Authority-MBTA. Public Meetings: MBTA Fare Proposal And Proposed Commuter Rail Schedule Changes. [En línea]. Disponible :< [https// cdn.mbta.com/uploadedfiles/Meeting/Review.pdf](https://cdn.mbta.com/uploadedfiles/Meeting/Review.pdf) >

En el cuadro 4 se determinan las ventajas que tiene un autobús con respecto al tren.

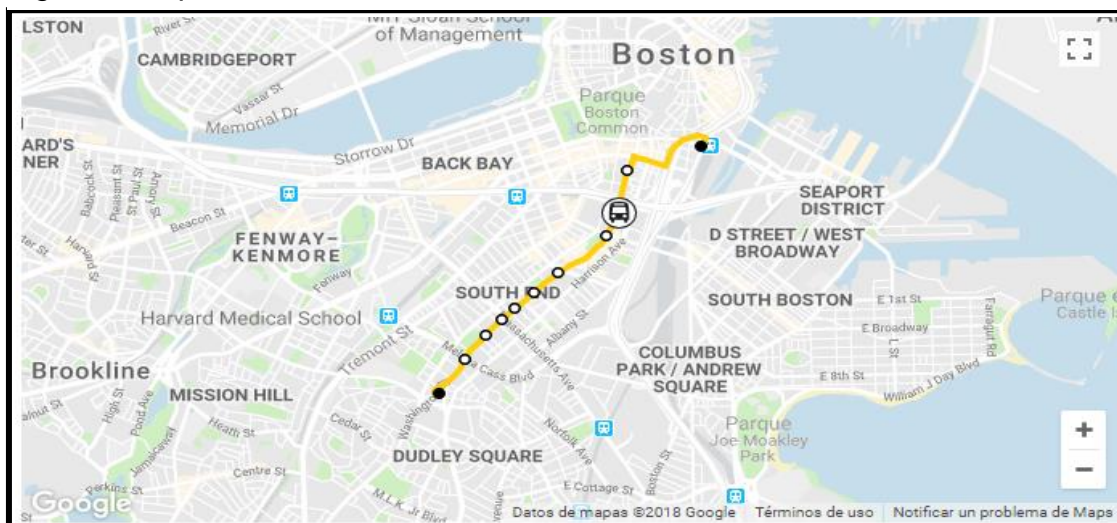
Respecto a lo anteriormente dicho, la opción de Flota de Buses en esta ciudad muestra un cubrimiento amplio de toda la zona urbana, además, cuenta con viajes a zonas estratégicas lo que proporciona una baja cantidad de transbordos.

Además, el modo dual de conducción, donde se consideran buses a base de hidrogeno, eléctricos y con diésel. Esto, entra dentro de la política ambiental del MBTA.

Las características básicas de la flota de buses:

- Tamaño del vehículo: Minibús (20 pasajeros) hasta biarticulado (Más de 165 pasajeros)
- Diseño del vehículo: piso alto o piso bajo
- Derecho de paso: todas las opciones están disponibles (incluyendo la tecnología que actualmente es elemental para personas en condiciones especiales)
- Orientación: es la operación guiada apropiada en algunas ubicaciones
- Propulsión: todas las opciones disponibles (unidad motriz: motores de combustión interna, motores eléctricos, motores híbridos).
- Pago de tarifa: A bordo o fuera del vehículo (Charlie Card)

Figura 7 Mapa recorrido Buses



Fuente: MBTA. Mapa de recorridos Buses ciudad de Boston. [En línea]. Bogotá. Disponible:<<https://www.mbta.com/schedules/751/line>>

En la figura 7 se observa una ruta de empresa, el MTBA cuenta con la información de las paradas específicas.



- **Mantenimiento**

Respecto al proceso específicamente de mantenimiento, el MBTA realiza contratos empresas privadas y como primer paso emplea la plataforma de negocios Fairmarkit, en la cual una empresa puede tener una cuenta personal en esta página y ofrecer sus servicios, así como visualizar las necesidades de esta empresa de transportes.

Análisis de fondo respecto al mantenimiento:

- “El propio análisis del MBTA sobre el mantenimiento de autobuses, respaldado por evaluaciones independientes, descubrió que en una base por milla por vehículo, los costos de la MBTA eran más del doble que el promedio nacional para sistemas de transporte público con más de 100 autobuses y un promedio edad de la flota de al menos nueve años”<sup>28</sup>
- Las ofertas no solicitadas recibidas por MBTA de tres compañías privadas de autobuses en marzo de 2017 según la política de propuestas de innovación de la MBTA indicaron que la MBTA podría ahorrar entre 30 y 40 por ciento al año en costos de mantenimiento de autobuses en varios de los garajes más pequeños de la MBTA.
- Los tres garajes de autobuses enumerados en la RFP manejan el 28 por ciento de la flota de autobuses MBTA. Los encuestados al RFP deben pujar en uno, dos o los tres garajes.
- El RFP (Request for Proposal -Solicitud de Respuesta) requiere que el proveedor que gane el contrato otorgue la primera preferencia de contratación para puestos de mecánico / mecánico a los maquinistas MBTA existentes.
- La RFP también solicita a los licitantes que presenten propuestas de precios con la opción de un plan de pensiones de jubilación de beneficio definido para maquinistas en virtud de cualquier contrato resultante.

### **2.1.3 Diagnostico datos proporcionados**

#### **2.1.3.1 Simulación datos fallas proceso mantenimiento**

---

<sup>28</sup> MBTA. Issues Request For Proposals to Improve Bus Maintenance Operations {En línea}. [citado 24 septiembre, 2018]. Disponible en internet <<https://www.mbta.com/news/2017-07-21/mbta-issues-request-proposals-improve-bus-maintenance-operations>>

Para dar un contexto un poco más amplio a esta monografía se realizó una simulación del proceso de mantenimiento de los buses de los dos países.

- **Simulación Buses Boston**

Cuadro 5 Simulación Realizada Buses Boston

ITEM	FALLA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA OBSERVADA SEMESTRAL	hi	Hi	INTERVALOS		
1	FRENOS	5	0,028	0,03	0,00	A	0,03
2	CAJA DE CAMBIOS	8	0,045	0,07	0,03	A	0,07
3	SISTEMA ELECTRICO	12	0,068	0,14	0,07	A	0,14
4	SUSPENSIÓN	5	0,028	0,17	0,14	A	0,17
5	SISTEMA MECANICO	9	0,051	0,22	0,17	A	0,22
6	LLANTAS	15	0,085	0,31	0,22	A	0,31
7	ARREGLOS EXTERIORES	8	0,045	0,35	0,31	A	0,35
8	FUGAS DE ACEITE	7	0,040	0,39	0,35	A	0,39
9	FRENOS SUSPENSIÓN	14	0,080	0,47	0,39	A	0,47
10	SISTEMA ELECTRICO SISTEMA MECANICO	24	0,136	0,61	0,47	A	0,61
11	LLANTAS ARREGLOS EXTERIORES	8	0,045	0,65	0,61	A	0,65
12	FRENOS FUGA DE ACEITE	20	0,114	0,77	0,65	A	0,77
13	SISTEMA ELECTRICO FRENOS LLANTAS	31	0,176	0,94	0,77	A	0,94
14	SISTEMA MECANICO SUSPENSIÓN FUGAS DE ACEITE	10	0,057	1,00	0,94	A	1,00
	TOTAL	176	1,000				

Fuente: Autores

Como se observa en el cuadro 5, se tomaron algunas fallas que tienen los buses del SITP- frecuentemente que fueron tomadas de acuerdo a la información encontrada, y de acuerdo a esa información se realizó una simulación de Montecarlo haciendo la frecuencia teórica (hi) y la frecuencia acumulada (Hi), desde ahí se creó los diferentes intervalos.

Cuadro 5 (Continuación)

SIMULACIÓN 1	SIMULACIÓN 2	SIMULACIÓN 3	SIMULACIÓN 4	FRECUENCIA 1	FRECUENCIA 2	FRECUENCIA 3	FRECUENCIA 4
5	10	10	12	33	32	24	30
4	13	10	9	79	65	63	62
14	5	5	6	139	122	132	114
6	13	6	1	176	149	154	131
4	9	6	10	216	196	195	176
12	7	13	13	301	259	265	251
12	13	4	4	342	296	304	301
12	2	13	5	373	340	343	339
11	14	3	2	451	403	426	405
13	12	14	10	555	546	565	540
13	4	9	6	597	600	612	588
5	1	13	9	701	695	702	685
5	6	13	10	847	846	852	848
14	10	14	10	898	898	898	898

Fuente: Autores

Luego en el cuadro 5 se observa la simulación que se realizó donde se tomaron 1000 aleatorios para determinar que falla se presenta en los buses con más frecuencia.

Uno de las fallas que con más frecuencia se presenta es en el sistema mecánico, suspensión y fugas de aceite estas fallas se ven más reflejadas sobre todo en la estación de invierno debido a que la nieve es algo que afecta el sistema, aunque para esto ya cuentan con medidas.

- **Simulación realizada Buses Bogotá**

De acuerdo a lo que se ha tenido en la historia desde que se creó el sistema de transporte-SITP, las fallas más relevantes que se encuentran en los buses se determinan de acuerdo a la siguiente simulación.

Cuadro 6 Simulación Realizada Buses Bogotá D.C

FALLA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA OBSERVADA SEMESTRAL	hi	Hi	INTERVALOS		
FRENOS	60	0,086	0,086	0,00	A	0,09
CAJA DE CAMBIOS	43	0,062	0,15	0,09	A	0,15
SISTEMA ELECTRICO	32	0,046	0,19	0,15	A	0,19
SUSPENSIÓN	55	0,079	0,27	0,19	A	0,27
SISTEMA MECANICO	46	0,066	0,34	0,27	A	0,34
LLANTAS	31	0,045	0,38	0,34	A	0,38
ARREGLOS EXTERIORES	49	0,071	0,45	0,38	A	0,45
FUGAS DE ACEITE	21	0,030	0,48	0,45	A	0,48
FRENOS SUSPENSIÓN	79	0,114	0,60	0,48	A	0,60
SISTEMA ELECTRICO SISTEMA MECANICO	38	0,055	0,65	0,60	A	0,65
LLANTAS ARREGLOS EXTERIORES	27	0,039	0,69	0,65	A	0,69
FRENOS FUGA DE ACEITE	70	0,101	0,79	0,69	A	0,79
SISTEMA ELECTRICO FRENOS LLANTAS	86	0,124	0,92	0,79	A	0,92
SISTEMA MECANICO SUSPENSIÓN FUGAS DE ACEITE	58	0,083	1,00	0,92	A	1,00
TOTAL	695	1,000				

Fuente: Autores

Como se observa en el cuadro 6, se tomaron algunas fallas que tienen los buses del SITP- frecuentemente que fueron tomadas de acuerdo a la información encontrada, y de acuerdo a esa información se realizó una simulación de Montecarlo haciendo la frecuencia teórica (hi) y la frecuencia acumulada (Hi), desde ahí se creó los diferentes intervalos.

Cuadro 6 (Continuación)

SIMULACIÓN 1	SIMULACIÓN 2	SIMULACIÓN 3	SIMULACIÓN 4	FRECUENCIA 1	FRECUENCIA 2	FRECUENCIA 3	FRECUENCIA 4
5	9	5	12	61	74	69	71
7	8	13	10	112	122	119	114
1	4	7	13	153	161	160	155
9	10	14	10	226	232	219	225
1	6	11	8	286	288	284	276
14	10	7	10	329	329	319	315
3	13	10	13	394	382	387	371
6	3	4	6	421	408	416	400
2	12	13	3	544	506	514	511
9	9	5	1	573	562	556	557
1	9	7	10	610	591	590	587
2	6	8	9	700	675	670	687
3	6	14	12	797	771	778	784
4	9	9	11	858	845	858	858

Fuente: Autores

Luego en el cuadro 6 se observa la simulación que se realizó donde se tomaron 1000 aleatorios para determinar que falla se presenta en los buses con más frecuencia.

Uno de los resultados que más presenta falla es en el sistema eléctrico, frenos y llantas, en el tema de frenos es algo importante y se debe tener en cuenta principalmente y buscar alternativas de mejora.

Por eso es que se ve tantos accidentes de tránsito donde la mayoría es por falla de frenos.

#### 2.1.4 Encuesta realizada

Para dar un enfoque más amplio al diagnóstico en el proceso de los buses, se quiso saber la opinión de los usuarios frecuentes del sistema de transporte masivo (SITP), para esto se realizó una encuesta (ver anexo A). Dicha encuesta se realizó a 93 usuarios y se obtuvieron los siguientes resultados.

1. ¿Es usted usuario frecuente del SITP?

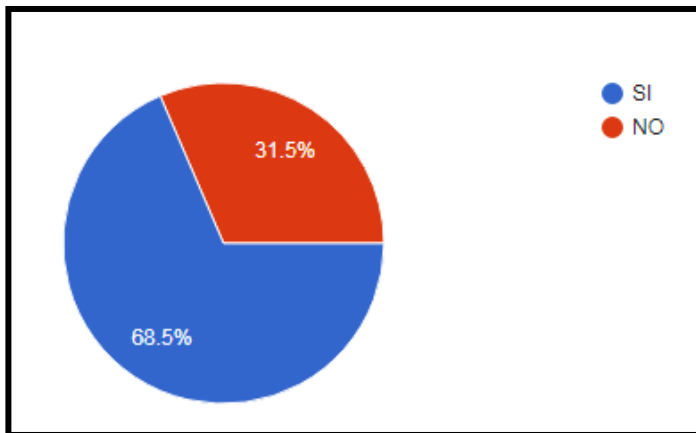
Cuadro 7 Análisis Personas Encuestadas

<b>Respuesta</b>	<b>Personas Encuestadas</b>	<b>% personas encuestadas</b>
SI	61	68.5%
NO	28	31.5%
Total	89	100%

Fuente: Autores

El cuadro 7 nos muestra el resumen del análisis de los datos de las personas que fueron encuestadas.

Grafico 1 Resultados Encuesta



Fuente: propia

Como se observa en el grafico 1, la mayoría de las personas encuestadas si usan el servicio del bus SITP, para transportarse a sus lugares de destino.

2. ¿En el último mes en el que ha usado el SITP ha visto si el bus se ha varado por alguna avería Si su respuesta anterior responde No por favor no continúe con la encuesta)?

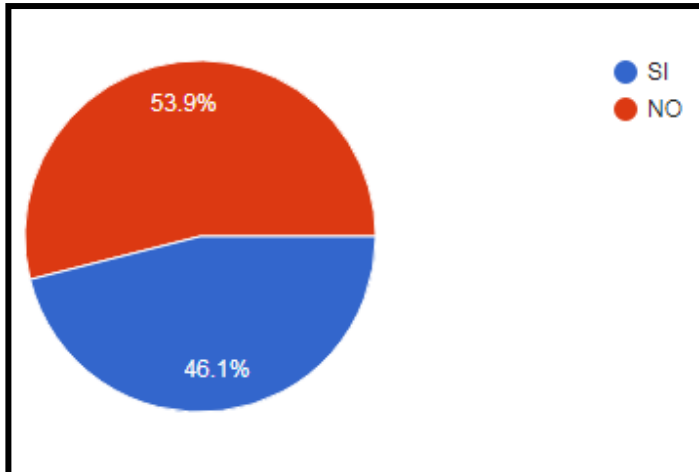
Cuadro 8 Análisis personas encuestadas

<b>Respuesta</b>	<b>Personas encuestadas</b>	<b>% personas encuestadas</b>
SI	35	53.9%
NO	41	46.1%
TOTAL	76	100%

Fuente: Autores

De acuerdo al cuadro 8, nos muestra el análisis de los resultados de la encuesta realizada a usuarios de SITP.

Grafico 2 Resultados Encuesta



Fuente: Autores

De acuerdo al grafico 2, se responde a la pregunta obtenida en la encuesta lo que nos permite concluir que hay muchas personas que a pesar que no han visto a los buses varados o no les ha pasado mientras se transportan, pero igual no lo declaran como un buen servicio.

3. ¿Ha tenido accidentes por fallas en los buses del SITP mientras ha utilizado el servicio?

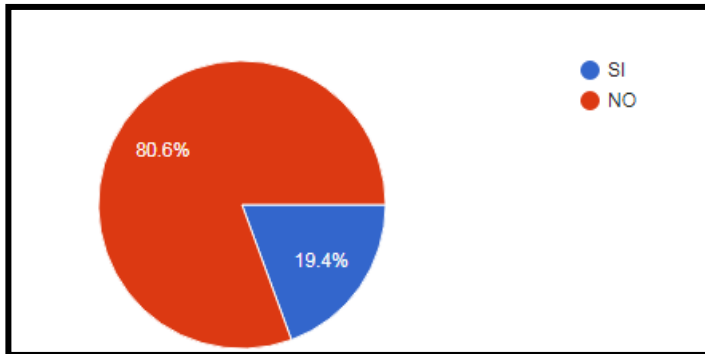
Cuadro 9 Análisis Personas Encuestadas

Respuesta	Personas encuestadas	% personas encuestadas
SI	13	80.6%
NO	54	19.4%
TOTAL	67	100%

Fuente: Autores

En el cuadro 9 se muestra los resultados de la encuesta que se realizó a los usuarios de acuerdo a la pregunta planteada.

Grafico 3 Resultados Encuesta



Fuente: Autores

De acuerdo al grafico 3, a pesar de que el porcentaje de que las personas encuestadas no han tenido accidentes no quiere decir que el servicio está en buenas condiciones y la muestra es muy pequeña aún.

4. ¿Al subirse al bus SITP el bus se encuentra limpio y en buenas condiciones?

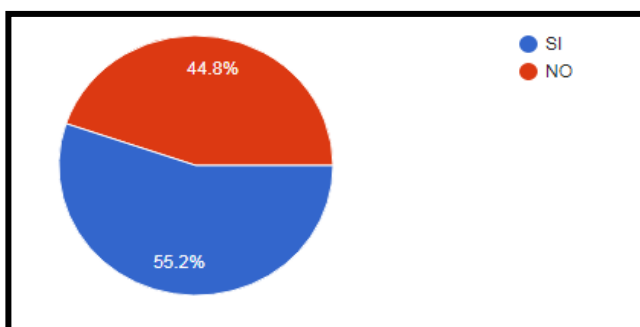
Cuadro 10 Análisis Personas Encuestadas

Respuesta	Personas encuestadas	% personas encuestadas
SI	30	55.2%
NO	37	44.8%
TOTAL	67	100%

Fuente: Autores

De acuerdo al cuadro 10 se muestra el resultado de la pregunta planteada que se realizó a las personas usuarias del SITP.

Grafico 4 Resultados Encuesta



Fuente: Autores



Parte del proceso de mantenimiento se basa en la limpieza y buenos acabados exteriores y en el grafico 4 las personas encuentran ese servicio en buenas condiciones para transportarse.

5. ¿Sabe usted donde colocar una queja por un mal servicio ya sea por el conductor o por fallas en el bus SITP?

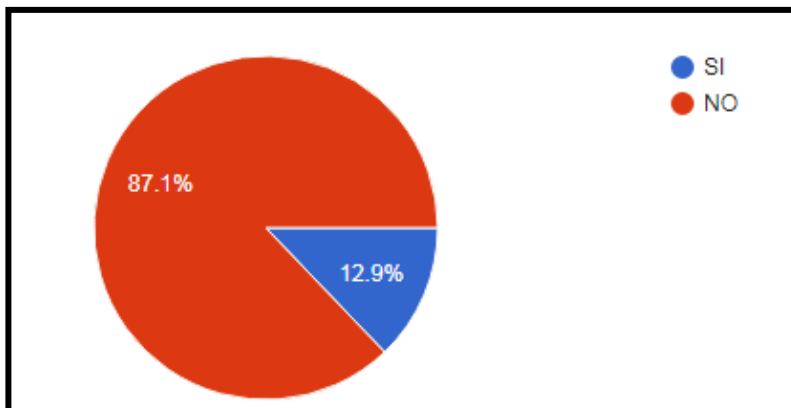
Cuadro 11 Análisis personas encuestadas

Respuesta	Personas encuestadas	% personas encuestadas
SI	61	55.2%
NO	9	44.8%
TOTAL	70	100%

Fuente: Autores

El cuadro 11 se muestra el análisis respectivo de la encuesta realizada a los usuarios del SITP, de acuerdo a la pregunta planteada.

Grafico 5 Resultados encuesta



Fuente: Autores

Es importante saber dónde colocar una queja por un mal servicio de los buses del SITP, el grafico 5 nos muestra que los usuarios no saben lo que hace que el servicio no tiene una perspectiva de lo que piensan sus clientes.

Teniendo en cuenta el resultado obtenido, se pudo evidenciar que el porcentaje más alto es que las personas no saben dónde colocar una queja por un mal servicio, es importante que ellas lo sepan debido a que sus clientes potenciales son los usuarios y nadie mejor que ellos que decir como es la calidad del servicio.

### 3 COMPARATIVO DE SISTEMA DE TRANSPORTE

#### 3.1 Proceso de mantenimiento

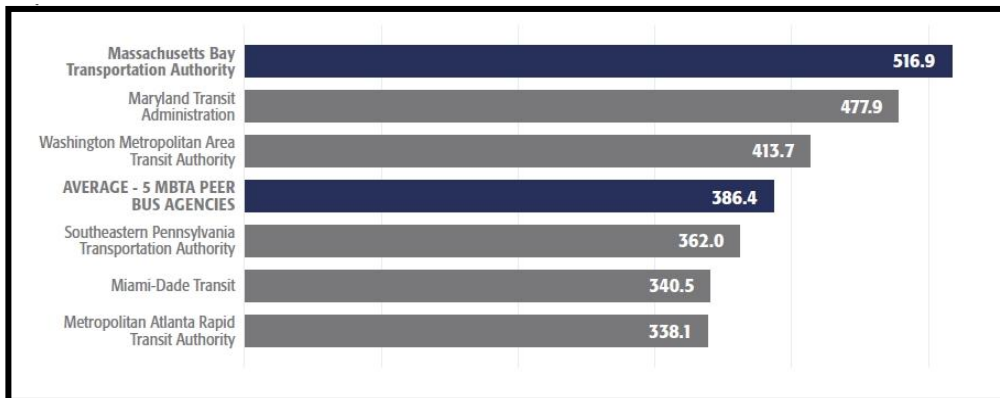
El proceso de mantenimiento es muy importante para garantizar la eficacia y efectividad de un proceso, mitigando prevenir accidentes y asegurando la vida de los trabajadores y de la ciudadanía.

##### 3.1.1 Análisis del mantenimiento de buses de la Ciudad de Boston

De acuerdo al Metro For Transi & Motorcoach Business el MBTA tuvo los costos más altos en el mantenimiento de los buses en Estados Unidos según estudio realizado, de acuerdo a la base de datos nacional de tránsito.

Como se puede observar en la figura 8, la empresa MBTA de transportes urbanos tiene los costos más altos comparados con las cinco agencias de transito similares a la MBTA

Figura 8 Índices de porcentajes costos de mantenimiento



Fuente: METRO FOR TRANSI & MOTORCOACH BUSINESS. Costos de mantenimiento transportes urbanos en agencias similares MBTA. Estados Unidos. [En línea]. Disponible: <http://www.metro-magazine.com/management-operations/news/721676/mbta-had-nation-s-highest-bus-maintenance-costs-in-2015-study-finds>

##### 3.1.2 Inversiones programa de mantenimiento transporte de Boston

En la ciudad de Boston manejan un programa de mejora del transporte para cada 4 años, de acuerdo al resumen ejecutivo del año 2016-2020 se priorizan inversiones para el programa de mantenimiento para así poder promover un transporte seguro y de buena calidad para los usuarios, estas inversiones están destinadas a la

reconstrucción y mejoramiento de vías, mantenimiento de todo el sistema de transporte público, mejoramiento de las sendas para las bicicletas y peatones.

Según el informe presentado para el programa de mejora de transporte de los años 2016-2020 consiste en invertir aproximadamente \$940 millones y más de \$1 billón en programas de tránsito.

El programa de tránsito busca abordar las necesidades de tres empresas principales de la ciudad de Boston las cuales son la Massachusetts Bay Transportation Authority (MBTA), la Cape Ann Transportation Authority (CATA), y la MetroWest Regional Transit Authority (MWRTA). Este programa de tránsito se dedica principalmente a reparar y mantener en buen estado el sistema de transporte para así poder brindar un servicio de buena calidad y mejorar la infraestructura.

El programa de autopistas busca mejorar las vías, incluyendo iluminación, letreros de información, andenes, puentes, mejorando la calidad de vida lo los usuarios que usan el transporte público (buses), motociclistas y peatones.

### 3.1.3 Nuevos proyectos en sistemas de transporte de Boston

En cuanto a nuevos proyectos en buses de transporte urbano se encontró

- Bus de pasajeros alimentado de Hidrogeno: El MTBA inicio con un proyecto en el año 2016, un programa de autobuses de celdas de combustible, inicialmente se comenzó con un proyecto piloto con un bus de 40 pies de pasajeros con motor de hidrogeno.

Figura 9 Bus pasajeros alimentado de Hidrogeno



Fuente. MTBA. Nuevos proyectos. [En línea]. Disponible: <<https://www.reddit.com/r/boston/comments/5dozzg>>

En la figura 9 se observa el modelo del autobús que es alimentado de Hidrogeno, bus utilizado en Estados Unidos y es amigable con el medio ambiente

- **Limpieza Sostenible de buses:** Es un proyecto basado en los productos con los que se realiza la limpieza de los buses sean más eficientes y contribuyan en el cuidado del medio ambiente, adicionalmente estos productos con los que se realiza la limpieza de los vehículos se pueda reducir la exposición de gérmenes, especialmente en épocas de influenza.

- **Evaluación del cambio climático:** Este proyecto involucra crear soluciones a los procesos de operación en los estados críticos como en época de invierno (nieve), inundaciones, y capacitar a las personas para que estén preparados a situaciones de emergencia.

### 3.2 Sistema De Transporte Público SITP- Bogotá D.C

#### 3.2.1 Proceso de mantenimiento

El proceso de mantenimiento es muy importante debido a que con un buen servicio de mantenimiento se podrá prestar un servicio de excelente calidad previniendo accidentes.

##### 3.2.1.1 Análisis proceso de mantenimiento de los buses de SITP-Bogotá D.C

De acuerdo al ministerio de transporte los indicadores de la operación en transportes de sistemas masivos con respecto a otras ciudades de Bogotá D.C, cuenta con 71% de cobertura en los viajes de servicio respecto al 100% proyectado, cuenta con 5.485 buses en la flota de buses del SITP, y traslada en promedio a 4.117.192 pasajeros.

Cuadro 12 Indicadores de las operaciones del sistema integrado de transporte

INDICADOR	Fecha inicio operaciones	Cobertura viajes servicio público		Flota total del sistema en operación					Promedio diario de pasajeros	Pasajeros hora pico sentido
		Proyectado	Actual	Biarticulados	Articulados	Padrones	Compl / Alimen	SITP	Pax / día	Pax / h /sentido
		SITM								
MEGABÚS S.A. - AM CENTRO OCCIDENTE, PEREIRA, DOSQUEBRADAS	21/08/2006	47%	39%	0	37	0	132*	0	112.155	4.141
METROCALI S.A. - MIO - SANTIAGO DE CALI	1/03/2009	100%	50%	0	190	509	181	0	467.859	14.700
METROLÍNEA S.A. - AM BUCARAMANGA - GIRÓN, PIEDECUESTA, FLORIDABLANCA	28/02/2010	66%	47%	0	29	101	104	0	120.615	6.240
METROPLÚS S.A. - AM VALLE DE ABURRÁ (MEDELLÍN-ITAGUÍ-ENVIGADO-BELLO)	22/12/2011	25%	13%	0	30	47	334	0	150.407	11.308
TRANSMETRO S.A. - AM BARRANQUILLA - SOLEDAD, MALAMBO, PUERTO COLOMBIA, GALAPA.	10/07/2010	32%	12%	0	78	80	92	0	126.186	11.060
TRANSMILENIO S.A. BOGOTÁ D.C.+SITP	18/12/2000	100%	71%	310	1.433	262	585	5.485	4.117.192	52.219
TRANSMILENIO SOACHA**	27/12/2013	50%	50%						99.659	20.000
TRANSCARIBE - CARTAGENA	27/03/2016	100%	21%	0	22	61	69	0	98.708	2.472

Fuente. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Grupo de Unidad de movilidad urbana sostenible-UMUS. Bogotá. [En línea]. Disponible en [https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos\\_del\\_ministerio/Estadísticas](https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/Estadísticas)

De acuerdo al cuadro No. 12 se puede observar los indicadores de la operación de los sistemas integrados que hay en las diferentes ciudades de Colombia.

Según el banco de desarrollo de América Latina en Bogotá D.C, el transporte urbano es del 72% correspondiente al transporte público diferente a otros medios de transporte como lo son las motos, automóviles, taxi, bicicletas.

De acuerdo al estudio realizado por el desarrollo de América Latina, la red vial de Bogotá está estimada en 7294 km lineales para uso vehicular privado y público de los cuales los 85 km lineales son exclusivos para el transporte masivo de TransMilenio que representan el 6.5% de la longitud de vías usadas de los automotores, en el cuadro No. 15 se observa los indicadores del transporte colectivo utilizado en la ciudad de Bogotá D.C. (Latina, 2009)

Figura 10. Resumen a los Indicadores de Transporte

Indicador	Valor
Flota	10.245 autobuses estándar 1.059 autobuses articulados 4.300 microbuses
Recursos humanos	21.235
Puestos ofrecidos	1.269.709
IPK (pasajeros por km)	Neumáticos: 2,0
PVD (pasajeros/vehículo/día)	Neumáticos: 364
RMD (km/vehículo/día)	Neumáticos: 169
Tarifa mínima (USD)	Autobús: 0,51 Microbús: 0,58 Porcentaje de 50 tarifas sobre salario mínimo: 11,0%

Fuente. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Observatorio de Movilidad Urbana, 2009. Bogotá. [En línea]: Disponible en [https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos\\_del\\_ministerio/transporte\\_masivo](https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/transporte_masivo).

En la figura 10 se puede observar los índices de infraestructura vial en cuanto al transporte colectivo (bicicletas, buses, taxis, semáforos) respecto a la longitud total de las vías utilizadas por los autobuses.

Figura 11 Resumen Indicadores infraestructura Vial

Indicador	Valor
Km de vía	7.749
Intersecciones con semáforos	1.123
Vías con prioridad para peatones	2,4 km
Vías con prioridad para ciclistas	291 km
Vías con prioridad para transporte público	85 km

Respecto a la longitud total de las vías utilizadas por los autobuses.  
Fuente: Observatorio de Movilidad Urbana, 2009.

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE. Observatorio de Movilidad Urbana. 2009. Bogotá. [En línea]: Disponible en [https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos\\_del\\_ministerio/transporte\\_masivo](https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/transporte_masivo).

En la figura 11 se puede observar los indicadores de infraestructura vial en cuanto la infraestructura de las vías, semáforos.

Según la página de la empresa de Transmilenio S.A el mantenimiento de los vehículos y la capacitación de sus operadores los realiza cada empresa concesionaria.

Cuadro 13 Operadores Transmilenio

Concesionario	Zona	Portal	Operación Asociada		
			Troncal	Alimentación	Zonal
<b>CONSORCIO EXPRESS</b>	Usaquén		✓	✓	✓
	San Cristóbal	20 de Julio	✓		✓
<b>ESTE ES MI BUS</b>	Calle 80			✓	✓
	Tintal zona franca			✓	✓
<b>ETIB</b>	Bosa			✓	✓
<b>GMOVIL</b>	Engativá		✓	✓	✓
<b>MASIVO CAPITAL</b>	Suba oriental			✓	✓
	Kennedy			✓	✓
<b>SUMA</b>	Ciudad Bolívar			✓	✓
<b>TRANZIT</b>	Usme			✓	✓
<b>SI99 S.A.</b>		Usme	✓		
<b>Ciudad Móvil S.A.</b>		Norte	✓		
<b>Express del Futuro S.A.</b>		Calle 80	✓		
<b>Metrobus S.A.</b>		Tunal	✓		
<b>Transmasivo S.A.</b>		Suba	✓		
<b>Connexión Móvil S.A.</b>		Sur	✓		
<b>SOMOS K S.A. (SI02 S.A.)</b>		Americas	✓		
	<b>UT Alcapital Fase 2</b>		Suba	✓	

Fuente. TRANSMILENIO. Operadores urbanos. Bogotá. [En línea] disponible: [http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/operadores\\_del\\_sistema](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/operadores_del_sistema)

De acuerdo al cuadro 13 el sistema de transporte de Bogotá D.C cuenta con 15 Empresas Concesionarias que conforman todo el transporte urbano de la ciudad.


Según las cifras del sistema de transporte de Transmilenio S.A del año 2016, se registraron 4.602 accidentes de tránsito, en comparación con el 2015 tuvo un incremento de 7%. Estas cifras nos llevan a deducir que el mantenimiento de los buses es deficiente y la sobrecarga laboral se ha hecho más fuerte en este sector, haciendo referencia a que están prestando un servicio de mala calidad exponiendo a sus usuarios y a trabajadores.

### 3.3 Análisis DOFA

Se realizará una medición por medio del análisis DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas) donde se podrá evidenciar más claro las oportunidades, amenazas, oportunidades que se presentan frecuentemente en los buses del SITP-Bogotá (Colombia). Se realizará de acuerdo a la información representada en esta monografía.

#### 3.3.1 Análisis DOFA-Buses Bogotá-D.C

Cuadro 14 DOFA matricial mantenimiento de buses-Bogotá

	Fortalezas	Debilidades
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Independencia en procesos de mantenimiento (existencia de consorcios)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deficiencia en el proceso de mantenimiento</li> <li>- Poca oferta disponible de técnicos capacitados para el alistamiento mecánico de los buses</li> <li>-Flotas que no han sido renovadas y sus piezas y accesorios ya se encuentran en desgaste.</li> <li>- A los buses del SITP no se le están realizando las inspecciones.</li> <li>-Falta de escuela de enseñanzas a conductores.</li> <li>Bajo control de piezas de los vehículos, lo que ocasiona robos</li> </ul>

Cuadro 14 Continuación

		malintencionados a estos buses. -Contratación a empresas privadas bajo requisitos inapropiados como excesiva cantidad de dinero como patrimonio de la empresa para la firma de dicho contrato.
<b>Oportunidades</b>	<b>FO</b>	<b>DO</b>
-Mejor calidad del servicio -Disminución de accidentes -Adquisición de nueva flota de buses	Mejorar el servicio prestado a los usuarios  Al tener nueva flota se disminuyen costes de mantenimiento y se presta un mejor servicio	Al tener un mejor servicio se incrementa las personas que lo utilizaran (Aumenta demanda con probable descongestión del sistema, la cual se busca reducir con la organización de flota)  Se pueden mejorar aspectos básicos en el proceso de mantenimiento. Con conductores ya contratados, es viable asignarles capacitaciones enfocadas con el "Servicio al Cliente".  Al mejorar por parte de los conductores un servicio débil, es posible crear una buena imagen ante Bogotá y recibir más viajeros.
<b>Amenazas</b>	<b>FA</b>	<b>DA</b>
-Alto costo de mantenimientos en buses -Accidentes en vías -Contaminación ambiental	Como se cuentan con buses viejos y en mal estado se incrementan más los costos de mantenimiento Al tener buses en mal estado hay	-Altos costos por falta de capacitación a los conductores (Optimización de costos) -Incremento de accidentes por falta de mantenimientos.



Cuadro 14 Continuación


	contaminación en el ambiente perjudicando la salud de los ciudadanos	-Incremento de Peticiones y Quejas por parte de los ciudadanos debido a fallas constantes en medio del servicio.
--	--	--

Fuente: Autores

En el cuadro 14 se realizó el análisis DoFa del sistema de transporte de los buses del SITP, donde se pudieron determinar amenazas, oportunidades, debilidades y sus respectivas estrategias.

### 3.3.2 Análisis DOFA-Buses Boston

Cuadro 15 DOFA matricial mantenimiento de buses-Boston

	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Excelente infraestructura de talleres y patios</li> <li>-Proceso adecuado de mantenimiento en los buses</li> <li>-Personal capacitado</li> <li>- Nuevas tecnologías en nueva flota de buses (por ejemplo, ubicación por GPS para control a distancia, vehículos ecológicos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Altos costos en el proceso de mantenimiento.</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>FO</b>	<b>DO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ampliación de infraestructura y flota de buses</li> <li>-Implementación de un sistema moderno de contratación de personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Información de rutas y tiempos muy precisos publicados en los diferentes medios de comunicación.</li> <li>-Amplia cobertura de red a través de la ciudad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costos elevados en la ejecución de contratos para las actividades de mantenimiento.</li> <li>Costos elevados en el cobro por viaje respecto a las ciudades del mismo país (USA).</li> </ul>

Cuadro 15 Continuación

<p>-Disposición de pequeños garajes de mantenimiento para los buses, lo que permite un gran ahorro del presupuesto.</p>	<p>-Políticas ambientales claras y evidentes respecto al uso de flotas “modo dual (hidrogeno, eléctricos y con diésel)”</p>	<p>Empleo de espacios amplios que elevan el presupuesto destinado al mantenimiento del MBTA.</p>
<p><b>Amenazas</b></p>	<p><b>FA</b></p>	<p><b>DA</b></p>
<p>Altos costos de mantenimientos en buses</p>	<p>Fortalecer Prácticas adecuadas respecto a la optimización de presupuesto del MBTA. Para el MBTA, después de “Trabajo y beneficios complementarios” la segunda prioridad es la “Ingeniería y Mantenimiento”, lo cual es importante para todos los planes de acción que se ejecuten desde el MBTA.</p> <p>Como beneficio para los operarios, La RFP (Request for Proposal - Solicitud de Respuesta) también solicita a los licitantes que presenten propuestas de precios con la opción de un plan de pensiones de jubilación de beneficio definido para maquinistas en virtud de cualquier contrato resultante</p>	<p>Conducción de buses con ciclo de vida cumplido, con al menos 9 años de uso.</p>

Fuente: Autores

En el cuadro 15 se realizó el análisis Dofa del sistema de transporte de los buses del MTBA, donde se pudieron determinar amenazas, oportunidades, debilidades y sus respectivas estrategias.

## 4 PROPUESTA DE PROCESO

### 4.1 Plan De Acción

Cuadro 16 Plan de acción

PLAN DE ACCIÓN	OBJETIVO
Realizar un cronograma de actividades de los mantenimientos que se deban a hacer a los buses y determinar el tiempo de su segunda revisión.	<p>Reducir al máximo las averías y paradas de los buses.</p> <p>Reparar las averías en el menor tiempo posible y reducir costos.</p> <p>Alargar la vida de los buses y de las piezas y accesorios que lo conforman.</p> <p>Disponer de los repuestos de mayor rotación en los talleres de mantenimiento.</p>
Disponer de talleres portátiles debido a que frecuentemente se ve los buses varados en la ciudad de Bogotá	<p>Asistir al bus varado en las vías en cuanto a las fallas que presenten</p> <p>Disponer de herramientas y accesorios adecuados para prestar el servicio</p> <p>Brindar un servicio de mejor calidad y eficaz</p> <p>Recurrir en un tiempo máximo de 1 hora y 30 minutos</p>
Realizar mantenimientos preventivos	<p>Reducir fallas, manteniendo en buenas condiciones la flota de buses</p> <p>Mayor eficiencia y servicios de mejor calidad</p> <p>Se reducen fallas repetitivas teniendo un control de las mismas</p>

Cuadro 16 Continuación

	<p>Reducción de costo de las reparaciones Reducir fallas, manteniendo en buenas condiciones la flota de buses</p> <p>Mayor eficiencia y servicios de mejor calidad</p> <p>Se reducen fallas repetitivas teniendo un control de las mismas</p> <p>Reducción de costo de las reparaciones</p>
--	---

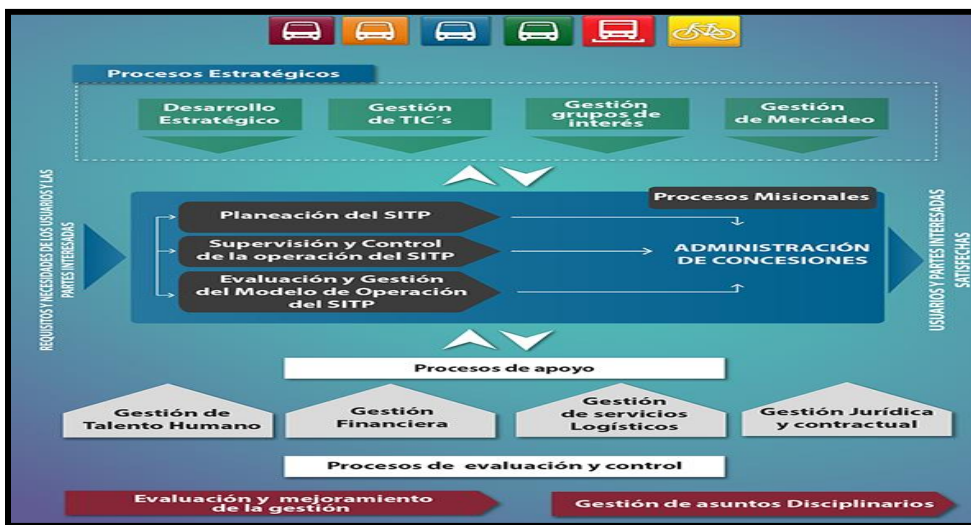
Fuente: Autores

En el cuadro 16 se observa el plan de acción propuesto con su respectivo objetivo.

#### 4.1.1 Caracterización Del Proceso De Mantenimiento

##### 4.1.2.1 Mapa de procesos del SITP

Figura 12 Mapa de procesos



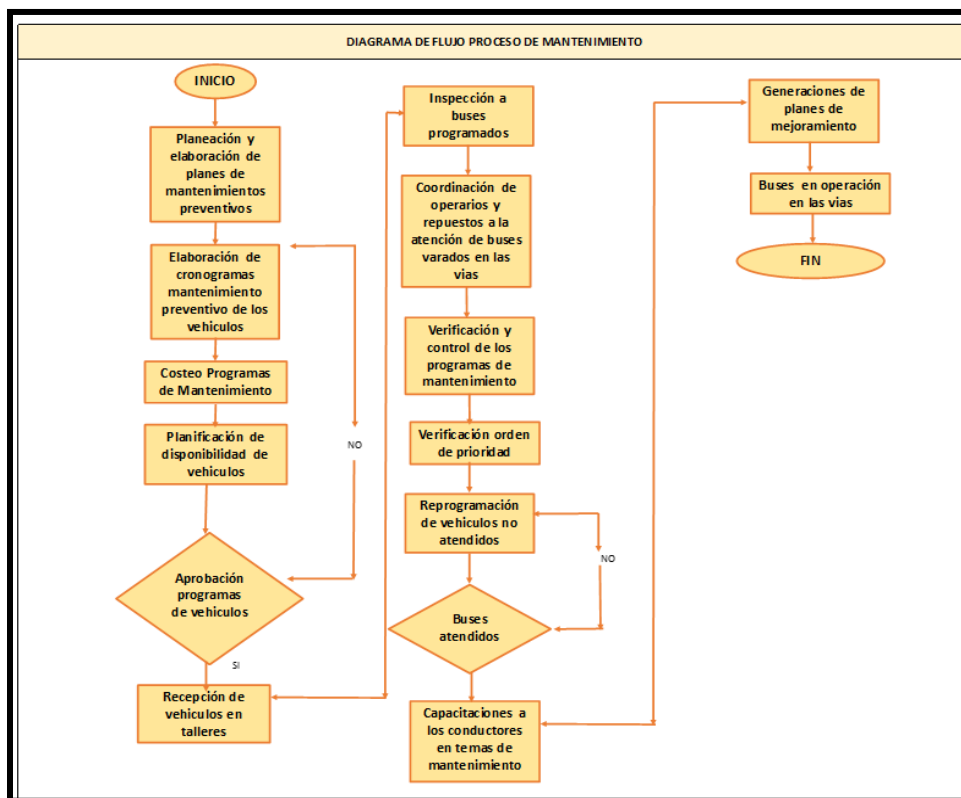
Fuente. TRANSMILENIO. Mapa de procesos. Bogotá. [En Línea] Disponible: <[http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/la\\_entidad/sistema\\_integrado\\_de\\_gestion/mapa\\_de\\_procesos](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/la_entidad/sistema_integrado_de_gestion/mapa_de_procesos)>

En la figura 12 se observa el mapa de procesos de la empresa de Transmilenio, la cual nos ayudara en la realización de la caracterización del proceso de mantenimiento.

A continuación, se caracteriza el proceso de mantenimiento de los buses del SITP donde se describe de manera específica el objeto y alcance, así también como los proveedores, las actividades de acuerdo al ciclo PHVA, las salidas y los clientes. Con el fin de mostrar las diferentes alternativas de solución. (Ver anexo B)

#### 4.1.2.2. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento

Figura 13 Diagrama de flujo proceso mantenimiento



Fuente: Autores

En la Figura 13 se realizó el diagrama de flujo basado de la caracterización del proceso de mantenimiento.

### 4.1.2.3 Formatos

Cuadro 17 Actividades de Mantenimiento

<b>Actividades de mantenimiento para los buses:</b>		
<b>Numeración</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
1	Revisión del nivel de refrigeración del radiador	D
2	Revisión del nivel del aceite	D
3	Revisión del nivel de aceite hidráulico	D
5	Revisión de frenos y luces	M
6	revisión e inspección de los filtros de aire	B
7	Revisión de la válvula de combustible	Q
8	Revisión del nivel del agua	T
9	Revisión y mantenimiento del motor	3A
10	Mantenimiento general de la transmisión	2A
11	Cambio de llantas	A
12	Cambio de accesorios rotos y dañados	C
14	Revisión de la batería	Q
15	Cambio de aceite	M
16	Engrase de las partes que lo requieran	Q
17	Pintura del automotor	C
18	Lavado del automotor	S

Fuente: Autores

De acuerdo al cuadro 17, es un formato que permite que el bus tenga en cuenta las actividades de acuerdo a la frecuencia determinada y será determinante para realizar el alistamiento de los automotores.

Cuadro 18 Orden de Trabajo

<b>ORDEN DE TRABAJO</b>				
<b>Mantenimiento preventivo</b>	<b>Daño mecánico</b>	<b>Daño eléctrico</b>	<b>Lubricación</b>	<b>Otro</b>
No. bus:		Repuesto:		Tiempo:
No. placa.				
Descripción del trabajo:				
Ejecutado por:		Recibido por:	Fecha:	

Fuente: Autores

En el cuadro 18, el formato de orden de trabajo será el entregado al personal de mantenimiento, donde estos formatos incluyen la información que se requiere para los mantenimientos a realizar, en esta orden de trabajo también se relacionara los repuestos que se necesitaran para realizar los mantenimientos.

Cuadro 19 Orden de Compra

<b>ORDEN DE COMPRA</b>			
No. Orden:			
Día:	Mes:	Año:	
<b>Comprado por</b>	<b>Tipo de repuesto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>
Especificación:			
Observaciones			

Fuente: Autores

De acuerdo a el cuadro 19, las ordenes de compran es importante debido a que nos ayudara a identificar los repuestos o elementos que se compran y lo que se tienen.



## 5 CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se evidenció que las acciones más importantes adelantar por parte de la flota de buses del SITP son: Realizar cronogramas de actividades para los mantenimientos de los buses, disponer de talleres portátiles y poder hacer más eficaz y rápido el servicio.

En el diagnóstico realizado se evidenció que Bogotá se encuentra afectada en la movilidad de los capitalinos sobre todo en el tema de los buses del SITP, generando molestias, e inseguridades a sus usuarios por mal servicio, esto es debido al alto índice de accidentabilidad donde se ven involucrados dichos buses.

De los resultados obtenidos de la encuesta realizada en uno de los objetivos de este proyecto concluimos que el 53.9% de la población han experimentado fallas en medio del servicio, esto refleja una cifra de desventaja que a nivel general corresponde a la satisfacción del servicio. Adicional, el 44.8% de encuestados desconoce el lugar o proceso para colocar una queja por el mal servicio.

Se realizó una simulación, con la cual se pretendió analizar a fondo las fallas más relevantes y frecuentes que podrían poseer los buses del SITP, analizando los posibles planes de acción en esos puntos críticos.

En la situación actual se observó que Boston es uno de las mejores ciudades con mejor movilidad debido a los altos costos que invierten en infraestructuras, mantenimientos, carreteras entre otros, disminuyendo accidentes y ofreciendo mejor calidad de servicio a sus usuarios. En contraste con la ciudad de Bogotá se observa que la inversión dispuesta para mantenimiento de los buses es demasiado mínima lo que hace que los buses no presten un mejor servicio, provocando inseguridad a sus usuarios por los constantes accidentes de tránsito.

La caracterización del proceso de mantenimiento se convierte en un mecanismo fundamental para la mejora continua del proceso y conocer las actividades que lo componen.

## 6 RECOMENDACIONES

Medir y mejorar continuamente el proceso del mantenimiento para el SITP

Verificar el acceso a fuentes de información primaria, en el caso de desarrollar proyectos sobre la misma temática

Verificar cronogramas dispuestos para mirar si se están cumpliendo adecuadamente.

Los niveles de eficiencia y rendimiento no son altos, así que, teniendo en cuenta nuestro cronograma de actividades que hemos desarrollado recomendamos a la empresa Transmilenio S.A. Acoja nuestro modelo y formatos de control donde les ofrezca a sus clientes una flota de buses confiable, ya que estos operan en mejores condiciones de seguridad, conociéndose su estado y calidad de funcionamiento todo el tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

ALCALDIA DE BOGOTÁ. Banco Distrital de Programas y Proyectos. {En línea}. [Citado 02 abril, 2018]. Disponible en Internet: <<http://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/6%20Fichas%20EBI-D%20SDM%20PDD%20BMPT%202016.pdf>>

ALLEN Jaime. Transmilenio Bogotá-Colombia (BRT). [Fecha de consulta: 26 de agosto, 2018]. Disponible en internet <[http://www.cdn.mbta.com/uploadedfiles/documents/2007\\_Fare\\_Increase\\_SP.pdf](http://www.cdn.mbta.com/uploadedfiles/documents/2007_Fare_Increase_SP.pdf)>

BANCO mundial. El problema de Transmilenio y la solución de Guillermo Ramírez. Actualizada: 09 noviembre 2014. [Fecha de consulta: 02 marzo 2018]. Disponible en: ><http://blogs.worldbank.org/latinamerica/es/el-problema-de-transmilenio-y-la-soluci-n-de-guillermo-ram-rez>>

BEST OPERATIONAL AND MAINTENANCE. Practices for city bus fleets to maximize fuel economy. {En línea}. [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet <[https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/FINAL\\_EECI-BusGuideNote\\_BN010-11.pdf](https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/FINAL_EECI-BusGuideNote_BN010-11.pdf)>

CHAPARRO Irma. Evaluación del impacto socioeconómico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá. El caso del sistema de transporte masivo, Transmilenio. [Fecha de consulta: 25 abril 2018]. Disponible en: <<https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6408/1/S0210717>>

ESCOBAR Luisa. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los buses de clase urbano del sistema integrado de transporte (SITP), para así brindar un mejor servicio y mayor seguridad. 2017. [Fecha de Consulta: 08 de Agosto de 2018]. Disponible en: <<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14632>>

GESTIOPOLIS. Que es la cadena de valor. {En línea}. [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet: <<https://www.gestiopolis.com/que-es-la-cadena-de-valor>>

GONZÁLEZ. R Carlos Eduardo, DÍAZ Jorge. Los sistemas de transporte masivo en el hábitat metropolitano: el caso Megabús en el centro occidente colombiano. {En línea}, [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet <<http://bdigital.unal.edu.co/4823/2/9789588280325.2010.pdf>>

HIDALGO Darío. Comparación de alternativas de transporte público masivo-una aproximación conceptual. Actualizada: 18 abril 2005. [Fecha de consulta: 27 abril 2018]. Disponible en internet: <[www.scielo.org.co/pdf/ring/n21/n21a10.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n21/n21a10.pdf)>

JOLONCH PALAU, J. Análisis del transporte masivo y la movilidad en Bogotá. [En línea]. [Fecha de consulta: 27 febrero 2018]. Disponible en internet: <<http://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/2039>>

MANTENIMIENTO. Mantenimiento industrial. {En línea}. [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet: <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento>>

MASSACHUSETTS Bay Transportation Authority MBTA. Challenges and opportunities. {En línea}. [Citado 26 Agosto, 2018]. Disponible en internet: <[http://www.ctps.org/mbta\\_pmt](http://www.ctps.org/mbta_pmt)>

-----History. [En línea]. [Fecha de consulta: 22 febrero 2018]. Disponible en internet: <<https://mbta.com/>>

-----Información sobre la propuesta de aumento y reestructuración de las tarifas. {En línea}. [Citado 26 Agosto, 2018]. Disponible en Internet: <[http://www.cdn.mbta.com/uploadedFiles/documents/2007\\_Fare\\_IncreaseSP.pdf](http://www.cdn.mbta.com/uploadedFiles/documents/2007_Fare_IncreaseSP.pdf)>

MORENO M, NAVARRETE G, y MARTINEZ Luis Carlos. Lineamiento para elaborar la caracterización de procesos. {En línea}. [Citado 26 Agosto, 2018]. Disponible en internet: <[http://www.saludcapital.gov.co/Lineamientos/51\\_SDS\\_PYC\\_LN\\_002\\_Elaborar\\_Caracterizacion\\_Procesos.pdf](http://www.saludcapital.gov.co/Lineamientos/51_SDS_PYC_LN_002_Elaborar_Caracterizacion_Procesos.pdf)>

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Observatorio de Movilidad Urbana. {En línea}. [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet: <[https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos\\_del\\_ministerio/transporte\\_masivo](https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/transporte_masivo)>

PEÑALOSA Enrique. Comentarios al Artículo "Una evaluación económica del Sistema Transmilenio" de Juan Carlos Echeverry, Ana María Ibáñez y Andrés Moya. Actualizada: junio 2005. [Fecha de consulta: 27 abril 2018]. Disponible en internet: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-49932005000100008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932005000100008&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0121-4993>

REVISTA SEMANA. "Este año van más 390 accidentes con buses de Transmilenio". [Fecha de consulta 26 agosto, 2018]. Disponible en Internet <<http://www.semana.com/nacion/articulo/bogota-ya-van-390-accidentes-con-buses-de-transmilenio/495928>>

-----La Mala Hora Del Transporte Masivo En Colombia. {En línea}. Fecha. {7 febrero 2016}. [Citado 26 Agosto, 2018]. Disponible en Internet: <<http://www.semana.com/economia/articulo/transmilenio-y-transporte-masivo-en-riesgo-de-colapsar/480146>>

SCORCIA, Harvey. Design and evaluation of BRT and limited-stop services. Actualizada: 2010. [Fecha de consulta: 02 marzo 2018]. Disponible en internet: <<http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/60812>>

SITP. "Información general". [Fecha de consulta: 19 septiembre, 2018]. Disponible en internet:<[http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el\\_sistema/informacion\\_general](http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/informacion_general)>

TRANSMILENIO [En línea]. [Fecha de consulta: 22 febrero 2018]. Disponible en: internet: <<http://www.transmilenio.gov.co/>>

-----Transmilenio En Cifras. Estadística de oferta y demanda del sistema integrado de transporte público-SITP. {En línea}. [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet:<[http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas\\_de\\_oferta\\_y\\_demandadel\\_sistema\\_integrado\\_de\\_transporte\\_publicositp\\_septiembre\\_2017](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas_de_oferta_y_demandadel_sistema_integrado_de_transporte_publicositp_septiembre_2017)>

-----Transmilenio en cifras. Informe mensual septiembre 2017 informe No. 46, Disponible:<[http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas\\_de\\_oferta\\_y\\_demanda\\_del\\_sistema\\_integrado\\_de\\_transporte\\_publico\\_sitp\\_septiembre2017](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas_de_oferta_y_demanda_del_sistema_integrado_de_transporte_publico_sitp_septiembre2017)>

-----Transmilenio realiza controles aleatorios diarios sobre mantenimiento de la flota del SITP. {En línea}. [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en Internet: <[http://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/transmilenio\\_realiza\\_controles\\_aleatoriosdiarios\\_sobre\\_mantenimiento\\_de\\_la\\_flota\\_del\\_sitp](http://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/transmilenio_realiza_controles_aleatoriosdiarios_sobre_mantenimiento_de_la_flota_del_sitp)>

UMASCHI, CLAUDIO. El Mantenimiento como área primordial de la logística. {En línea}. [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet: <<https://www.gestiopolis.com/que-es-la-cadena-de-valor>>

WRIGHT LLOYD. Opciones de transporte público masivo. {En línea}, [Citado 26 agosto, 2018]. Disponible en internet: <[https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A\\_Sourcebook/SB3\\_Transit-Walking-and-Cycling/GIZ\\_SUTP\\_SB3a\\_Mass-Transit-Options\\_ES.pdf](https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB3_Transit-Walking-and-Cycling/GIZ_SUTP_SB3a_Mass-Transit-Options_ES.pdf)>

## ANEXOS

### Anexo A. Encuesta Realizada Usuarios SITP

---

#### ENCUESTA USUARIOS SITP

1. ¿ES USTED USUARIO FRECUENTE DEL SITP?

SI

NO

2. EN EL ÚLTIMO MES EN EL QUE HA USADO EL MEDIO DE TRANSPORTE SITP HA VISTO O EL BUS SE HA VARADO POR ALGUNA AVERÍA. SI SU RESPUESTA ANTERIOR ES NO POR FAVOR NO CONTINÚE CON LA ENCUESTA.

SI

NO

3. ¿HA TENIDO ACCIDENTES POR FALLAS EN LOS BUSES DEL SITP MIENTRAS HA UTILIZADO EL SERVICIO?

SI

NO

4. ¿AL SUBIRSE AL SISTEMA DE TRANSPORTE SITP EL BUS SE ENCUENTRA LIMPIO Y EN BUENAS CONDICIONES?

SI

NO

5. SABE USTED DONDE COLOCAR UNA QUEJA POR UN MAL SERVICIO YA SE POR EL CONDUCTOR O POR FALLAS EN UN BUS DEL SITP

SI

NO