

**Diseñar una Política Pública de Operación de Transporte para Transmilenio S.A.,
que permita mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de
los usuarios en el corredor vial de Bogotá – Soacha**

**Autores: Cesar Iván Fernández Cárdenas
Oscar Cárdenas Cárdenas**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Jurídicas y Políticas

Especialización en Gestión Pública

Bogotá D.C., 2019

**Diseñar una Política Pública de Operación de Transporte para Transmilenio S.A.,
que permita mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de
los usuarios en el corredor vial de Bogotá – Soacha**

**Autores: Cesar Iván Fernández Cárdenas – 80.926.321
Oscar Cárdenas Cárdenas – 79.859.210**

Monografía para optar por el Título de Especialistas en Gestión Pública

Director:

Leonardo De Jesús Díaz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Jurídicas y Políticas

Especialización en Gestión Pública

Bogotá D.C., 2019

Dedicatoria

La presente monografía está dedicada a Dios, ya que gracias a él hemos logrado concluir nuestra especialización.

A nuestros padres, porque ellos siempre estuvieron a nuestro lado brindándonos su apoyo y sus consejos para que todo salga bien.

A nuestras familias por su confianza y compañía, por su amor y por brindarnos el tiempo necesario para realizarnos profesionalmente, a nuestros amigos, compañeros y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de nuestros objetivos.

Agradecimientos

Gracias a Dios por permitirnos tener y disfrutar a nuestras familias, gracias a nuestras familias por apoyarnos en cada decisión y proyecto, gracias a nuestras parejas porque cada día nos demuestran lo hermosa que es la vida y lo justa que puede llegar a ser.

Nos gustaría agradecer sinceramente a nuestro Director de la Monografía, el profesor Leonardo De Jesús Díaz, por su esfuerzo, guía y dedicación.

Resumen

Esta Monografía, tuvo como objetivo diseñar una política pública de operación de transporte para Transmilenio S.A., que permita mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor vial de Bogotá - Soacha. Para cumplir con este objetivo, se realizaron cuatro fases: La primera fase consistió en la realización de un diagnóstico de la situación actual en cuanto a la calidad del servicio y programación de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha; la segunda fase consistió en determinar qué variables inciden en la operación de las rutas de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha.

En la tercera fase, se definió una política pública de operación que permita mejorar la calidad del servicio de las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá - Soacha. Finalmente, la cuarta fase consistió en socializar los resultados del proyecto con los grupos de interés relevantes en la problemática, generando consenso y análisis de la propuesta, a fin de su implementación y mejoramiento continuo.

Los resultados de la investigación permitieron diseñar una política pública de operación de transporte para Transmilenio S.A., que permita mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor vial de Bogotá - Soacha.

Palabras clave: Transmilenio, Gestión Pública, Calidad del Servicio, Programación de Rutas y Usuarios.

Abstract

The purpose of this thesis was to develop a model to improve transport routes in Transmilenio S.A., which operate in the corridor of Bogotá - Soacha. To achieve this goal, five phases were carried out; the first phase consisted performing a diagnosis of the current situation regarding the quality of service and programming routes in Transmilenio S.A., which operate in the corridor of Bogotá – Soacha; the second phase was to determine which variables affect the scheduling of Transmilenio routes in the corridor of Bogotá – Soacha.

The third phase was to develop a transport model that will improve the planning of routes Transmilenio S.A., which operate in the corridor of Bogotá - Soacha. In the fourth phase, operational policies were defined based on the model developed to improve the quality of service routes Transmilenio S.A., which operate in the corridor of Bogotá - Soacha. Finally, the fifth phase consisted of publishing, disclose or share the results of the project with relevant stakeholders on the issue, generating consensus and analysis of the proposal, to implementation and continuous improvement.

The results of the investigation allowed formulating a model to improve transport routes in Transmilenio S.A., which operate in the corridor of Bogotá – Soacha.

Keywords: Transmilenio, Public Management, Quality of the Service, Programming of Routes and Users.

Tabla de Contenido

| | Pág. |
|---|------|
| Introducción | 13 |
| Justificación | 15 |
| Capítulo I Generalidades | 17 |
| 1 Descripción del Problema | 17 |
| 1.1 Formulación del Problema | 34 |
| 1.2 Hipótesis | 34 |
| 2 Objetivos | 36 |
| 2.1 Objetivo General | 36 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 36 |
| 3 Delimitación del Proyecto | 37 |
| 3.1 Alcance Temporal | 37 |
| 3.2 Alcance Geográfico | 37 |
| 3.3 Alcance Demográfico | 37 |
| 4 Marco Metodológico | 39 |
| 4.1 Tipo de Investigación | 39 |
| 4.2 Cuadro Metodológico | 39 |
| 4.3 Marco Normativo y Legal | 44 |
| 5 Marco Referencial | 45 |
| 5.1 Antecedentes | 45 |
| 5.2 Marco Teórico | 49 |
| 5.2.1 Sistemas de Transporte Masivo: | 49 |
| 5.2.2 Características de la Operación del STM: | 50 |
| 5.2.3 Programación de Transporte Masivo: | 52 |
| 5.3 Marco Conceptual | 54 |
| 5.4 Muestreo Estadístico | 55 |
| Capítulo II Diagnostico de la Situación Actual | 57 |
| 6 Diagnóstico de la Situación Actual | 57 |
| Capítulo III Variables que Inciden en la Operación de Transmilenio S.A. | 76 |
| 7 Variables que Inciden en la Operación de Transmilenio S.A. | 76 |
| Capítulo IV Definición de una Política de Operación | 85 |
| 8 Definición de una Política de Operación | 85 |

| | |
|---|-----|
| Capítulo V Validación de los Resultados | 90 |
| 9 Validación de los Resultados | 90 |
| 10 Conclusiones | 96 |
| 11 Recomendaciones | 98 |
| 12 Bibliografía | 99 |
| 13 Cibergrafía | 100 |

Lista de Tablas

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Estimación de la demanda para Soacha en el diseño del SITP | 22 |
| Tabla 2. Cuadro metodológico para la investigación del proyecto | 41 |
| Tabla 3. Tiempos de trayecto entre estaciones de Transmilenio S.A. | 59 |
| Tabla 4. Definición de las variables que inciden directamente en la operación | 82 |
| Tabla 5. Indicadores de gestión asociados a la política de operación | 89 |

Lista de Figuras

| | Pág. | |
|------------|--|----|
| Figura 1. | Estaciones Fase I Transmilenio S.A. – Soacha | 19 |
| Figura 2. | Características buses articulados | 19 |
| Figura 3. | Características físicas actuales de la extensión troncal Soacha | 20 |
| Figura 4. | Plan de viaje del servicio E43 - G43 | 25 |
| Figura 5. | Plan de viaje del servicio E98 - G98 | 25 |
| Figura 6. | Plan de viaje del servicio E44 - G44 | 26 |
| Figura 7. | Plan de viaje de los servicios K43 y K98 | 27 |
| Figura 8. | Estaciones con mayor demanda del Sistema en un día típico hábil | 28 |
| Figura 9. | Congestión en la entrada a Transmilenio en la estación San Mateo | 29 |
| Figura 10. | Congestión en la entrada a Transmilenio en la estación San Mateo | 30 |
| Figura 11. | Congestión en la entrada a Transmilenio en la estación San Mateo | 30 |
| Figura 12. | Evidente congestión en las estaciones de Transmilenio en Soacha | 31 |
| Figura 13. | Evidente congestión en las estaciones de Transmilenio en Soacha | 31 |
| Figura 14. | Diagrama de árbol del problema | 32 |
| Figura 15. | Estación Intermedia San Mateo | 58 |
| Figura 16. | Horas pico y valle establecidas para Transmilenio S.A. | 61 |
| Figura 17. | Diagrama de flujo | 62 |
| Figura 18. | Diagrama causa - efecto | 74 |
| Figura 19. | Mapa de procesos de Transmilenio S.A. | 77 |
| Figura 20. | Organigrama de Transmilenio S.A. | 78 |
| Figura 21. | Diagrama de flujo programación de rutas. | 81 |

Lista de Graficas

| | Pág. |
|---|------|
| Gráfica 1. Evolución de la demanda del servicio de Transmilenio S.A. | 23 |
| Gráfica 2. Participación por estaciones de Soacha en un dia tipico habil | 27 |
| Gráfica 3. ¿Cuánto se demora en pasar un biarticulado en la estación? | 64 |
| Gráfica 4. ¿Cuánto se demora en subirse al biarticulado? | 65 |
| Gráfica 5. ¿Conoce el horario en que pasa la ruta facil G45? | 66 |
| Gráfica 6. ¿En que actividad gasta mayor tiempo para llegar a su destino? | 67 |
| Gráfica 7. ¿Cuánto tiempo de viaje le ha ahorrado Transmilenio? | 68 |
| Gráfica 8. ¿Qué acciones disminuirían tiempo en el servicio prestado? | 69 |
| Gráfica 9. Califique de 1 a 5, la calidad del servicio de Transmilenio S.A.? | 70 |
| Gráfica 10. ¿Cree Ud. Que los biarticulados son suficientes? | 71 |
| Gráfica 11. ¿Cuándo sube a un biarticulado, su percepción del servicio es? | 72 |
| Gráfica 12. ¿Considera que existen fallas en la programación de los servicios? | 91 |
| Gráfica 13. ¿Cree que las variables elegidas son las adecuadas? | 92 |
| Gráfica 14. ¿La política pública planteada, mejoraría la operatividad de las rutas? | 93 |
| Gráfica 15. ¿Considera que las políticas de operación son adecuadas? | 94 |
| Gráfica 16. ¿Considera que la política planteada mejoraría la programación? | 95 |

Introducción

Una de las características que diferencia un Sistema BRT (Bus Rapid Transit), de uno de buses convencionales es su mayor velocidad de operación, debido al nivel de segregación del tránsito vehicular.

La misma velocidad se constituye en un buen indicador de las condiciones de operación del Sistema: Entre mayor velocidad tenga un segmento de vía, mayor será el número de vehículos y pasajeros que podrán atravesar la sección en determinado periodo.

Este análisis se orienta a la identificación de aquellos tramos que registran velocidades de operación por debajo del rango “normal” en el Sistema. Este rango “normal” está dado por mediciones en Transmilenio y de forma relativa a las velocidades observadas a lo largo de todos los tramos. De esta manera los tramos que se encuentran en los rangos más bajos de velocidad se estudian para identificar las condiciones que afectan la operación actualmente.

Para este fin se deben conocer los cambios operacionales y de infraestructura que ha tenido el Sistema desde que entraron en operación las rutas troncales de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha, en ese sentido, el presente documento presenta en primera instancia un resumen de las conclusiones de los parámetros operacionales y posteriormente se realiza una validación de parámetros que siguen aplicando para el Sistema Actual. Finalmente se presentan las recomendaciones a tener en cuenta para próximos estudios.

Parte de este trabajo fue evaluar la demanda del Sistema Troncal de Transmilenio (Sistema) dentro de la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de Soacha y priorizar soluciones de corto y mediano plazo que permitan mejorar su gestión.

Los resultados de la recolección de datos en campo permitieron caracterizar los distintos componentes del Sistema a partir de sus condiciones operacionales actuales. Esta actividad fue clave dentro del desarrollo de la monografía pues sirvió de base para poder identificar los puntos críticos existentes y así y definir alternativas que permitan mejorar la política de operación de las rutas de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha.

Esta monografía consta de tres capítulos, el primero de ellos está compuesto por los aspectos principales, necesarios para el diseño de una política pública de operación de transporte para Transmilenio S.A., que permita mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor vial de Bogotá - Soacha. El desarrollo de este objetivo y el cumplimiento de los objetivos específicos se encuentran en el segundo capítulo del presente documento.

En el tercer capítulo se presentan los resultados y el impacto que generaron en la organización, además de las conclusiones y recomendaciones, obtenidas de la ejecución del proyecto.

Justificación

Bogotá es una ciudad altamente competitiva con una alta afluencia de personas que requiere de un sistema de movilidad que esté a la altura y pueda abastecer la demanda de usuarios. El incremento de esta demanda es el principal motivo para que se brinde al público un mejor servicio. Soacha, es uno de los municipios más poblados a nivel nacional, razón por la cual debería tener un sistema de movilidad al mismo nivel, pero la situación real es otra, el municipio presenta altas falencias en su movilidad.

En el municipio de Soacha, el sistema de movilidad que ofrecen los buses biarticulados de Transmilenio S.A., no opera de manera eficaz desde el punto de vista de infraestructura, técnico y estratégico, esto se convirtió en las causas de la actual crisis del sistema de movilidad, crisis que actualmente ha tocado fondo en la ciudad, tanto así que no responde al ritmo de crecimiento de los usuarios para el cual fue diseñado el corredor vial, tampoco a las proyecciones estimadas dentro del mismo y mucho menos a la exigente necesidad de mejora social que plantea el Plan Nacional de Desarrollo del Gobierno Nacional 2018 – 2022. La crisis es compleja y puede empeorar si las condiciones actuales no son estudiadas, mejoradas y ejecutadas. Este proyecto se enfocó primero en la ubicación de todas las causas del problema, es detallado y preciso para lograr el planteamiento idóneo de una política pública de operación que debe ser utilizada para la disminución de todas las consecuencias que plantea el problema.

Debido a las anteriores razones, se hizo necesario plantear este tipo de monografía, que estudia detalladamente las verdaderas causas de las fallas que ha presentado el sistema de

transporte y de este modo se convierta en una base de estudio de carácter crítico y constructivo que está enmarcado en pro del bienestar de los usuarios del sistema de transporte del municipio de Soacha.

Capítulo I Generalidades

1 Descripción del Problema

Transmilenio es un Sistema de Transporte Masivo en la ciudad de Bogotá. Su construcción inició en 1998 y terminó en el año 2000. La fecha en la que entró en operación fue el 18 de diciembre del año 2000 con el corredor de la avenida Caracas hasta la avenida de los Comuneros y el corredor de la Calle 80. Este servicio fue proporcionado por buses alimentadores y articulados. Desde entonces, debido a la gran acogida y la demanda de los usuarios, se ha visto en la necesidad de abrir nuevos corredores con el fin de mejorar la movilidad. El Sistema Transmilenio cuenta con algunas ventajas (Ventajas y Desventajas de Transmilenio, 2011)¹, con respecto a otros tipos de transporte público, tales como:

- La disminución de los tiempos de viaje en comparación con el sistema de transporte colectivo.
- El incremento en el promedio de la velocidad en comparación con el sistema de transporte colectivo.
- La disminución en las tasas de accidentalidad.
- Sistema menos contaminante, que otros transportes masivos.
- El poder generar empleos de forma indirecta.
- Mejoramiento del entorno urbano.

¹ Ventajas y Desventajas de Transmilenio. (2011). [Blog]. Problemática de Bogotá. Disponible en la Web: <http://problematicadebogota.blogspot.com/2011/03/ventajas-y-desventajas-detramilenio.html> [Fecha de acceso 05 de enero de 2019].

- Mayor accesibilidad debido a la implementación de puentes peatonales, estaciones fijas, aceras, etc.

Por estas razones, entre otras, es uno de los medios de transporte más apetecidos en la ciudad de Bogotá, obteniendo cada día nuevos usuarios. Esto lo ha llevado a modificar la infraestructura de sus estaciones, aumentar la flota, y en el año 2007 a ingresar una nueva flota de buses llamados biarticulados.

Teniendo como base la asesoría para los estudios y diseños de la extensión de la troncal NQS del Sistema Transmilenio al municipio de Soacha, el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) recomendó que la mejor alternativa técnica y financiera que garantizaría los menores costos en la operación del sistema, mayor seguridad vial y peatonal, menor afectación predial, accesibilidad a los predios colindantes y que permitirá futuras ampliaciones en la ejecución de la extensión del Sistema Transmilenio al municipio de Soacha, es el desarrollo del Sistema por el corredor actual de la autopista Bogotá – Girardot, llevando al diseño de cuatro (04) estaciones más a partir del Terminal del Sur como se muestra en la figura 1:

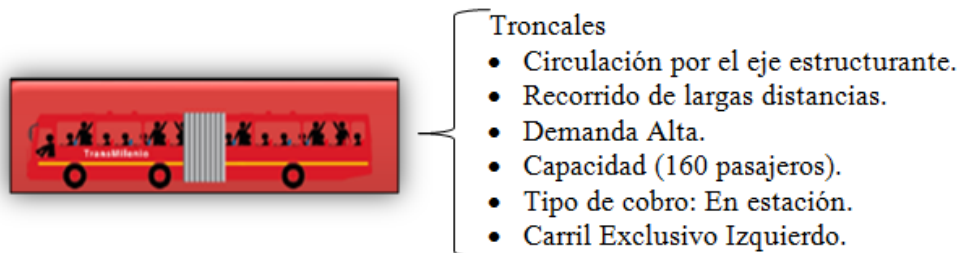
Figura 1. Estaciones Fase I Transmilenio S.A. – Soacha.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2015)

La operación en Soacha inició con 18 buses articulados con las características presentadas en la figura 2:

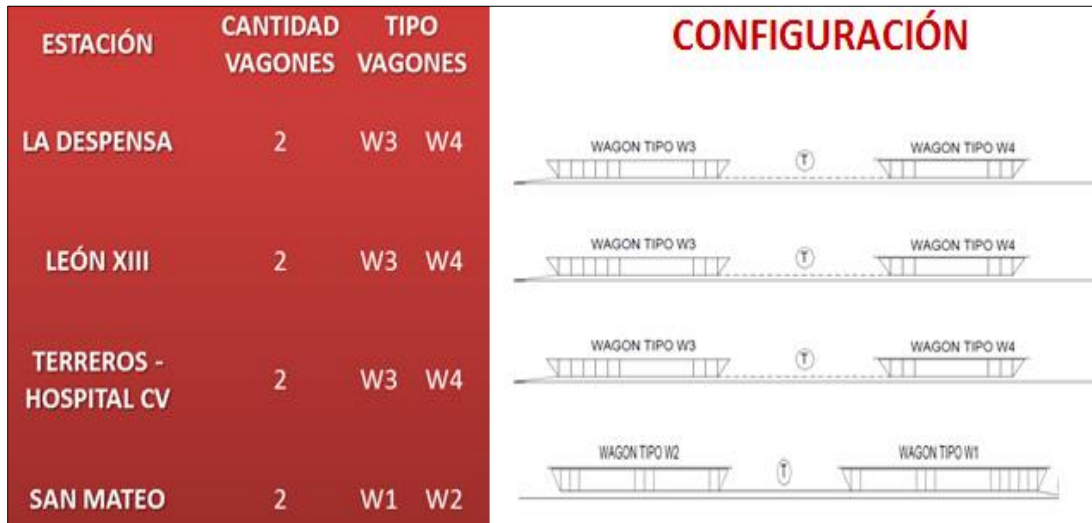
Figura 2. Características buses articulados.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2015)

En el 2015 Transmilenio S.A., aumento su flota a 54 buses para atender la creciente demanda en las estaciones de La Despensa, León XIII, Terreros y San Mateo, cuyas características físicas son presentadas en la figura 3:

Figura 3. Características físicas actuales de la extensión troncal Soacha.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2015)

Patrones de medida de los vagones según su tipología (Cartilla de estaciones sencillas, 2017)

2.

Vagón Tipo W1:48 Metros de Largo.

05 Metros de Ancho.

Vagón Tipo W2:40.8 Metros Largo.

05 Metros de Ancho.

Vagón Tipo W3:31.2 Metros de Largo.

05 Metros de Ancho.

Vagón Tipo W4:24 Metros de Largo.

05 Metros de Ancho.

² Cartilla de estaciones sencillas. (2005). [Cartilla] Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Bogotá D.C.

Transición T: 34 Metro de Largo.

05 Metros de Ancho.

Total, en metros cuadrados por estación de la extensión del Sistema Transmilenio al municipio de Soacha:

La Despensa: 446 Metros cuadrados.

Leon XII: 446 Metros cuadrados.

Terreros: 446 Metros cuadrados.

San Mateo: 614 Metros cuadrados.

Hoy la capacidad de las estaciones es medida por el número de buses que pasan por hora, esto se debe a que los usuarios no permanecen en las estaciones del sistema. Por lo tanto, no es viable calcular el número de personas por metro cuadrado.

De acuerdo con los estudios realizados y a la infraestructura presente en ese entonces, la estimación de la demanda para Soacha en el diseño del SITP en su inicio fue de 77.534 entradas totales. (Ver tabla 1.)

Tabla 1. Estimación de la demanda para Soacha en el diseño del SITP.

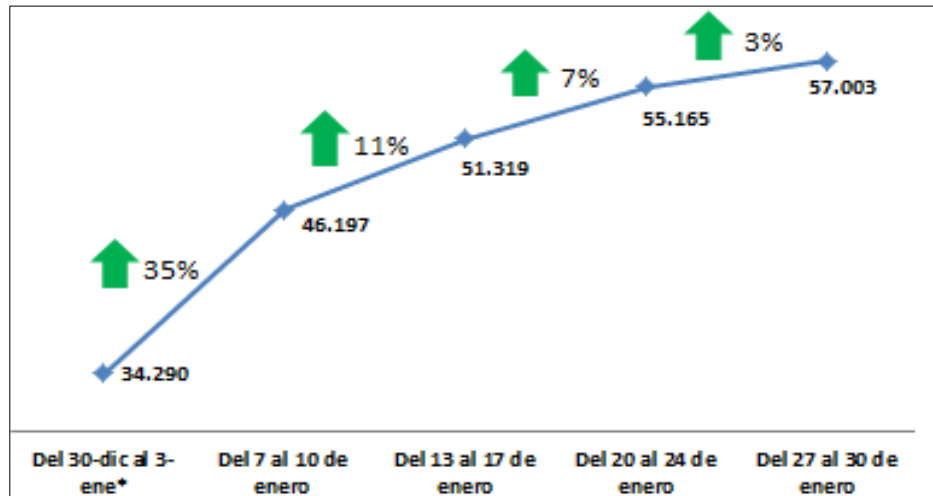
| Estación | Entradas Peatonales Día (pax.) | Entradas Alimentación Día (pax.) | Entradas Totales Día (pax.) |
|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| San Mateo | 862 | 30.067 | 30.929 |
| Terreros | 1.391 | 0 | 1.391 |
| León XIII | 7.509 | 15.084 | 22.593 |
| Despensa | 10.647 | 0 | 10.647 |
| Salida Bosa Soacha | 11.974 | 0 | 11.974 |
| Totales | 32.383 | 45.151 | 77.534 |

Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2010 y 2011)

Esto quiere decir que la demanda diaria estimada para la fase I de la extensión trocal era de 77.534 pasajeros (Incluidas las entradas peatonales y por alimentación) para las estaciones de San Mateo, Terreros, Leon XIII y la Despensa, con lo cual en un comienzo se proyectó el cubrimiento de la demanda de los pasajeros que se movilizan desde Soacha hacia Bogotá.

Ahora bien, una vez puesta en marcha la extensión del Sistema Transmilenio al municipio de Soacha el 27 de diciembre de 2013, se procedió a verificar la evolución de la demanda cinco (05) semanas después, con lo cual se determinó que la tasa de crecimiento de las entradas pasó del 7% entre las semanas 3 y 4, al 3% entre las semanas 4 y 5 de operación. Esto quiere decir que en ese período se desaceleró la demanda paulatinamente. Aun así, Transmilenio S.A., se encuentra movilizandando aproximadamente 57.003 pasajeros en un día típico, sin contar con la entrada en funcionamiento de buses alimentadores, de acuerdo con la Gráfica 1:

Gráfica 1. Evolución de la demanda del servicio de Transmilenio en SOACHA.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2013 y 2014)

De igual manera si se analiza la información suministrada por Transmilenio S.A., en la tabla 1, se puede identificar que de acuerdo con los estudios iniciales, la demanda diaria estimada para la **Fase I** de la extensión troncal era de 77.534 pasajeros (Incluidas las entradas peatonales y por alimentación), pero al revisar la evolución de demanda (Gráfica 1.), se puede deducir que se encuentran movilizand o aproximadamente 57.003 pasajeros en un día ordinario, sin contar con la entrada en funcionamiento de buses alimentadores.

Desde el año 2007 el Sistema Transmilenio ha sufrido varios cambios fundamentales que han modificado su capacidad. Por un lado, con la entrada de los buses biarticulados la operación de las troncales ha incorporado un factor adicional que ha alterado los tiempos de servicio en estaciones, principalmente en sus fases de aproximación y despeje.

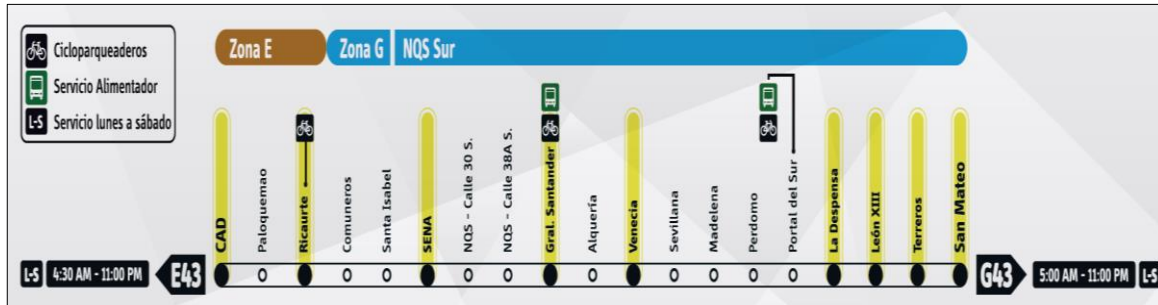
Por otra parte, la inversión en infraestructura dirigida a la ampliación de estaciones de las Fases I y II y a la construcción de la Fase III, ha introducido una nueva tipología de puntos de parada generando nuevas interacciones entre los vehículos, los pasajeros y las plataformas. Estas dos condiciones se suman al deterioro de algunas troncales que han aumentado los tiempos de recorrido de los servicios actuales.

Es claro que estas modificaciones están relacionadas con áreas particulares del Sistema. Las características físicas y operacionales del Sistema Transmilenio han llevado a que sus efectos sean notorios a nivel de la red. Esta nueva condición obligó a una revisión completa de los parámetros de operación del Sistema, en especial de la extensión al municipio de Soacha, teniendo en cuenta todos los factores que hoy en día afectan su normal funcionamiento, por lo que hay que conocer las acciones emprendidas con el inicio de la operación de la extensión de la troncal de Soacha:

1. El 16 de diciembre de 2013: Se modificó el horario de operación del Portal Sur. (Inicio a las 04:30 de lunes a sábados y a las 05:30 los domingos y festivos.)

2. El 27 de diciembre de 2013: Inició la operación del servicio E43 - G43. (Ver figura 4.)

Figura 4. Plan de viaje del servicio E43 – G43.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2013)

3. El 29 de diciembre de 2013: Inició la operación del servicio E98 - G98. (Ver figura 5.)

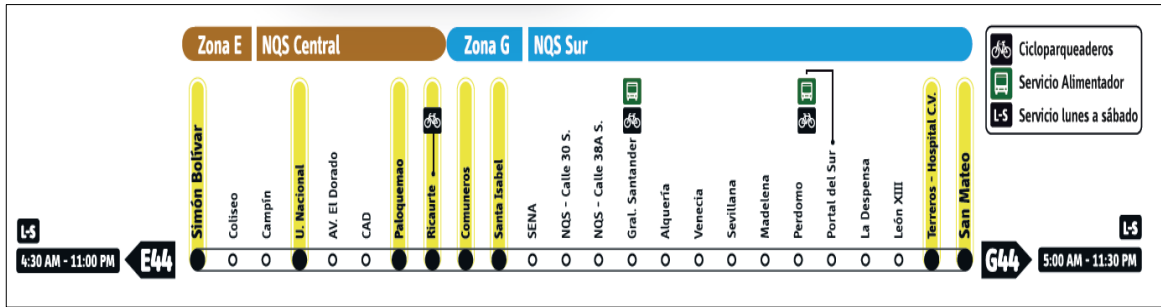
Figura 5. Plan de viaje del servicio E98 - G98.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2013)

4. Debido al incremento de demanda, el 7 de enero de 2014 inició operación el servicio E44 – G44. (Ver figura 6.)

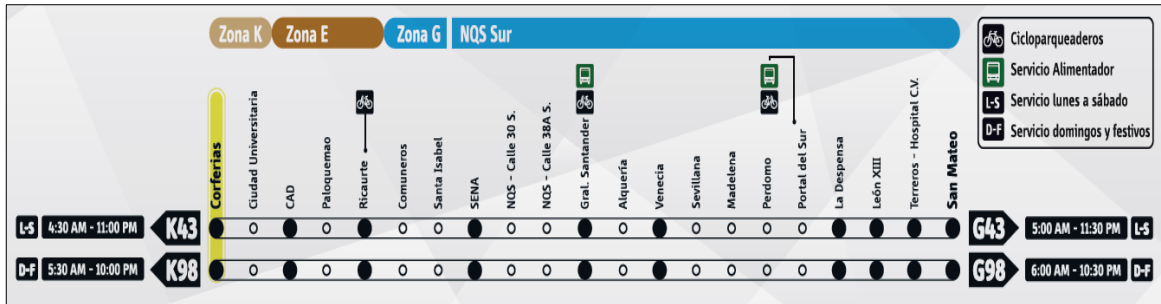
Figura 6. Plan de viaje del servicio E44 – G44.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2014)

5. Desde el 13 de enero los servicios E43 y E98 pasaron a denominarse K43 y K98 para su extensión hasta la estación Corferias. (Ver figura 7.)

Figura 7. Plan de viaje de los servicios K43 y K98.

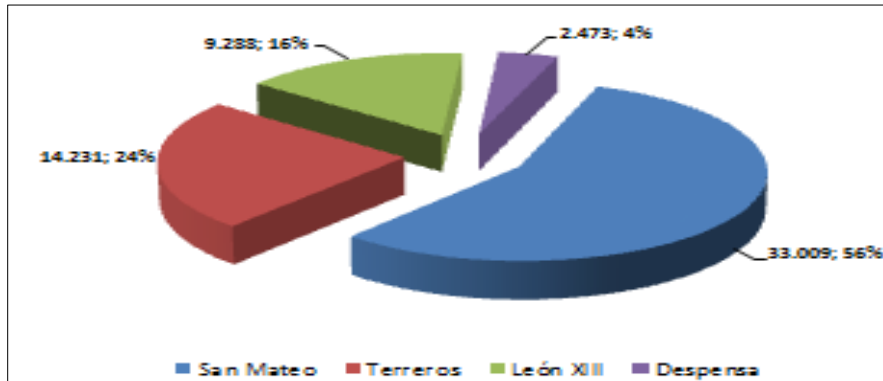


Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2014)

Si bien es cierto que la puesta en marcha de un Sistema de Transporte Masivo como lo es Transmilenio S.A., ayudó a mitigar las necesidades de transporte que se requieren hoy en día, no se puede negar que, a pesar de sus esfuerzos, la demanda de este servicio es cada vez mayor a la oferta, llegando a generar un deterioro en la calidad del mismo y por ende inconformismo por

parte de la ciudadanía. En la gráfica 2 se puede comprender la participación por estaciones de la extensión del Sistema Transmilenio al municipio de Soacha (Ver gráfica 2.):

Gráfica 2. Participación por estaciones de Soacha en un día típico hábil.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2014)

La estación con mayor demanda es San Mateo, que concentra el 56% de las entradas en un día típico hábil, seguida por la estación Terreros con el 24%. Es decir que se presentó una demanda total de 59.009 entradas al Sistema, esto indica que hoy en día ingresan a la estación de San Mateo más usuarios que al Portal 20 de Julio como lo muestra la figura 8:

Figura 8. Estaciones con mayor demanda del Sistema en un día típico hábil.

| Estación | Entradas | % del total |
|------------------------|----------------|--------------|
| Portal del Norte | 108.979 | 5,1% |
| Portal de la 80 | 86.164 | 4,1% |
| Portal de Suba | 77.293 | 3,6% |
| Portal de las Américas | 76.739 | 3,6% |
| Portal del Sur | 71.968 | 3,4% |
| Portal del Tunal | 55.430 | 2,6% |
| Portal de Usme | 57.787 | 2,7% |
| Portal Eldorado | 35.517 | 1,7% |
| Portal 20 de Julio | 25.950 | 1,2% |
| Total | 595.827 | 28,1% |

La demanda un día típico hábil en la estación de San Mateo es de 33.009 Entradas.

La demanda un día típico hábil en el Portal 20 de Julio es de 25.950 Entradas.

Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2014)

Por lo tanto, se puede deducir que la operación es vulnerable a interrupciones debido a las siguientes situaciones que se pueden llegar a presentar por el alto número de pasajeros que se movilizan en las estaciones de: San Mateo, Terreros, León XIII y la Despensa en horas pico (El Tiempo, 2014)³:

- Atrasos en la habilitación de la infraestructura.
- Dificultades en la operación y control de la flota.
- Congestión de las estaciones.
- Inseguridad y falta de cultura ciudadana.
- Acumulación en filas para la compra de pasajes.

³ El Tiempo. (2014). Salidas para cinco problemas críticos en Transmilenio. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.eltiempo.com/bogota/expertos-proponen-solucion-a-problemas-entransmilenio/13619595> [fecha de acceso 5 de enero de 2019].

Aunque Transmilenio S.A., ha venido desarrollando estrategias que permitan satisfacer la demanda de más de 400.000 habitantes del municipio de Soacha con un crecimiento población anual del 12.6% y más de 26.500 viviendas ilegales (Camacho, 2013)⁴, se pueden evidenciar la problemática constante en las estaciones del corredor actual de la autopista Bogotá – Girardot, llegando a generar incomodidad en buses y estaciones, las filas interminables para comprar un pasaje, la escasez de rutas y los retrasos en los intervalos de frecuencia de las mismas.

Figura 9. Congestión en la entrada a Transmilenio en la estación San Mateo, Soacha.



Fuente: Diario ADN de 30 de enero de 2019.

⁴ Camacho, N. (2013). Soacha, Reino de la Supervivencia. El Tiempo. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-132360> [Fecha de acceso 06 de enero de 2019].

Figura 10. Congestión en la entrada a Transmilenio en la estación San Mateo, Soacha.



Fuente: Diario ADN de 30 de enero de 2019.

Figura 11. Congestión en la entrada a Transmilenio en la estación San Mateo, Soacha.



Fuente: Diario ADN de 30 de enero de 2019.

Figura 12. Evidente congestión en las estaciones de Transmilenio en Soacha.



Fuente: Página web RCN Radio 28/01/19.

Figura 13. Evidente congestión en las estaciones de Transmilenio en Soacha.



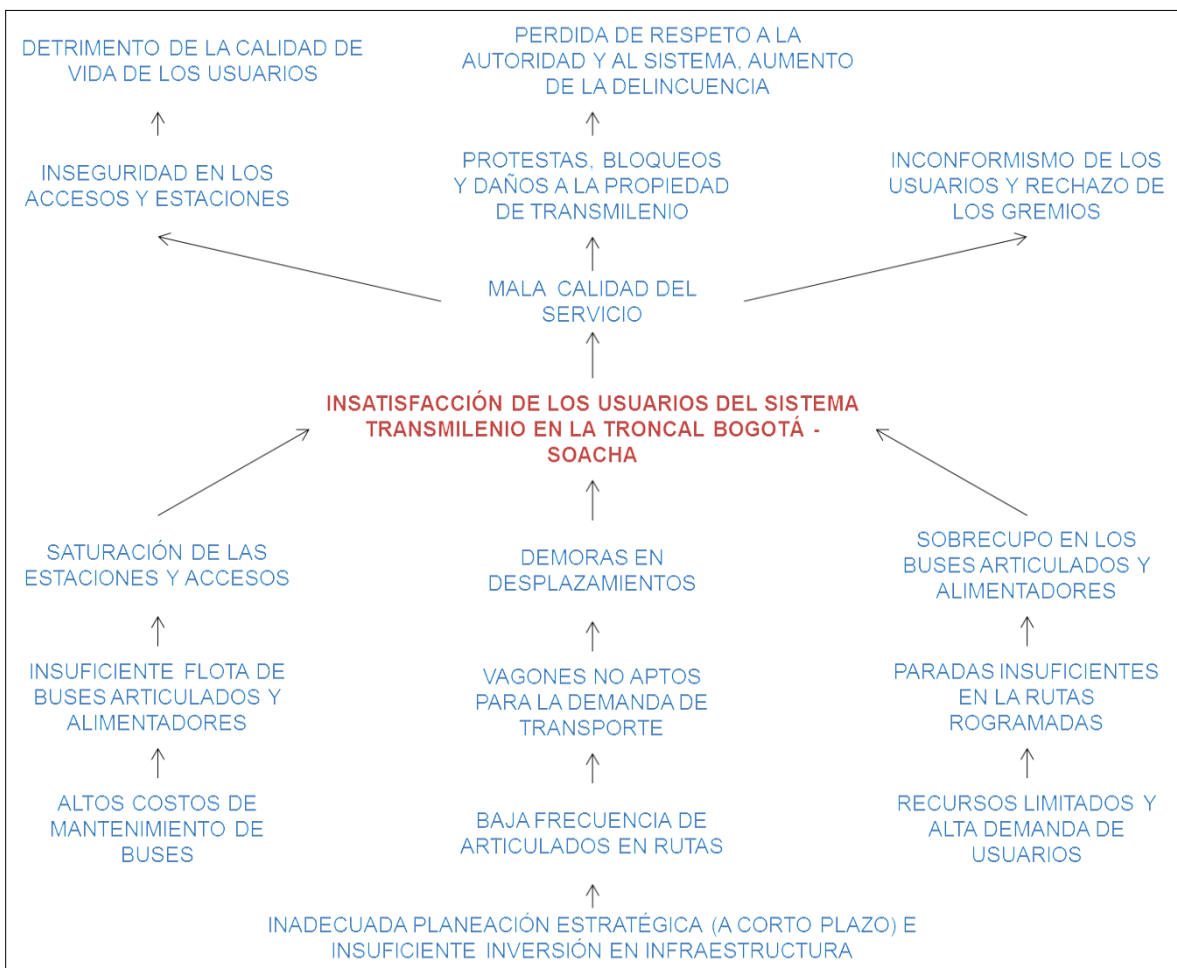
Fuente: Página web RCN Radio 28/01/19.

Se puede deducir que la situación actual de las estaciones de Soacha es crítica debido a que no cuentan ni con la infraestructura, ni la flota para atender la demanda similar a la de un Portal (Ver figura 8.) por lo que es fundamental poder establecer una serie de requisitos mínimos, cuyo

objeto sean mejorar las condiciones del servicio de la extensión del Sistema Transmilenio al municipio de Soacha.

A continuación, se presenta el resultado del análisis basado en la metodología de árbol de problema, propuesta por el Departamento Nacional de Planeación para el estudio de problemáticas de este tipo.

Figura 14. Diagrama de árbol del problema.



Fuente: Los autores. (2019)

De acuerdo con la figura anterior, las principales causas por la cuales no se puede satisfacer la alta demanda de los usuarios del Sistema Transmilenio en la troncal de Soacha son las siguientes:

- Flota insuficiente.
- Sobre costo en el mantenimiento de los buses.
- Vagones no aptos para la demanda.
- Paradas ineficientes en las rutas programadas.
- Frecuencia de los articulados en las rutas.

Ahora bien, todas estas causas repercuten en un número de consecuencias, tales como:

- Colapso de las estaciones.
- Inconformismo.
- Protestas por el servicio.
- Inseguridad en las estaciones.
- Mala calidad del servicio.

Uno de los problemas más importantes que posee Transmilenio S.A., para satisfacer la demanda de los usuarios del Sistema en la troncal de Soacha, es la programación de las rutas que recorren las estaciones de San Mateo, Terreros, Leon XIII y la Despensa, de tal manera que se minimice el tiempo de viaje de los ciudadanos.

Es evidente que Transmilenio S.A., ha sido objeto de estudio en varias oportunidades por diferentes universidades. Sin embargo, a la fecha no se tiene registro de estudios que permitan mejorar la operación de las rutas que se desplazan por el corredor vial de Soacha – Bogotá. Este proyecto pretende diseñar una política pública de operación de transporte para Transmilenio S.A., que permita mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor.

Si se evalúa la calidad del servicio prestado por Transmilenio S.A., desde que inició su operación en la troncal de Soacha, se encuentra que el sistema actual no es el adecuado. Uno de los objetivos principales por los que se creó este sistema de Transporte fue mejorar la movilidad de los ciudadanos, por lo tanto, se hace necesario que las debilidades y fallas en que incurre, deban ser estudiadas y mejoradas.

1.1 Formulación del Problema

¿De qué manera se puede mejorar la política pública de operación de transporte para Transmilenio S.A., que permita mejorar la gestión de la entidad, de manera que se contribuya a una mayor satisfacción por parte de sus usuarios?

1.2 Hipótesis

El diseño de una política pública de operación de transporte para Transmilenio S.A., que mejore la gestión de la gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor vial de Bogotá - Soacha, optimizara la regularidad y control de tiempos de los frecuencia de los

servicios trocales, cultura de uso en el sistema, mantenimiento de la infraestructura y mejoramiento operacional.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar una política pública de operación de transporte para Transmilenio S.A., que permita mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor vial de Bogotá – Soacha.

2.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual en cuanto a la calidad del servicio y programación de las rutas de TRANSMILENIO S.A., que operan en el corredor de Bogotá - Soacha.
2. Determinar cuáles son las variables que inciden en la operación de TRANSMILENIO S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha.
3. Definir una política de operación con base en las variables identificadas que permitan mejorar la calidad del servicio de las rutas de TRANSMILENIO S.A., que operan en el corredor de Bogotá - Soacha.
4. Validar los resultados obtenidos a partir de herramientas cualitativas que evidencien la bondad de la política planteada.

3 Delimitación del Proyecto

El proyecto pretendía identificar las oportunidades de mejora del servicio prestado por Transmilenio S.A., en las rutas que operan en el corredor de Bogotá – Soacha, buscando las causas por las cuales no se ha satisfecho por completo la alta demanda de los usuarios y la forma de minimizar estos riesgos, de modo tal, que se pueda cumplir con el objetivo del proyecto.

3.1 Alcance Temporal

El estudio se llevó a cabo en un período aproximado de seis (06) meses comprendidos entre los meses de noviembre de 2018 y abril de 2019.

3.2 Alcance Geográfico

El desarrollo del proyecto se realizó en la ciudad de Bogotá D.C. y el municipio de Soacha (Cundinamarca).

3.3 Alcance Demográfico

El sistema se proyectó inicialmente para movilizar a 77.534 pasajeros diariamente, pero en un día típico actualmente se encuentra movilizandando aproximadamente 57.000 pasajeros, sin contar con la entrada en funcionamiento de los buses alimentadores de un municipio con más de 400 mil habitantes. El proyecto buscó desarrollar una propuesta que idealmente implementada

logre impactar de forma significativa la población usuaria de Transmilenio en el corredor Bogotá
– Soacha.

4 Marco Metodológico

4.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es de carácter mixto, por cuanto posee elementos de investigación cualitativa y cuantitativa. De la parte cualitativa se contaron con técnicas especializadas para obtener respuesta a fondo acerca del servicio prestado por Transmilenio S.A.

En el proyecto se dieron formas generales características de la investigación cualitativa en las que se utilizó este tipo de investigación, como mecanismo de generación de ideas para mejorar la calidad del servicio prestado por Transmilenio S.A.

En cuanto a componentes cuantitativos, el proyecto se dedicó a recoger, procesar y analizar datos numéricos sobre variables previamente determinadas. Esto le da una connotación que va más allá de un mero listado de datos organizados como resultado, ya que se esperaba que dichos datos se muestren en un informe final, y que se exponga información adicional acerca de las variables medidas.

4.2 Cuadro Metodológico

Teniendo como base los objetivos específicos planteados, este proyecto buscó diseñar una política pública de operación de transporte para Transmilenio S.A., que permita mejorar la

gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor vial de Bogotá – Soacha, para lo cual a continuación se describe la metodología para la investigación y desarrollo del proyecto:

Tabla 2. Cuadro metodológico para la investigación y desarrollo del proyecto.

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | ACTIVIDADES | METODOLOGÍA | RECOLECCIÓN DE DATOS |
|---|--|--|--|
| <p>Realizar un diagnóstico de la situación actual en cuanto a la calidad del servicio y programación de las rutas de TRANSMILENIO S.A., que operan en el corredor de Bogotá - Soacha.</p> | <p>Definir las características principales y necesarias, internas y externas del sistema Transmilenio en el corredor Bogotá-Soacha, que pueden afectar la operación y el ruteo. Establecer con información de Transmilenio los niveles de satisfacción y calidad que percibe el usuario del servicio.</p> | <p>Visitas de campo y recolección de la información necesaria y disponible en los registros históricos, manifiestos, novedades y entrevistando a expertos dentro de la compañía.</p> | <p>Observación Diagrama causa - efecto Encuestas y entrevistas Fuentes de información primaria y secundaria.</p> |
| <p>Determinar cuáles son las variables que inciden en la operación de</p> | <p>Consolidar un listado de variables que inciden en la programación y ruteo del sistema Transmilenio en el corredor Bogotá Soacha.</p> | <p>Se revisa todo el proceso de transporte y las áreas de influencia, se anota que datos son fundamentales y</p> | <p>Diagramas de flujo. Diagrama causa – efecto. Análisis de cuadros de procesos.</p> |

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | ACTIVIDADES | METODOLOGÍA | RECOLECCIÓN DE DATOS |
|---|---|---|---|
| TRANSMILENIO S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha. | | varían la operación del sistema. | Entrevista a los empleados de las áreas involucradas. |
| Definir una política de operación con base en las variables identificadas que permitan mejorar la calidad del servicio de las rutas de TRANSMILENIO S.A., que operan en el corredor de Bogotá - Soacha. | Ajuste de los resultados para la formulación de una propuesta que mejore el desempeño del sistema en el corredor Bogotá Soacha. | Con la política planteada, se determinan los tiempos en la operación y los valores de los parámetros. | Datos estadísticos de los resultados de la investigación. Tablas de comparación. Diagramas de causa y efecto. |
| Validar los resultados obtenidos a partir de herramientas cualitativas que | Divulgar y validar la calidad de la política planteada. | Socialización y sustentación ante el operador de Transmilenio, la programación. | Datos estadísticos de los resultados de la investigación. Documentos de control diseñados para el |

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | ACTIVIDADES | METODOLOGÍA | RECOLECCIÓN DE DATOS |
|--|--|--------------------|---|
| evidencien la bondad de la política planteada. | Análisis de los resultados en términos de las medidas de desempeño operativas del sistema. | | mejoramiento y mitigación de los riesgos. Comparación de los diferentes escenarios |

Fuente: Los autores. (2019)

4.3 Marco Normativo y Legal

Los requisitos legales y normativos existentes en Colombia en lo referente al transporte masivo y público se enmarcan en las siguientes normas vigentes en el país.

- Ley 1083 de 2006. Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1660 de 2003. Por el cual se reglamenta la accesibilidad a los modos de transporte de la población en general y en especial de las personas con discapacidad (Alcaldía de Bogotá, 2003)⁵.
- Decreto 170 de 2001 Por el cual se reglamenta el servicio público de transporte terrestre automotor colectivo metropolitano, distrital y municipal de pasajeros.
- Decreto 3109 de 1997. Reglamenta la habilitación, la prestación del servicio público de transporte masivo de pasajeros y la utilización de los recursos de la Nación, cuyas disposiciones se aplicarán integralmente al servicio público de transporte masivo de pasajeros de que tratan las leyes 86 de 1989, 310 de 1996 y 336 de 1996 (Transmilenio S.A., 2013)⁶.
- Ley 336 de 1996. Adopta el Estatuto Nacional de Transporte, el cual tiene por objeto unificar los principios y criterios para regular y reglamentar el transporte público en sus distintas modalidades y su operación en el territorio nacional.
- Ley 310 de 1996. Modifica parcialmente la Ley 86 de 1989 en relación con los principales aspectos del Transporte Masivo de Pasajeros.

⁵ Alcaldía de Bogotá. (2003). Consulta de la Norma. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8799> [Fecha de acceso 10 de enero de 2019].

⁶ Transmilenio S.A. (2013). Normatividad Nacional. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/normatividad-nacional> [Fecha de acceso 10 de enero de 2019].

5 Marco Referencial

5.1 Antecedentes

En 1967 había en Bogotá 2.679 autobuses urbanos que transportaron, en promedio, 1.629.254 pasajeros por día.

En esta época, cuando la ciudad era de un poco más de un millón de habitantes y tenía 8.000 hectáreas de extensión, el servicio era relativamente razonable y cómodo. Pero a medida que la ciudad creció y llegó a alcanzar más de cinco millones de habitantes y una extensión superior a 30.000 hectáreas, no sólo aumentó sustancialmente el parque automotor hasta alcanzar más de 20.000 vehículos, sino que se multiplicaron la anarquía, el caos, la ineficiencia, la incomodidad y la contaminación (Transmilenio S.A., 2013)⁷.

Desde los años 60 hasta los 90, el transporte colectivo corre, en su gran mayoría, por cuenta de empresarios privados, de manera anárquica, incómoda, costosa e insostenible y que, desde mediados de los 80 y, sobre todo, a finales de los 90, hace crisis.

Esta crisis es fruto de la simple extensión de la ciudad, el aumento de la población y del parque automotor, manteniéndose la infraestructura vial de la época.

⁷ Transmilenio S.A. (2013). Historia de Transmilenio. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/historia> [Fecha de acceso 15 de enero de 2019].

Para finales del siglo XX la situación era crítica. No existía un verdadero sistema de transporte público urbano que sirviera como alternativa al vehículo particular – lo cual incentivaba aún más su uso – y la ciudad registraba bajos niveles de competitividad a nivel latinoamericano y una insatisfactoria calidad de vida de la gran mayoría de sus habitantes.

Las administraciones de los alcaldes Andrés Pastrana (1988-1990) y Jaime Castro (1992-1994), además de la primera de Antanas Mockus (1995 – 1997), formularon propuestas para solucionar el problema de transporte público, con resultados limitados. Fue durante la alcaldía de este último cuando se habló insistentemente de la posibilidad de establecer un sistema de transporte masivo que contribuyera a remediar la problemática de la movilidad en Bogotá.

El alcalde Enrique Peñalosa (1998-2000) incluyó en su programa de gobierno, como proyecto prioritario, ofrecer a la ciudad una solución al problema del transporte público. En consecuencia, en la ejecución del plan de desarrollo “Por la Bogotá que queremos”, en cuanto a movilidad y de manera concreta al proyecto del sistema de transporte masivo, se determinó la construcción de una infraestructura especial destinada de manera específica y exclusiva a su operación, a partir de corredores troncales especializados, dotados de carriles de uso único, estaciones, puentes, ciclorutas y plazoletas de acceso peatonal especial, diseñados para facilitar el uso del sistema a los usuarios.

En consecuencia, y con base en los estudios efectuados durante la primera administración del alcalde Antanas Mockus Šivickas por la Japan International Cooperation Agency (JICA), los cuales determinaron que el metro no era la opción más conveniente a corto plazo, pues sólo a

quince o veinte años se necesitaría una línea y que su costo era diez veces mayor a la alternativa de buses articulados, se decidió, como la solución al problema del transporte público la creación del Sistema Transmilenio, sustentado en cuatro pilares:

- Respeto a la vida, representado en un servicio cómodo, seguro y moderno.
- Respeto al tiempo de la gente, con un sistema de transporte que cumpla estándares mínimos de calidad en cuanto a itinerarios y tiempo de desplazamiento.
- Respeto a la diversidad ciudadana, pues se convertiría en un sistema de transporte en el que converjan las diferentes clases sociales sin preferencias de ninguna clase y, por el contrario, trato igualitario.
- Calidad internacional, cumpliendo con los requisitos mínimos señalados por la ingeniería del transporte para la prestación de un servicio cómodo, seguro y efectivo.

Después de no pocos inconvenientes, entre ellos la oposición de algunos concejales y empresarios del transporte, el Concejo de Bogotá aprobó el proyecto para la creación del sistema por medio del acuerdo 04 de 1999, que autorizó al alcalde mayor, en representación de Bogotá D.C., para participar conjuntamente con otras entidades del orden distrital en la constitución de la Empresa de Transporte de Tercer Milenio, Transmilenio S.A., dada el 13 de octubre de 1999 como sociedad por acciones, bajo la forma de sociedad anónima de carácter comercial con aportes públicos.

Transmilenio S.A., es el ente gestor del Sistema, la entidad encargada de coordinar los diferentes actores, planear, gestionar y controlar la prestación del servicio público de transporte

masivo urbano de pasajeros, y tiene la responsabilidad de la prestación eficiente y permanente del servicio. Es así como el 18 de diciembre de 2000, se inauguró la primera ruta que comenzó a operar con 14 buses entre las calles ochenta y sexta por la troncal de la Caracas. Durante este período se entregaron las troncales: Autonorte, Calle 80 y Caracas.

En el segundo período de administración del Alcalde Antanas Mockus (2001-2003) se incluyó en el plan de desarrollo “Bogotá para vivir todos del mismo lado”, la meta de disminuir en un 20% los tiempos de desplazamiento de las personas en la ciudad y los proyectos prioritarios fueron las tres nuevas troncales de transporte masivo: Américas, NQS y Avenida Suba. Durante la administración del Alcalde Gustavo Petro, entraron a operar las troncales de la Avenida Eldorado y la Carrera 10ª.

Actualmente el sistema cuenta con 115.5 Kms de vía en troncal en operación, 11 troncales en operación, 131 estaciones, 9 portales y 9 patio garajes. Moviliza en promedio 1.926.985 pasajeros diarios cubriendo el 30% de la demanda de transporte público de Bogotá. Además, el Sistema tiene a su servicio 9 cicloparqueaderos con 2.187 puestos en total. Espacios seguros, cómodos y de fácil acceso para todas las personas que utilizan la bicicleta como una alternativa formal de transporte para la movilidad diaria.

Los beneficios del Sistema Transmilenio para la ciudad y sus habitantes son innegables: Hay menos contaminación y más seguridad; se mejoraron notablemente sectores de la ciudad que estaban muy deteriorados; la accidentalidad disminuyó, se redujeron los tiempos de viajes y se mejoró la calidad de vida de todos los ciudadanos.

5.2 Marco Teórico

5.2.1 Sistemas de Transporte Masivo:

Los sistemas de transporte masivo son alternativas de transporte público como respuesta al crecimiento demográfico descontrolado de las ciudades con varios millones de habitantes, a la demanda insatisfecha de transporte público y a las deficiencias de movilidad que genera el transporte colectivo tradicional. Las principales características de este sistema incluyen las siguientes (Transmilenio S.A., 2014)⁸:

- Infraestructura exclusiva: Se crean carriles exclusivos para la circulación de los buses.
- Vehículos de gran desempeño y capacidad: Se utilizan buses articulados con capacidad para 160 pasajeros (O 260 en el caso de los buses biarticulados), con tecnología Euro III o IV, lo cual asegura un estándar de bajas emisiones.
- Reorganización institucional: Se crea o determina un arreglo institucional específico para la gestión, control y operación del sistema.
- Gestión adecuada de la operación: Se establecen parámetros de operación después de una cuidadosa planificación de las características de la demanda del sistema y las necesidades de los viajes de la ciudad.

⁸ Transmilenio S.A. (2014). Características Transporte Masivo. [En línea]. Disponible en la Web: http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/operacion#sthash_3MZih.dpuf [Fecha de acceso 20 de enero de 2019].

- Pago de tiquete en estación: El pago del tiquete fuera de borda hace más rápida la operación del sistema y los tiempos de desplazamiento se reducen de manera considerable (Pardo, 2004)⁹.

5.2.2 Características de la Operación del STM:

Debido a que la prestación del servicio de transporte a través del sistema depende de las necesidades demográficas y económicas del área de impacto, la operación depende en gran medida de la demanda y oferta proyectada, las fuentes, accesos, alimentación del sistema, la variación horaria y el calendario laboral.

Las Empresas Operadoras son las encargadas de comprar y operar los buses troncales, contratar y capacitar los conductores del Sistema. Con el fin de maximizar la eficiencia y la cobertura, el Sistema de operación incluye servicios troncales y servicios alimentadores. Los servicios son provistos por empresas privadas, bajo estrictas condiciones establecidas en contratos de concesión otorgados y de conformidad con un control centralizado.

Los vehículos que se utilizan en los servicios troncales (Articulados) son especialmente diseñados para el transporte público urbano de pasajeros. Tienen una capacidad para 160 personas, mide 18 metros de largo por 2.60 de ancho y cuentan con características mecánicas avanzadas: Suspensión neumática, caja de cambios automática, cuatro (4) puertas de 1.10 metros al lado izquierdo y motores de última tecnología alimentados por Diésel. La puesta en operación

⁹ Pardo, C. (2004). Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina. 1 ed. Santiago de Chile: CEPAL.

de buses biarticulados permite atender los corredores con mayor demanda mejorando los tiempos de atención de los usuarios en las estaciones con mayor afluencia (Transmilenio S.A., 2013)¹⁰.

- **Servicios Alimentadores:** Son rutas provenientes de un área geográfica definida que concentran la demanda de un sector específico hacia el Sistema y se integran al servicio troncal mediante infraestructura física (Estaciones intermedias). Los buses utilizados para esta operación son de capacidad media, adecuados a las condiciones viales y de tránsito que permiten el acceso desde los barrios cercanos al sistema sin pagar doble tarifa.

- **Servicios Expresos:** Son rutas diseñadas para realizar recorridos entre zonas de origen y zonas de destino pre-identificadas a la mayor velocidad posible. Para este efecto, el servicio troncal expreso no se detiene en todas las estaciones que encuentra a su paso sino únicamente en aquellas designadas.

El sistema de recaudo para el acceso al sistema de transporte masivo está compuesto por:

- **Taquillas en las estaciones del Sistema:** Puntos de venta ubicados en los accesos de las estaciones del sistema, donde el usuario puede recargar las tarjetas habilitadas.

- **Puntos de venta externos:** Ubicados en establecimientos comerciales y grandes superficies, cuentan con atención personalizada para la recarga de todas las tarjetas habilitadas del Sistema.

- **Terminales de Carga Automática de Tarjeta Inteligente:** Son dispositivos que permiten al usuario cargar de manera automática sus tarjetas.

¹⁰ Transmilenio S.A. (2013). Operación. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/operacion#sthash.9qm3MZih.dpuf> [Fecha de acceso 30 de enero de 2019].

- Terminales de carga móviles: Son dispositivos portátiles atendidos por un taquillero donde el usuario puede cargar las tarjetas habilitadas.
- Torniquetes o máquinas registradoras (Barreras de control de acceso), ubicadas en los accesos de las estaciones para validar las tarjetas.
- Sistemas y equipos para procesamiento y transmisión de datos de recaudo (Transmilenio S.A., 2013)¹¹.

5.2.3 Programación de Transporte Masivo:

Diversos autores han desarrollado herramientas y metodologías recomendables para mejorar la programación de rutas de transporte público, analizando factores como el diseño de la red de rutas, el cálculo de frecuencias y horarios de despacho, la asignación de flota en distintos períodos y la asignación de personal y recursos disponibles. En el caso de (Riaño y Acero, 2005)¹², los cuales diseñan un modelo de optimización con Programación Lineal para generar un plan de despacho de buses urbanos en una sola ruta de buses, considerando factores estocásticos como los tiempos de viaje y la demanda.

Otros autores han desarrollado Métodos matemáticos para determinar las frecuencias y horarios de despacho de buses se discuten en (Thoft-Christensen, 1984)¹³, (Furth, 1980)¹⁴,

¹¹ Transmilenio S.A. (2013). Sistema de Recaudo. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/sistema-de-recaudo#sthash.Ac0aBR6S.dpuf> [Fecha de acceso 05 de febrero de 2019].

¹² Riaño, G. y Acero, J. (2005). Implementación y análisis de un modelo estocástico de despacho de vehículos de transporte masivo. Tesis de Maestría. Universidad de los Andes.

¹³ Thoft-Christensen, P. (1984). System Modelling and Optimization. 1 ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

¹⁴ Furth, P. (1980). Setting frequencies on bus routes. 1 ed.

(Koutsopoulos, 1976)¹⁵ y (Ceder, 2007)¹⁶. El modelo de Koutsopoulos trata el envío de buses como un flujo y utiliza cálculo de variaciones para encontrar el plan de despacho óptimo, el autor trabajó con base en el problema de los horarios de llegada de los pasajeros en función del tiempo, explicando que en zonas de mayor demanda las frecuencias suelen ser altas y por tanto la espera se reduce a minutos. Furth presenta un problema no lineal que maximiza una función de bienestar social sujeta a restricciones de flota, subsidio y niveles de carga. Ceder usa programación entera junto con heurísticos para construir un programa de despachos cuando la flota es restringida, ellos utilizan una función escalonada para reducir al mínimo el número de vehículos en horario determinado de ida y vuelta que se requieren para garantizar la operación; determinando la **función de déficit** de diversas estaciones o terminales, con los cual se calcula el mínimo tamaño de la flota de buses, el cual es la suma de todas funciones de déficit de las terminales.

Otra propuesta relacionada es la de (Mayorga y Moscoso, 2011)¹⁷ los cuales emplean simulación para evidenciar los principales bucles de realimentación, demoras y la relación de proporcionalidad entre las variables, ayudando a percibir los elementos de la estructura que se encuentran detrás de la problemática y los puntos donde se pueden generar apalancamientos.

¹⁵ Koutsopoulos, K. (1976). Modeling mass transit impact on urban land values. 1 ed. Iowa City: University of Iowa.

¹⁶ Ceder, A. (2007). Transit Service and Operations Planning. 1 ed. Kidlington, GBR: CRC Press.

¹⁷ Mayorga, O. y Moscoso, J. (2011). Modelado de sistemas de transporte masivo empleando dinámica de sistemas: Caso Transmilenio S.A. Tesis de Grado. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.

5.3 Marco Conceptual

En la ejecución de las actividades con el fin de diseñar una política pública de operación de transporte para Transmilenio S.A., que permita mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor vial de Bogotá – Soacha; fue necesario definir conceptos complejos que delimitan el estudio y deben manejarse adecuadamente, estos se tomaron de los decretos 3109 de 1997 y 170 de 2001:

- **Demanda insatisfecha de transporte:** Es el número de pasajeros que no cuentan con servicio de transporte para satisfacer sus necesidades de movilización dentro de un sector geográfico determinado y corresponde a la diferencia entre la demanda total existente y la oferta autorizada:
- **Demanda total existente de transporte:** Es el número de pasajeros que necesita movilizarse en una ruta o un sistema de rutas y en un período de tiempo (Ministerio de Transporte, 2001)¹⁸.
- **Frecuencia de despacho:** Es el número de veces por unidad de tiempo en que se repite la salida de un vehículo en un lapso determinado.
- **Nivel de servicio:** Son las condiciones de calidad bajo las cuales la empresa presta el servicio de transporte, teniendo en cuenta las especificaciones y características técnicas, capacidad, disponibilidad y comodidad de los equipos, la accesibilidad de los usuarios al servicio, régimen tarifario y demás circunstancias que previamente se consideren determinantes, tales como paraderos y terminales.

¹⁸ Ministerio de Transporte. (2001). Decreto 170 de 2001. Bogotá D.C., p 2 – 3.

- Oferta de transporte: Es el número total de sillas autorizadas a las empresas para ser ofrecidas a los usuarios, en un período de tiempo y en una ruta determinada:
- Transporte masivo de pasajeros: Se entiende por transporte masivo de pasajeros el servicio que se presta a través de una combinación organizada de infraestructura y equipos, en un sistema que cubre un alto volumen de pasajeros y da respuesta a un porcentaje significativo de necesidades de movilización (Congreso de la República, 1997)¹⁹.

5.4 Muestreo Estadístico

Es el proceso mediante el cual se infieren las características del todo (población) a partir de las características de una parte (muestra). Toda descripción de una población a partir de los elementos de una muestra es siempre una descripción aproximada, al no haber tenido en cuenta todos los elementos del colectivo que se quiere conocer.

La precisión alcanzada en el conocimiento de la población es tanto mayor cuanto más elevado sea el tamaño de la muestra, pero a su vez más elevado será también el coste que la obtención de la misma comporta. La muestra se utiliza para investigar, inferir o descubrir las características de la población.

El problema de la inferencia estadística se suele abordar de dos formas diferentes:

¹⁹ Congreso de la República. (1997). Decreto 3109 de 1997. Bogotá D.C., Artículo 03.

- a) La teoría de la estimación.
- b) La teoría de la verificación o contrastación de hipótesis.

Según la primera de dichas teorías, los parámetros o características poblacionales se estiman a partir de los correspondientes valores muestrales, mientras que según la segunda se formula una hipótesis acerca de dicho parámetro o característica poblacional y luego se toma una muestra para contrastar o verificar dicha hipótesis.

En lugar de estimar la característica o valor poblacional por medio de un solo número (estimación puntual), lo que se hace es estimar dos números que definen un intervalo, dentro del cual se encontrará el valor poblacional con una probabilidad dada (estimación por intervalos)²⁰.

²⁰ Economía 48. (2006). Muestreo Estadístico. [En línea]. Disponible en la Web <http://www.economia48.com/spa/d/muestreo-estadistico/muestreo-estadistico.htm> [Fecha de acceso 10 de febrero de 2019].

Capítulo II Diagnostico de la Situación Actual

6 Diagnóstico de la Situación Actual

Para determinar la situación de la calidad del servicio y programación de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha, se realizó en primera instancia, una revisión en las fuentes secundarias de información, que permitieran dar cuenta de cómo se percibe la calidad del servicio desde dentro y fuera del Sistema. Seguidamente se realizó una encuesta a usuarios de los servicios troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico en el corredor, en relación con la calidad del servicio y programación de las rutas.

La extensión del Sistema Transmilenio al municipio entró en funcionamiento el 27 de diciembre de 2013. Actualmente cuenta con una flota de hasta 75 biarticulados por ruta en hora pico. Se manejan 3 servicios en hora pico, las rutas G43 y G44 funcionan de lunes a sábado de 5 A.M. a 11 P.M., y la ruta G45 funciona de lunes a sábado de 5 A.M. a 8:30 A.M. Todos los servicios salen de la estación intermedia San Mateo. (Ver figura 15.)

Figura 15. Estación Intermedia San Mateo.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2016)

Con el fin de establecer la calidad del servicio y programación de las rutas de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá - Soacha, a continuación, se presentan los tiempos de trayecto de las rutas que operan en hora pico, de acuerdo con las estaciones de parada, desde la estación de San Mateo hasta la estación Bosa Estación. (Ver tabla 3.)

Los tiempos presentados se establecieron mediante la realización de viajes en hora pico a cada estación, saliendo de la estación San Mateo a cada una de las estaciones hasta llegar a la estación Bosa Estación.

Tabla 3. Tiempos de trayecto entre estaciones de Transmilenio S.A.

| HORA PICO | | |
|------------------|----------------|--|
| RUTA | PARADAS | MINUTOS DE TRAYECTO ENTRE ESTACIONES APROX. |
| G43 L-S | San Mateo | 1 Minuto |
| | Terreros | 1 Minuto |
| | León XIII | 1 Minuto |
| | La Despensa | 1 Minuto |
| | Bosa Estación | No Para |
| G44 L-S | San Mateo | 1 Minuto |
| | Terreros | 1 Minuto |
| | León XIII | No Para |
| | La Despensa | No Para |
| | Bosa Estación | 1 Minuto |
| G45 L-S | San Mateo | 1 Minuto |
| | Terreros | 1 Minuto |
| | León XIII | 1 Minuto |
| | La Despensa | 1 Minuto |
| | Bosa Estación | 1 Minuto |

Fuente: Los autores. (2019)

De acuerdo con información suministrada por Transmilenio S.A., la frecuencia del tiempo de arribo a cada estación de los biarticulados es de 5 minutos en hora pico, lo que implica que el

tiempo de espera de los usuarios dentro de la estación puede llegar a ser de 4:59 minutos en cada viaje, dependiendo la hora de ingreso a la estación de origen.

Sin embargo, cada usuario en hora pico puede llegar a esperar cerca de 20 minutos para su ingreso al biarticulado. Esto se afirma con base en la observación directa realizada dentro de las estaciones de este corredor, en hora pico. La demora se da por varias razones, la principal es que si bien de acuerdo con la información de Transmilenio S.A., el arribo de cada biarticulado es de cada 5 minutos, la cantidad de usuarios que ingresa especialmente en hora pico es muy alta, generando congestión y aglomeramiento de los pasajeros.

Se debe tener en cuenta que la calidad del servicio para el caso que compete a esta investigación, tiene que ver con la percepción que tienen los usuarios en cuanto a seguridad, tiempos de espera, calidad de los buses, reducción de tiempos de llegada a su destino, comodidad en su viaje y precio. Teniendo en cuenta estos factores, se realizaron encuestas a los usuarios del Sistema Transmilenio en el corredor Bogotá - Soacha, que se movilizan en las horas pico establecidas por Transmilenio S.A. (Ver figura 16.)

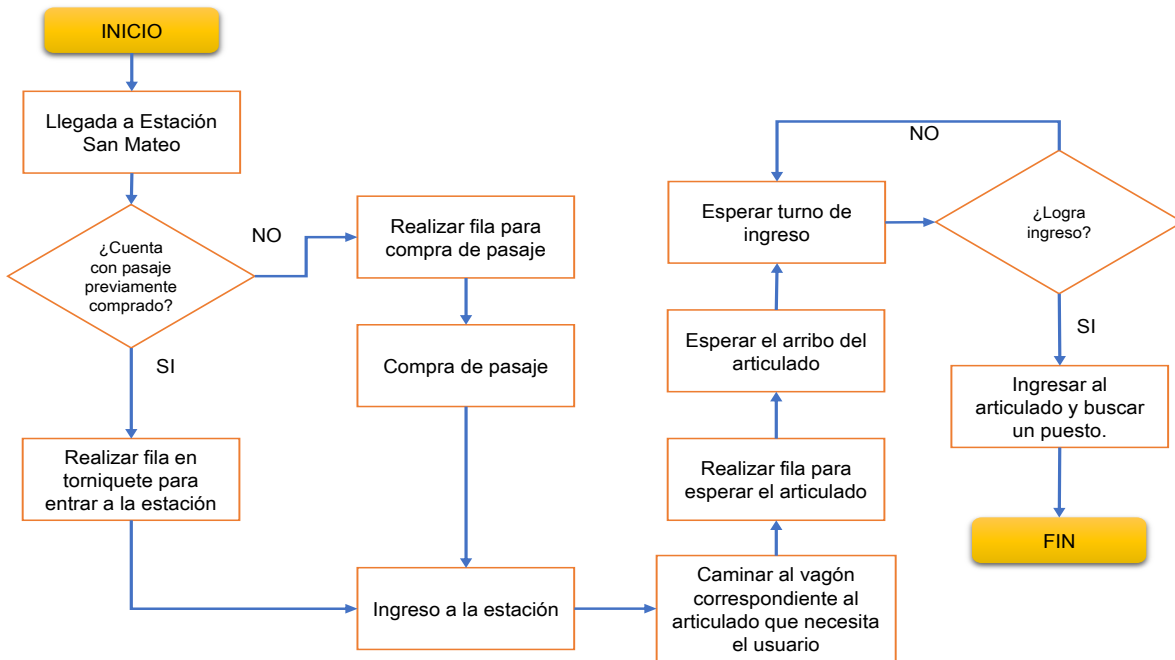
Figura 16. Horas pico y valle establecidas para Transmilenio S.A.



Fuente: Diario EL TIEMPO 30 de abril de 2015.

El proceso de ingreso a las estaciones de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha, que deben realizar los usuarios para utilizar los servicios trocales, se presenta en la figura 17.

Figura 17. Diagrama de flujo.



Fuente: Los autores. (2019)

Partiendo de la información suministrada por Transmilenio S.A., se estableció el tamaño mínimo de la muestra para la realización de las encuestas, este se calculó de acuerdo con la fórmula de (Mateu y Casal, 2003)²¹, para calcular el tamaño de la muestra cuando no se conoce la población:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1 - p)}{e^2}$$

²¹ Mateu, E. y Casal, J. (2003). Tamaño de la muestra. *Epidem. (1)*. p. 8-14.

Donde:

Z = Es 1.96 para una confianza del 95%, para fenómenos de ocurrencia del 50%.

p = Es la proporción esperada del 19%, de acuerdo con los resultados de la encuesta de percepción ciudadana (Cartilla de resultados encuesta de percepción ciudadana, 2015)²².

e = Es la precisión para un error muestral máximo del 3%,

A continuación, se presentan los cálculos realizados:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.19 \times (1 - 0.19)}{0.03^2}$$

$$n = \frac{3.84 \times 0.19 \times 0.81}{0.0009}$$

$$n = 656,9$$

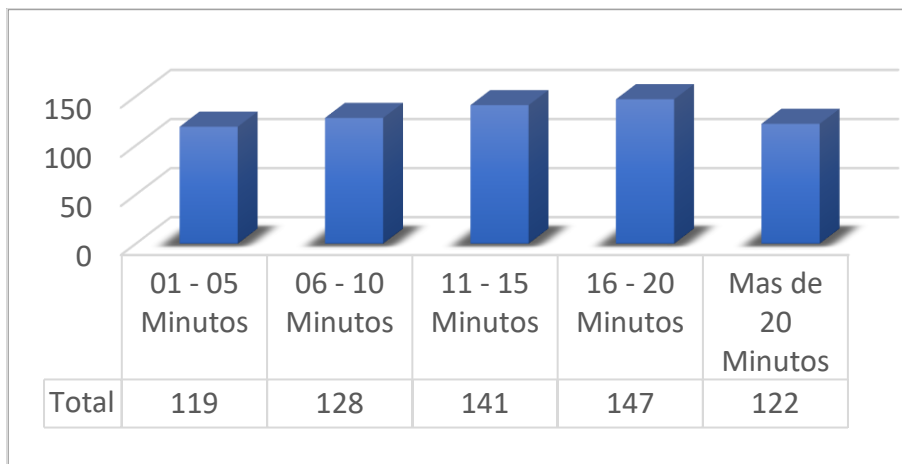
El resultado de la muestra fue de 656.9, lo que se aproximó a 657, al ser el número mínimo de las encuestas que se requiere para identificar las variables que inciden en la prestación del servicio en el corredor. La realización de las encuestas se ejecutó de forma aleatoria, en las estaciones y cara a cara, con los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha.

Para ver el formato de encuesta y su ficha técnica (Ver el Anexo 1.), los resultados de la encuesta realizada se presentan a continuación.

²² Cartilla de resultados encuesta de percepción ciudadana. (2015). [Cartilla] Bogotá Como Vamos. Bogotá D.C.

A la pregunta: ¿Cuánto se demora aproximadamente en pasar un biarticulado en esta estación?, podemos identificar que una tercera parte de los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha, se demoran más de 15 Minutos esperando el servicio que necesitan, con lo cual se puede concluir que uno de los aspectos a mejorar, es el tiempo de las frecuencias en la programación de las rutas que operan por este corredor. Los resultados se presentan en la gráfica 3.

Gráfica 3. ¿Cuánto se demora en pasar un biarticulado en la estación?



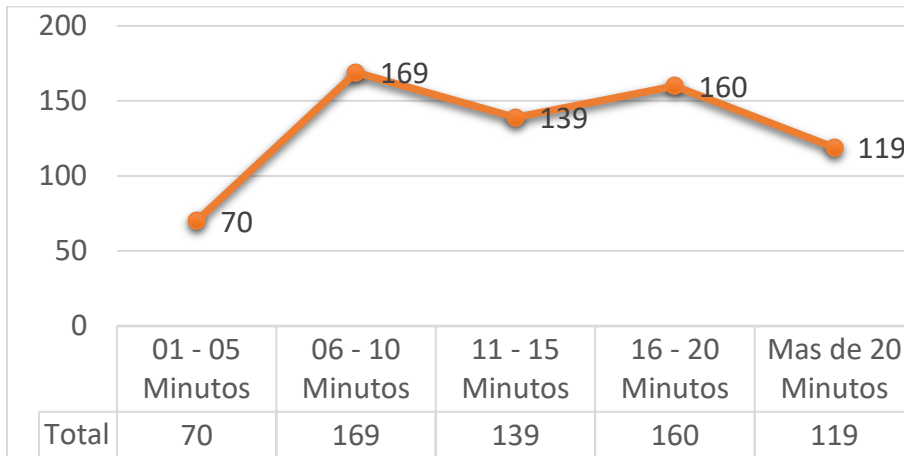
Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 2.)

A la pregunta ¿Cuánto se demora en subirse al biarticulado desde su ingreso a la estación?, identificamos otra de las falencias que encontramos en la programación de las rutas que operan por este corredor, es la inadecuada infraestructura para atender la demanda habitual, lo cual

repercute en el aumento de los tiempos que demoran los usuarios para tomar el servicio que requieren, dentro de un lapso razonable de espera. Los resultados se presentan en la gráfica 4.

Gráfica 4. ¿Cuánto se demora en subirse al biarticulado desde su ingreso a la estación?

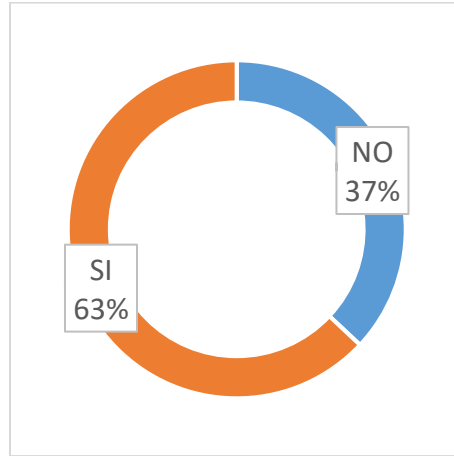


Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 2.)

A la pregunta ¿Conoce el horario en que pasa la ruta fácil G45?, encontramos que, si bien es cierto que Transmilenio S.A., tiene varios aspectos por mejorar, es importante resaltar los esfuerzo que hace para mantener informados a los usuarios sobre los horarios de servicio de cada una de las rutas, esto permite distribuir de una mejor manera la demanda en el corredor. Los resultados se presentan en la gráfica 5.

Gráfica 5. ¿Conoce el horario en que pasa la ruta fácil G45?

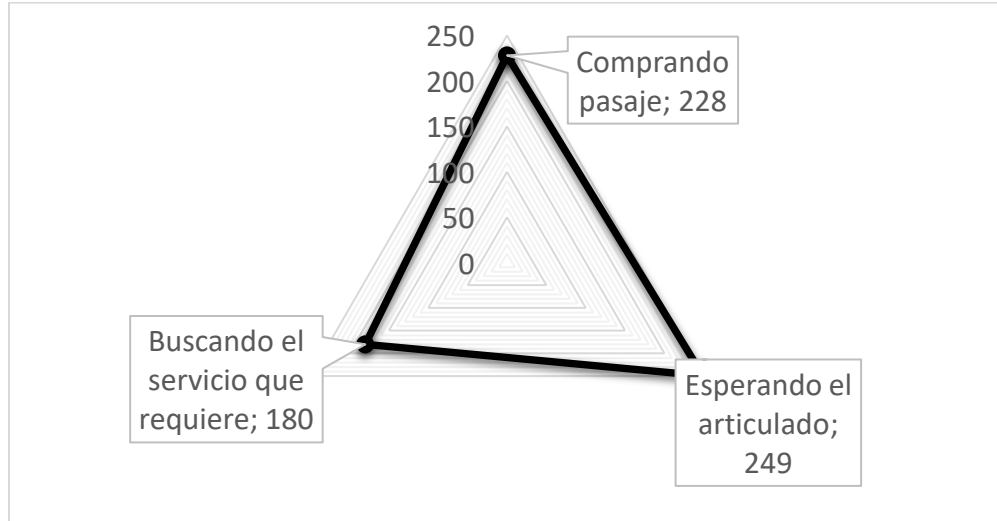


Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 2.)

A la pregunta ¿En qué actividad gasta mayor tiempo para llegar a su destino?, encontramos que, a pesar de las dificultades que tiene Transmilenio S.A., en la prestación del servicio troncal en el corredor, se pueden identificar otras fallas en relación con los usuarios, como lo son: no comprar los pasajes con anterioridad a la hora pico, lo cual genera un mayor tiempo de espera en la fila para ingresar a la estación y también al no planear el recorrido de su viaje, origina demoras, perjudicando la percepción de la prestación del servicio. Los resultados se presentan en la gráfica 6.

Gráfica 6. ¿En qué actividad gasta mayor tiempo para llegar a su destino?

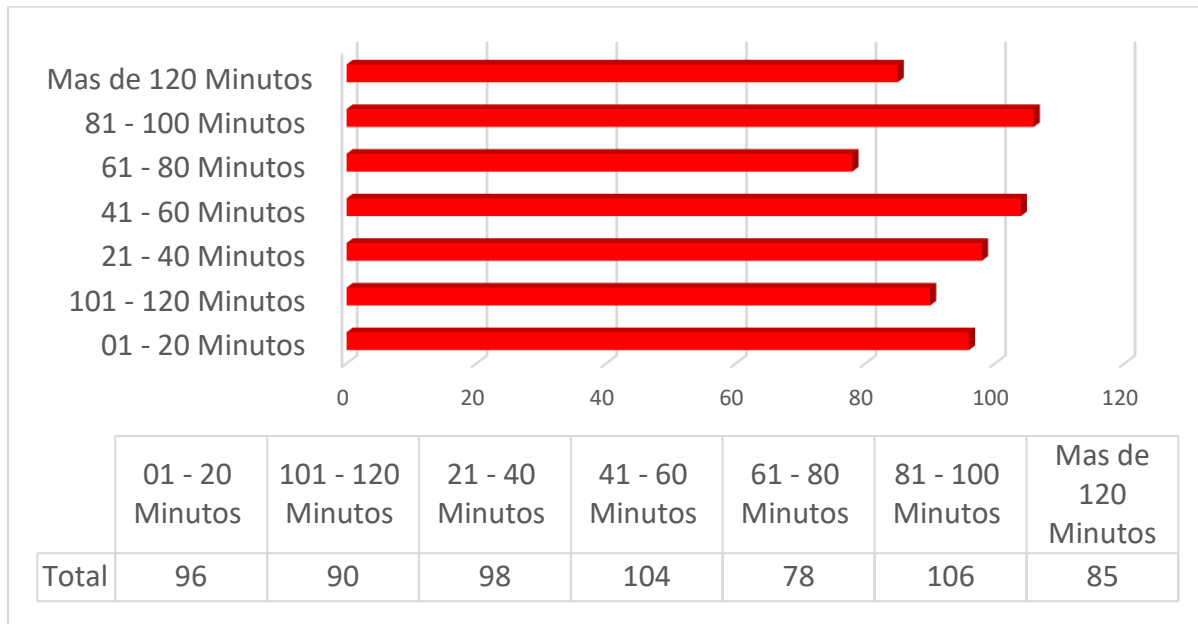


Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 2.)

A la pregunta ¿Cuánto tiempo de viaje le ha ahorrado Transmilenio desde su inicio en Soacha?, podemos observar que, con la llegada de Transmilenio S.A., a Soacha, los tiempos de viaje se han reducido para todos los Usuarios de los Servicios, generando así una mayor demanda día a día y por lo tanto podemos concluir que el sistema no está preparado para satisfacer las necesidades de transporte al 100%, en su estado actual. Los resultados se presentan en la gráfica 7.

Gráfica 7. ¿Cuánto tiempo de viaje le ha ahorrado Transmilenio desde su inicio en Soacha?



Fuente: Los autores. (2019)

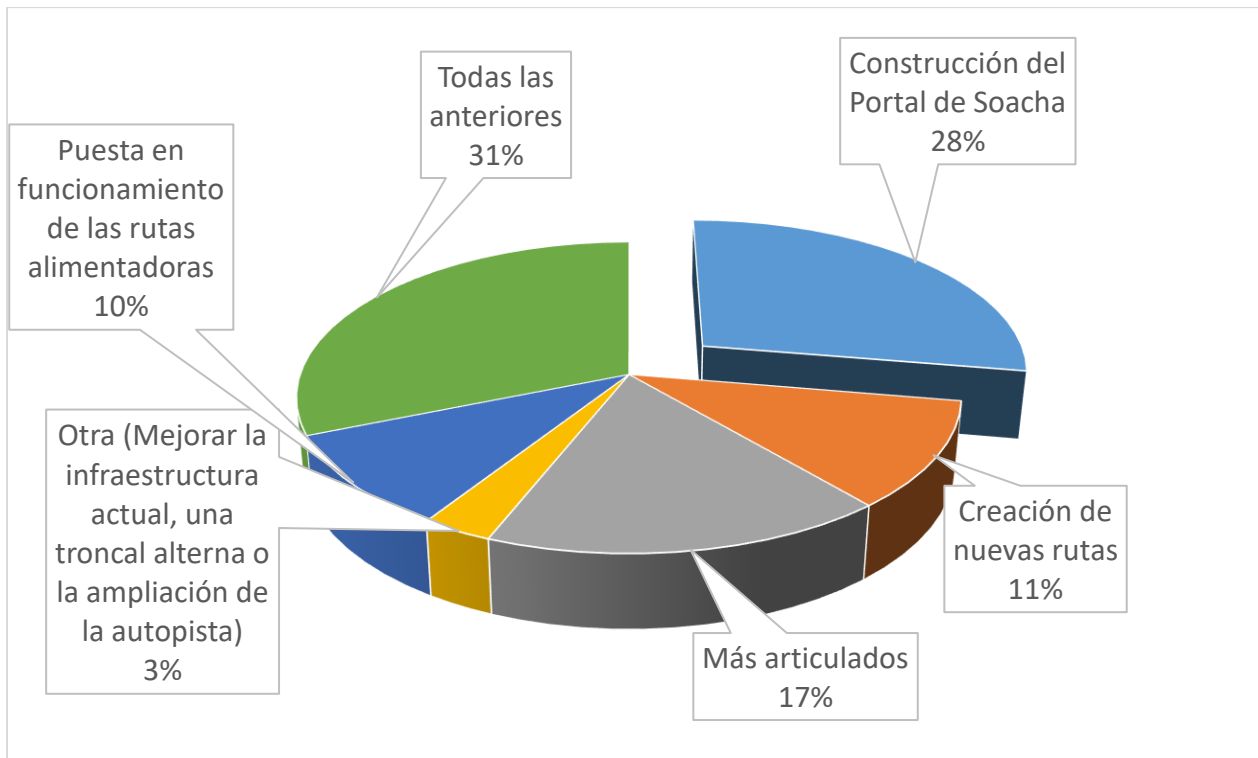
Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 2.)

A la pregunta ¿Qué acciones disminuirían tiempo en el servicio prestado en el corredor Bogotá – Soacha?, con base en los resultados a esta pregunta, se pueden elaborar alternativas para la mejora de la capacidad del Sistema en el corredor Bogotá – Soacha, a Corto Plazo y Mediano Plazo:

A Corto Plazo: Regularidad y control de tiempos de frecuencia de los servicios troncales, cultura de uso en el sistema y mantenimiento de la infraestructura.

A Mediano Plazo: Optimización de tránsito en sectores críticos, rediseño funcional de las estaciones, aumento de la capacidad en estaciones claves, estudio de vehículos, estudio de acceso, información al usuario y ampliar el carril exclusivo. Los resultados se presentan en la gráfica 8.

Gráfica 8. ¿Qué acciones disminuirían tiempo en el servicio prestado en el corredor Bogotá – Soacha?

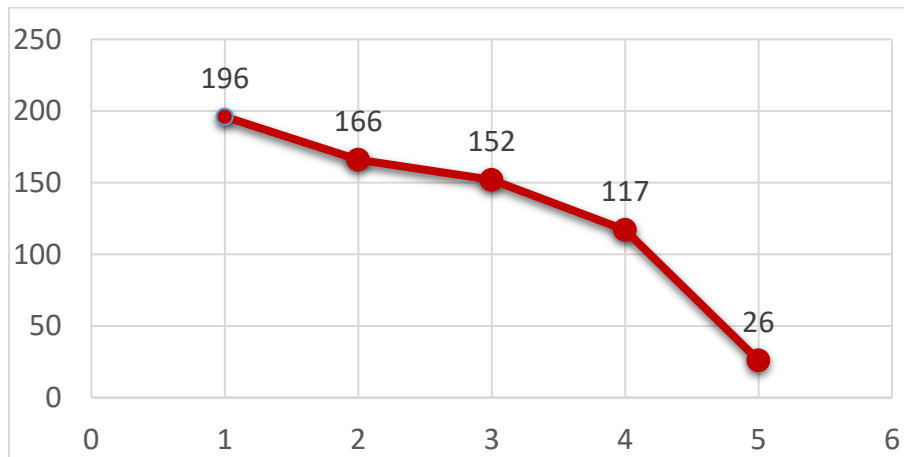


Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 2.)

A la pregunta ¿Califique de 1 a 5, siendo 5 la nota más alta, la calidad del servicio de Transmilenio S.A., en Soacha?, identificamos que la calidad del servicio es una variable que está muy ligada a la regularidad con la cual los buses de un servicio llegan a diferentes estaciones o puntos del recorrido. En otras palabras, la regularidad está sujeta a la puntualidad, la adherencia a la programación y al porcentaje de viajes en cada ruta. Una alta irregularidad afecta directamente a otras variables como los son la capacidad y la eficiencia del sistema, lo cual se ve reflejado actualmente en la calificación de la calidad del servicio prestado Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha. Los resultados se presentan en la gráfica 9.

Gráfica 9. ¿Califique de 1 a 5, siendo 5 la nota más alta, la calidad del servicio de Transmilenio S.A., en Soacha?

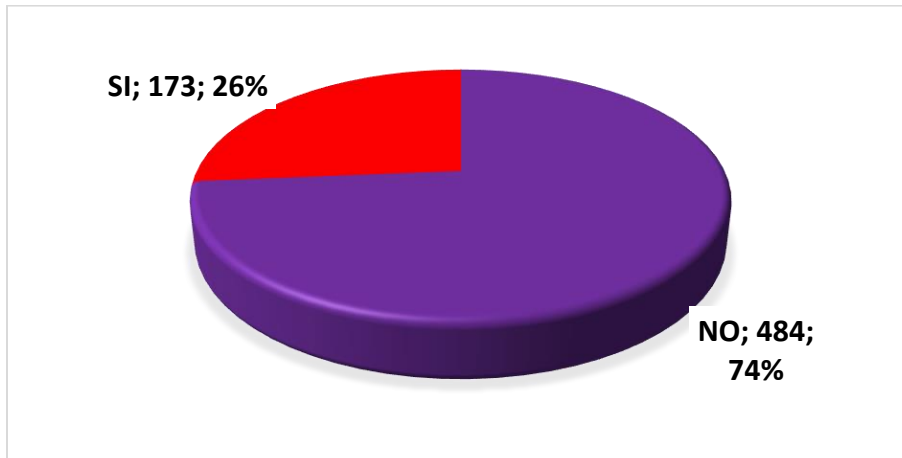


Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 2.)

A la pregunta ¿Cree Ud. que los biarticulados que funcionan en Soacha, son suficientes?, identificamos que la irregularidad en los intervalos implica una mayor variabilidad en el tiempo de ciclo de los servicios, lo cual pueden generar un mayor requerimiento de flota para mantener los niveles de servicio constantes. Los resultados se presentan en la gráfica 10.

Gráfica 10 ¿Cree Ud. que los biarticulados que funcionan en Soacha, son suficientes?



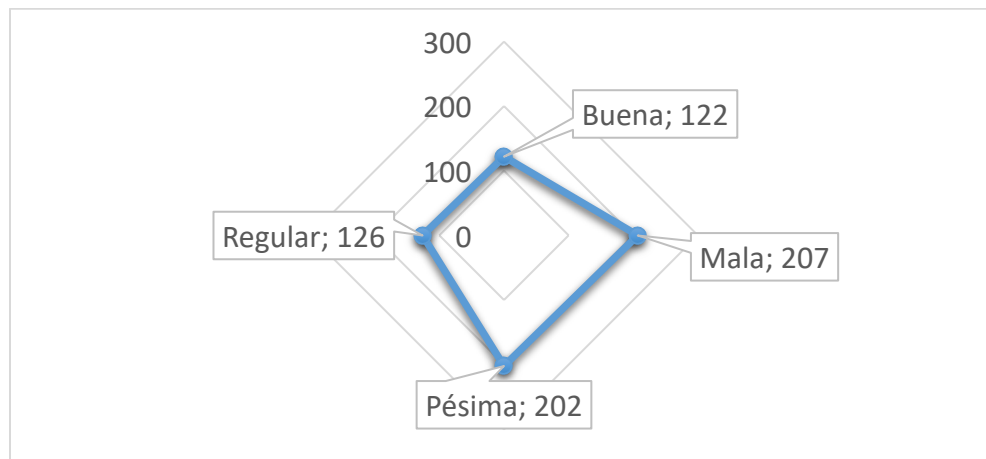
Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 2.)

A la pregunta ¿Cuándo sube a un biarticulado de Transmilenio, su percepción del servicio es?, identificamos que, sobre esta variable, es importante tener presente que generalmente el tiempo de espera es penalizado altamente por el usuario. Si a esto se le adiciona una situación de congestión, la percepción de nivel de servicio disminuirá notoriamente, como lo muestra la gráfica 11.

En este sentido, en la medida que se logren ampliar las zonas de espera dentro de las estaciones, disminuirá la congestión y se esperaría que la percepción de calidad de servicio también mejore, adicionalmente, al contar con un mayor espacio de espera, se hará más factible mejorar la operación peatonal al interior de las estaciones, permitiendo por ejemplo generar filas por servicio y/o diferenciar espacios de salida y entrada. Todo esto con miras a mejorar el buen uso del Sistema y la cultura del usuario.

Gráfica 11 ¿Cuándo sube a un biarticulado de Transmilenio, su percepción del servicio es?



Fuente: Los autores. (2019)

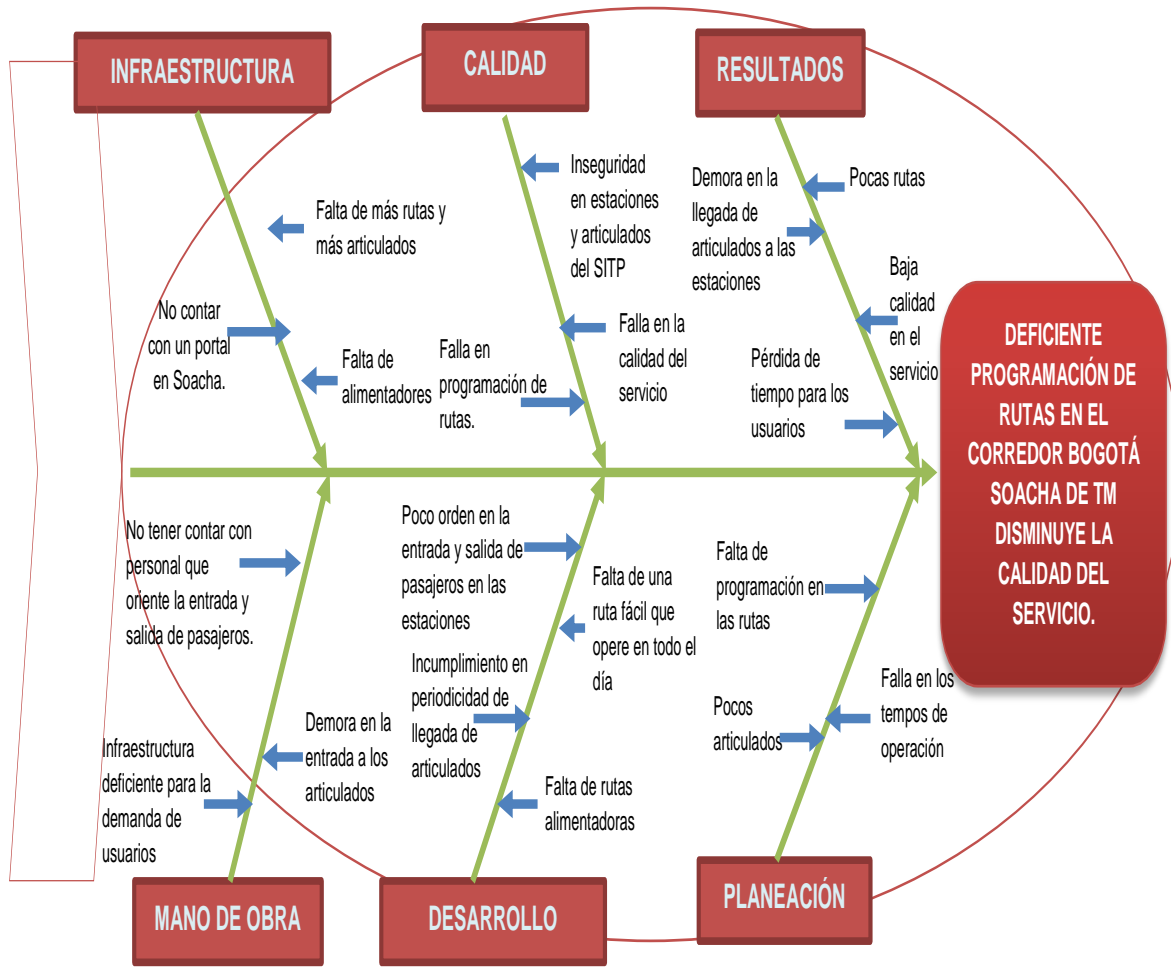
Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los usuarios en hora pico de los servicios troncales de Transmilenio S.A., en el Corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 2.)

Partiendo de las respuestas de los usuarios recopiladas por las encuestas realizadas y la información recolectada en cuanto a los tiempos de trayecto entre estaciones de las tres rutas que operan en hora pico en el corredor Bogotá – Soacha, y la frecuencia de arribo de biarticulados a las estaciones de San Mateo, Terreros, León XIII, La despensa y Bosa Estación, que es según

datos suministrados por Transmilenio S.A., en hora pico de cada 5 minutos, se presenta el diagrama de causa - efecto propuesto por Kaoru Ishikawa.

Se encontró que los mayores problemas tienen que ver con las demoras para ingresar a los biarticulados, la cual tiene que ver con la falla en la programación de rutas. Dicha falla se fundamenta en dos factores importantes, el primero es la falta de biarticulados, así como las escasas rutas existentes, esto genera descontento en los usuarios y poco rendimiento en sus viajes, es decir que las personas realmente no disminuyen sus tiempos de viaje, pues la espera para entrar a un biarticulado en hora pico puede ser de hasta 20 minutos, esto sumado a las largas filas para el ingreso y compra de pasajes. Por lo que en la figura 18, se presenta como problema la deficiente programación de rutas troncales en el corredor Bogotá - Soacha de Transmilenio S.A., con sus respectivas causas.

Figura 18. Diagrama causa - efecto.



Fuente: Los autores. (2019)

Tal como se observa en la figura 18, los principales problemas relacionados con la mano de obra, es no contar con personal que oriente la entrada y salida de pasajeros, generando congestión en este proceso y la obstrucción de las puertas de los biarticulados, permitiendo el ingreso desordenado. Por otro lado, cuando se pensó en poner en funcionamiento este corredor, se planteó una demanda diaria estimada de 32.383, sin embargo, en la actualidad, se tiene una demanda de 57.003 pasajeros en el día, lo que presenta un problema de sobrecupo, lo que

representa un problema estructural que no logra la cobertura en los estándares esperados, disminuyendo la calidad del servicio y aumentando el descontento de los pasajeros.

De igual manera, se encuentra que la falta de biarticulados es un problema crucial, pero más aún, existe un problema en la programación de rutas, por lo que se genera congestión, demora en los arribos de biarticulados.

Capítulo III Variables que Inciden en la Operación de Transmilenio S.A., en el Corredor de Bogotá – Soacha

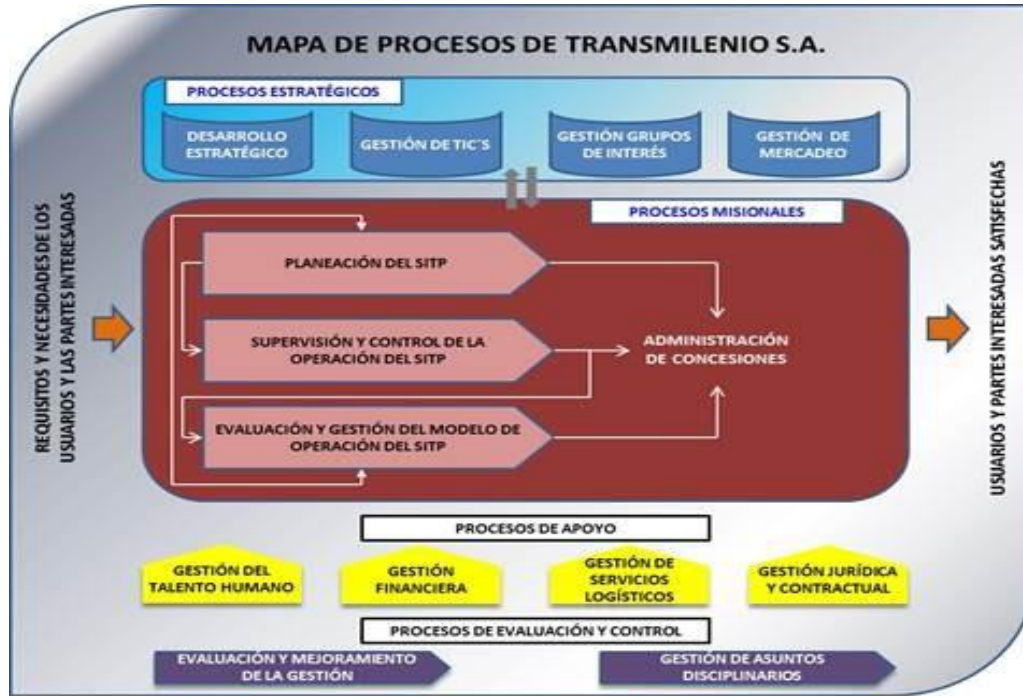
7 Variables que Inciden en la Operación de Transmilenio S.A., en el Corredor de Bogotá – Soacha

Para determinar las variables que inciden en la operación de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá - Soacha, se realizó un diagrama de flujo acerca de cómo se realiza la programación de las rutas, para presentar seguidamente el análisis de los cuadros de procesos y finalmente definir las variables.

Con el fin de establecer la manera como se realiza el control operacional de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá - Soacha, se hace necesario conocer el mapa de procesos de la entidad, el cual se observa en la figura 19.

El mapa de procesos de Transmilenio S.A., permite determinar a qué procesos misionales les corresponde la programación y control de las rutas en el corredor Bogotá - Soacha, por lo que es en donde la atención se centrará, para determinar las variables.

Figura 19. Mapa de procesos de Transmilenio S.A.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2019)

Cada proceso, se corresponde con alguna dependencia de la empresa, por lo que en la figura 20 se presenta el organigrama de Transmilenio S.A.

Figura 20. Organigrama de Transmilenio S.A.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2019)

Como se observó en la figura 19, los procesos misionales se componen por:

- Planeación del SITP.
- Supervisión y control de la operación del SITP.
- Evaluación y gestión de modelo de operación del SITP.

Estos procesos son los que interfieren directamente en el control operacional de las rutas troncales en el corredor Bogotá - Soacha. Los tres procesos, se encuentran a cargo de la Gerencia de integración de Transmilenio S.A.

El proceso de planeación del SITP, tiene por objetivo planear y diseñar el Sistema de Transporte Público con base en los estudios de proyección de demanda, planes estratégicos de crecimiento del Sistema de Transporte Público (Cartilla sistema integrado de gestión de calidad, 2009)²³.

El proceso de Supervisión y control de operaciones, cuenta con los siguientes Subprocesos:

- Programación y control de la operación.
- Verificación cumplimiento de estándares de servicio, de mantenimiento y de calidad de los vehículos.
- Supervisión del mantenimiento de la infraestructura del SITP.
- Monitoreo de la satisfacción del usuario.
- Evaluación del desempeño de los operadores.
- Garantizar eficientes relaciones operativas con los concesionarios troncales, alimentadores y de recaudo.

El proceso de evaluación y gestión del modelo operación del SITP, se encarga del desarrollo de procesos que permitan la implementación del SITP, que garanticen la legalidad de todos los actos de contratación, por medio de la coordinación del desarrollo de proyectos de infraestructura del sistema.

²³ Cartilla Sistema Integrado de Gestión de Calidad. (2009). [Cartilla] Transmilenio S.A. Bogotá D.C.

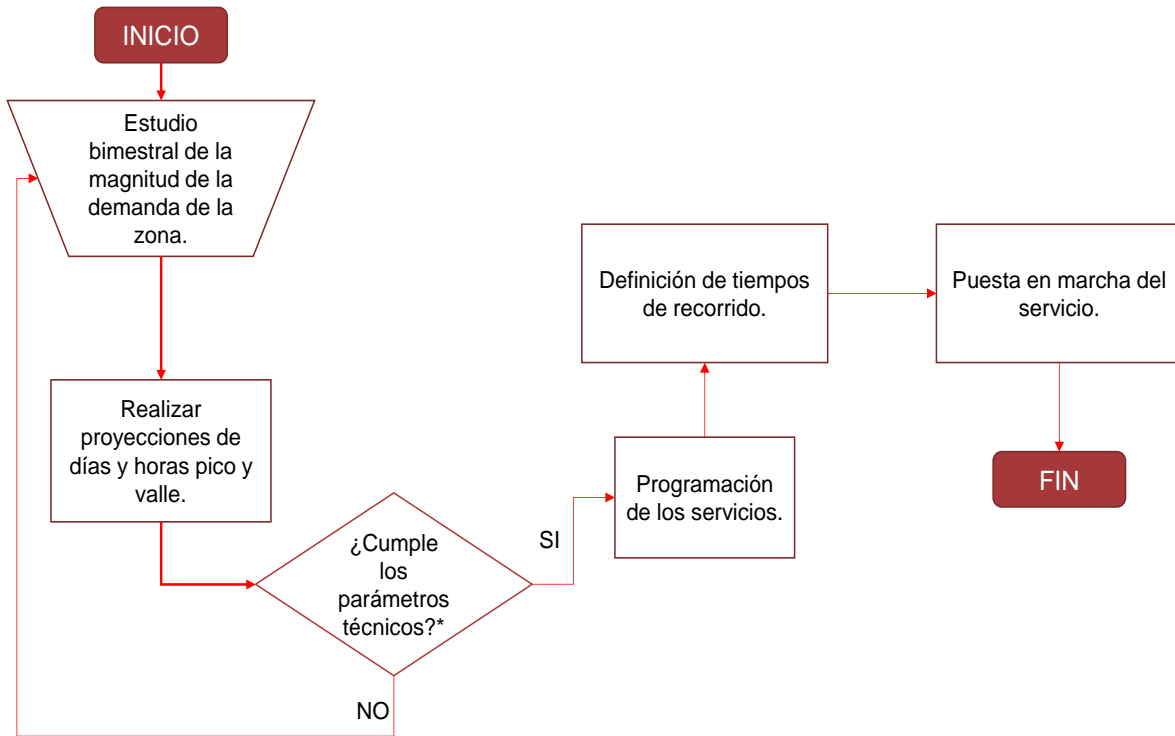
Ahora bien, para determinar las variables que inciden en la operación de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá - Soacha, se tomará el proceso de supervisión y control de la operación del SITP, en este proceso se encuentran diferentes subprocesos, numerados con anterioridad, el subproceso de programación y control de la operación, es el que permite determinar las variables que inciden en la operación de las rutas, por lo que este se explica en detalle a continuación.

El control operacional de las rutas que se tendrán en cuenta, tiene que ver con los servicios troncales, es decir con los buses biarticulados que funcionan en las estaciones de: San Mateo, Terreros, León XII, La Despensa y Bosa Estación, las cuales componen el corredor Bogotá - Soacha. La operación troncal, se encuentra a cargo de operadores privados, los cuales se encargan de la prestación del servicio de transporte en el sistema, mediante el cumplimiento de los servicios, frecuencias, horarios y el suministro de la flota necesaria para la operación (Cartilla sistema integrado de gestión de calidad, 2009)²⁴, bajo la coordinación de Transmilenio S.A.

De igual manera, la programación de la operación de las rutas troncales se presenta en el siguiente diagrama de flujo.

²⁴ Cartilla Sistema Integrado de Gestión de Calidad. (2009). [Cartilla] Transmilenio S.A. Bogotá D.C.

Figura 21. Diagrama de flujo programación de rutas.



Fuente: Transmilenio S.A. (Datos del 2018)

De acuerdo con la información presentada a lo largo de este numeral, se establecieron las variables que inciden directamente en la operación de las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá - Soacha. Las variables definidas, se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Definición de las variables que inciden directamente en la operación de las rutas troncales de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha.

| VARIABLE | EXPLICACIÓN |
|--------------------------------|--|
| Estaciones | El sistema tiene 5 estaciones: San Mateo (1), Terreros (2), Leon XIII (3), La Despensa (4) y Bosa (5). |
| Rutas | Son las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá – Soacha: La ruta G 43 (1), la ruta G 44 (2) y la ruta G 45 (3). |
| Capacidad de los biarticulados | Es la capacidad de los biarticulados que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá – Soacha: 260 Pasajeros. |
| Distancia entre las estaciones | Es la distancia entre las estaciones ubicadas en del corredor de Bogotá – Soacha: 0.5 Kilómetros. |
| Velocidad entre las estaciones | Es la velocidad promedio entre las estaciones ubicadas en el corredor de Bogotá – Soacha: 23.5 Kilómetros por Hora. |
| Demanda de pasajeros | <p>Es la demanda de pasajeros para las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá – Soacha:</p> <p>De la estación de San Mateo a Terreros: 2.438 Pasajeros.</p> <p>De la estación de San Mateo a León XIII: 1.513 Pasajeros.</p> <p>De la estación de San Mateo a La Despensa: 1.784 Pasajeros.</p> <p>De la estación de San Mateo a Bosa: 2.911 Pasajeros.</p> <p>De la estación de Terreros a León XIII: 859 Pasajeros.</p> <p>De la estación de Terreros a La Despensa: 930 Pasajeros.</p> |

| VARIABLE | EXPLICACIÓN |
|--|--|
| | <p>De la estación de Terreros a Bosa: 2.177 Pasajeros.</p> <p>De la estación de León XIII a La Despensa: 861 Pasajeros.</p> <p>De la estación de León XIII a Bosa: 970 Pasajeros.</p> <p>De la estación La Despensa a Bosa: 495 Pasajeros.</p> |
| <p>Tiempo de operación en hora pico</p> | <p>Es el número de horas pico en las que funcionan las rutas troncales de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá - Soacha: 2.5 Horas.</p> |
| <p>Frecuencia</p> | <p>Es la frecuencia de las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá - Soacha: 12 Biarticulados por Hora.</p> |
| <p>Costo por kilómetro recorrido</p> | <p>Es el costo por kilómetro recorrido de los vehículos de las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá – Soacha: \$ 4.655.</p> |
| <p>Costo fijo por recorrido de cada biarticulado</p> | <p>Es el costo fijo por recorrido de cada biarticulado de las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá - Soacha: \$ 14.350.047.</p> |
| <p>Costo por unidad de tiempo de espera de los pasajeros</p> | <p>Es el costo por unidad de tiempo de espera de los pasajeros, de las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá – Soacha: \$ 6.468.</p> |

| VARIABLE | EXPLICACIÓN |
|--|---|
| Costo por unidad de tiempo de viaje de los pasajeros | Es el costo por unidad de tiempo de viaje de los pasajeros, de las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá – Soacha: \$ 6.468. |
| Longitud de la trayectoria cubierta por las rutas | Es la longitud de la trayectoria cubierta por las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá – Soacha: 2 Kilómetros. |
| Tiempo de viajes de las rutas troncales | <p>Es el tiempo de viajes de las rutas troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá - Soacha, desde su origen al destino:</p> <p>De la estación de San Mateo a Terreros: 0.021 Horas.</p> <p>De la estación de San Mateo a León XIII: 0.042 Horas.</p> <p>De la estación de San Mateo a La Despensa: 0.063 Horas</p> <p>De la estación de San Mateo a Bosa: 0.085 Horas.</p> <p>De la estación de Terreros a León XIII: 0.021 Horas.</p> <p>De la estación de Terreros a La Despensa: 0.042 Horas.</p> <p>De la estación de Terreros a Bosa: 0.063 Horas</p> <p>De la estación de León XIII a La Despensa: 0.021 Horas.</p> <p>De la estación de León XIII a Bosa: 0.042 Horas.</p> <p>De la estación La Despensa a Bosa: 0.021 Horas.</p> |

Fuente: Transmilenio S.A. y los autores. (Datos del 2019)

Capítulo IV Definición de una Política de Operación

8 Definición de una Política de Operación

Las rutas de Transmilenio S.A., deben contar con una política de operación acorde con las variables identificadas, la cual permitirá mejorar la calidad del servicio de las rutas que operan en el corredor de Bogotá - Soacha.

La política de operación de las rutas de Transmilenio en el corredor Bogotá -Soacha, debe estar dirigida al mejoramiento de la calidad del servicio, por lo que se debe contar con personal idóneo para la operación de los biarticulados, cantidad de biarticulados suficiente y definición de tiempos de arribo de estos a las estaciones del corredor.

Teniendo esto claro, se presenta a continuación la política de operación con base en las variables definidas, que hacen parte del presente trabajo:

1. La estimación de la demanda para las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha, se debe tener presente en el momento de formular la cantidad de biarticulados que cumplirán las rutas existentes en el corredor.

2. Se debe contar con relojes de cuenta regresiva en las plataformas de las estaciones en el corredor de Bogotá – Soacha, para que los usuarios puedan abordar el servicio en los tiempos establecidos y así evitar retrasos en la operación.

3. La frecuencia de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha, deben ser revisadas, modeladas y ajustadas conforme a la demanda existente, cada 3 meses.

4. Se deben desarrollar estrategias de comunicación y campañas de cultura para el uso de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha, cada 3 meses.

5. Para cumplir con el tiempo entre estaciones, se debe realizar una revisión técnico mecánica de los biarticulados que operan en el corredor de Bogotá – Soacha, con una periodicidad de 3 meses.

6. Los paneles de información deben tener habilitados e instalados los sensores de peso de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha.

7. Las estaciones deben garantizar una infraestructura adecuada para que los pasajeros puedan entrar y salir cómodamente de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha.

8. Se debe monitorear la operación en la vía de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha.

9. Los operarios deben realizar las paradas establecidas para las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha.

La política presentada se realizó con el fin de definir aspectos macro de operación de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha. Sin embargo, se hace necesario definir algunos aspectos que se deben tener en cuenta y que tienen que ver principalmente con las empresas operadoras que prestan sus servicios en este corredor:

Contratación de operadores: La contratación de operarios debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

1. Que el personal a contratar tenga experiencia en transporte de pasajeros de por lo menos 5 años.
2. Revisión de antecedentes judiciales.
3. Afiliación a ARL y EPS.
4. El personal a contratar debe cumplir con unas condiciones mentales y físicas dentro de los parámetros normales.
5. Contar con pase de conducción vigente.

Biarticulados: Los biarticulados deben cumplir los requisitos siguientes:

1. Contar con la revisión técnico mecánica reciente y vigente.
2. No contar con una antigüedad superior a 10 años.
3. Que su infraestructura interna se encuentre en óptimas condiciones.

Así mismo, con el fin de establecer un proceso de evaluación del servicio de transporte en el corredor, dentro de la política de operación definida se estableció un sistema de indicadores que permitan definir parámetros de medición para hacer un seguimiento sistemático de las mejoras (o deterioros) en el desempeño de las rutas que operan en el corredor de Bogotá - Soacha.

Para este fin, fueron definidas cuatro categorías de evaluación asociadas a las variables identificadas que inciden en la operación de Transmilenio S.A., en el corredor:

1. Gestión de Satisfacción de Usuarios: Evalúa el grado de conformidad de los usuarios con aquellos aspectos que el usuario mismo define explícitamente como características que debe tener el servicio o condiciones de la prestación del servicio de transporte, necesarias para tener un servicio de buena calidad.

2. Gestión de Seguridad: Evalúa el grado de compromiso con la protección de la integridad física de los usuarios del sistema.

3. Gestión de Servicios Operacionales: Evalúa la eficacia y eficiencia de la operación del transporte para responder a las necesidades de los usuarios con base en los parámetros establecidos.

4. Gestión de Mantenimiento: Evalúa la eficacia del mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, evidenciada en el estado de conservación de los vehículos y en el desempeño en operación de la flota.

La siguiente tabla presenta, los indicadores de gestión asociados a la política de operación de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha:

Tabla 5. Indicadores de gestión asociados a la política de operación de Transmilenio S.A., en el corredor de Bogotá – Soacha.

| CATEGORÍA DEL INDICADOR | NOMBRE | FORMULACIÓN | FRECUENCIA DE SEGUIMIENTO | FUENTE DE RECOLECCIÓN DE DATOS |
|-------------------------------------|---|---|----------------------------------|--|
| GESTIÓN DE SATISFACCIÓN DE USUARIOS | Encuesta de satisfacción de los usuarios | Encuesta por estaciones para la definición del índice de satisfacción de los Usuarios | Trimestral | Encuesta de satisfacción contratada por Transmilenio S.A. |
| GESTIÓN DE SEGURIDAD | Índices de eventos por vehículos en operación | Accidentalidad = Eventos / Vehículos en Operación | Mensual | Eventos registrados por los diferentes agentes del sistema a Transmilenio S.A. |
| GESTIÓN DE SERVICIOS | Índices de cumplimiento de despachos | Cumplimiento de Despachos = Despachos Realizados / Despachos Programados | Mensual | Tabla de programación de servicios y/u ordenes de servicios adicionales. |
| GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | Índice de fallas por vehículos en operación | Mantenimiento = Fallas / Vehículos en Operación | Mensual | Registro mensual de ocurrencia de fallas en los vehículos operados. |

Fuente: Los autores. (2019)

Capítulo V Validación de los Resultados

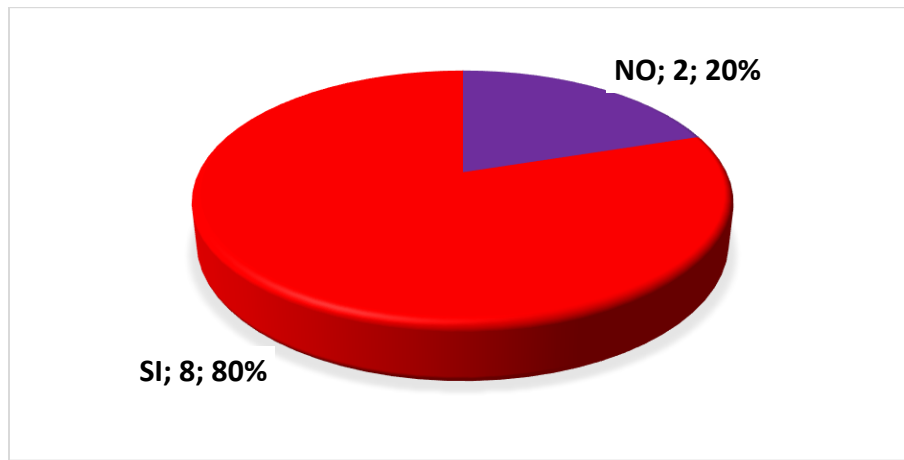
9 Validación de los Resultados

Para la validación de los resultados obtenidos, se llevó a cabo una encuesta a los funcionarios de Transmilenio S.A., que intervienen en la programación de los servicios troncales que operan en el corredor de Bogotá - Soacha, el fin de establecer la viabilidad de la política propuesta.

Para ver el formato de encuesta (Ver el Anexo 3.), los resultados de la encuesta realizada se presentan a continuación.

A la pregunta: ¿Considera que existen fallas en la programación de los servicios troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá – Soacha?, podemos identificar que el 80% de los funcionarios consideran que hay fallas en la programación, con lo cual se puede concluir que uno de los aspectos a mejorar, es el tiempo de las frecuencias en la programación de las rutas que operan por este corredor. Los resultados se presentan en la gráfica 12.

Gráfica 12. ¿Considera que existen fallas en la programación de los servicios troncales de Transmilenio S.A., que operan en hora pico, en el corredor de Bogotá – Soacha?

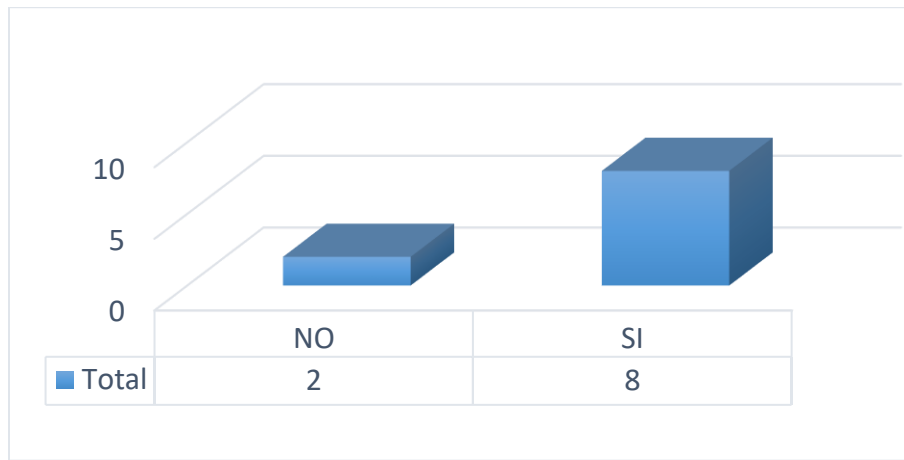


Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los funcionarios de Transmilenio S.A., que intervienen en la programación de las rutas troncales que operan en hora pico, en el corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 4.)

Después de presentar la política pública planteada para la operación de Transmilenio S.A., en el corredor vial de Bogotá – Soacha, se hicieron cuatro preguntas más. La primera de esta serie fue: ¿Cree que las variables elegidas para el diseño de la política pública planteada, son las adecuadas?, la mayoría de los encuestados, respondieron positivamente. Tal como se muestra en la gráfica 13.

Gráfica 13. ¿Cree que las variables elegidas para el diseño de la política pública planteada, son las adecuadas?

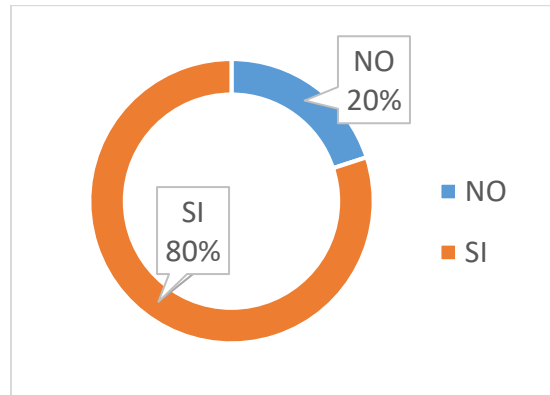


Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los funcionarios de Transmilenio S.A., que intervienen en la programación de las rutas troncales que operan en hora pico, en el corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 4.)

A la pregunta: ¿La política pública planteada, mejoraría la operatividad de las rutas troncales que operan en hora pico, en el corredor Bogotá – Soacha?, podemos identificar que una mejora en la frecuencia de las rutas, impactaría positivamente en la demanda de los usuarios. Cabe mencionar que la alta irregularidad no tiene ningún efecto en la capacidad de los biarticulados. Por el contrario, en este caso la alta irregularidad afecta tanto la variabilidad de los tiempos de la ruta y los tiempos de los servicios que comparten las plataformas en la misma estación. Los resultados se presentan en la gráfica 14.

Gráfica 14. ¿La política pública planteada, mejoraría la operatividad de las rutas troncales que operan en hora pico, en el corredor Bogotá – Soacha?

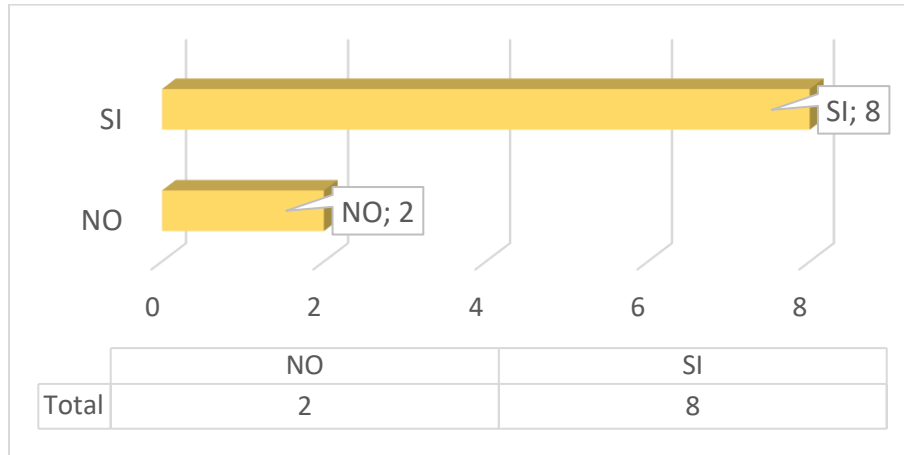


Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los funcionarios de Transmilenio S.A., que intervienen en la programación de las rutas troncales que operan en hora pico, en el corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 4.)

A la pregunta: ¿Considera que las políticas de operación definidas son adecuadas?, de acuerdo con la política propuesta, la mayoría de los encuestados considera que los relojes de cuenta regresiva tendrían el efecto de desincentivar a los pasajeros a abordar un vehículo que está a punto de salir, alargando su tiempo de parada en la plataforma y retrasando el servicio. En algunos casos cuando el conductor deba realizar acciones de control operacional como regular tiempos en plataforma, la cuenta regresiva no será fiel a la hora de salida. Sin embargo, este tipo de acciones deberían ser la excepción y no la norma, y por lo tanto brindarían al usuario un tiempo garantizado para poder abordar. Los resultados se presentan en la gráfica 15.

Gráfica 15. ¿Considera que las políticas de operación definidas son adecuadas?

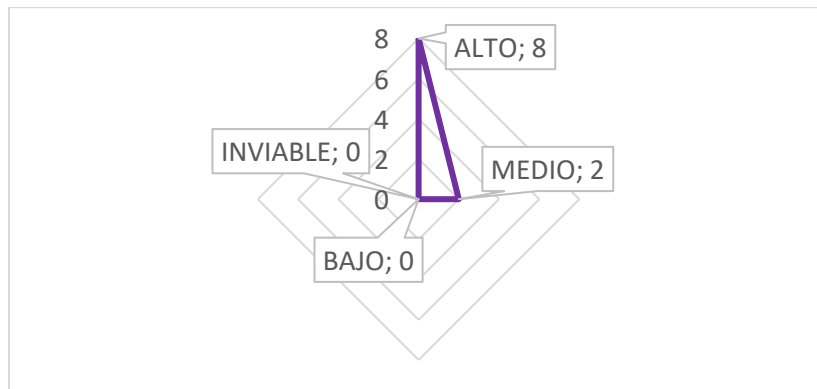


Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los funcionarios de Transmilenio S.A., que intervienen en la programación de las rutas troncales que operan en hora pico, en el corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 4.)

Finalmente a la pregunta: ¿Considera que con la política pública planteada, podría mejorar la programación de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha?, de acuerdo con las respuestas a esta pregunta se puede inferir que la política planteada podría ayudar a reducir la subutilización de la capacidad vehicular actualmente observada y generada en gran medida por la irregularidad del servicio. Los resultados se presentan en la gráfica 16.

Gráfica 16. ¿Considera que con la política pública planteada, podría mejorar la programación de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha?



Fuente: Los autores. (2019)

Para ver los resultados y la tabulación de la encuesta realizada a los funcionarios de Transmilenio S.A., que intervienen en la programación de las rutas troncales que operan en hora pico, en el corredor Bogotá – Soacha. (Ver el Anexo 4.)

De la realización de esta encuesta se concluyó que los resultados presentados, son adecuados y viables. Por otro lado se evidencia que Transmilenio S.A., se encuentra abierto a propuestas innovadoras que se desarrollen con el fin de mejorar la calidad del servicio y su visión frente a los usuarios.

La socialización del proyecto se realizó en el mes de julio en las instalaciones de Transmilenio S.A., se presentaron los principales resultados, el diagnóstico realizado y la política pública propuesta, la cual fue explicada. Los funcionarios de Transmilenio S.A., que intervienen en la programación de los servicios troncales que operan en el corredor de Bogotá - Soacha, consideraron que la propuesta se encontraba estructurada de manera coherente y que los resultados eran interesantes.

10 Conclusiones

Luego de la culminación de este proyecto se concluyó lo siguiente:

La viabilidad de la alternativa desarrollada en la presente monografía ha sido validada con el objetivo de que pueda ser implementada y replicada por Transmilenio S.A., como parte de su estrategia para mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor vial de Bogotá – Soacha.

El diagnóstico realizado, permite ver que la situación actual de la calidad del servicio y programación de las rutas de Transmilenio S.A., que operan en el corredor de Bogotá – Soacha, es vista muy deficiente por los usuarios, quienes aunque consideran que los tiempos del trayecto se reducen, establecen que el problema radica principalmente en la falta de biarticulados y rutas.

Se requiere adecuar y mejorar la infraestructura del corredor, para acomodar la demanda creciente y poder brindar un servicio de mayor capacidad. Esta estrategia permitirá acomodar servicios de alta capacidad basados en una flota mayor de biarticulados, el diseño de megaestaciones o portales intermedios, retornos operacionales para apoyar una operación más eficiente alrededor de dichas estaciones, planes de movilidad locales para los puntos en los corredores donde la interacción con el tráfico mixto es crítico para la capacidad de Transmilenio y ampliación de torniquetes y taquillas.

Se presentó una política para las acciones de control operacional para mejorar la regularidad de la operación en el sistema y estrategias como una campaña complementaria para generar una cultura del usuario que permita una mejor operación y recuperación de la capacidad del sistema.

Se encontró que los usuarios del Sistema Transmilenio en el corredor Bogotá - Soacha, consideran que el paso de biarticulados es muy variable, es decir que la frecuencia de las rutas es de cada 5 minutos en hora pico, lo que retrasa el tiempo de viaje de las personas generando inconformidad con el servicio prestado.

La validación de los resultados permitió observar que Transmilenio S.A., se encuentra abierto a propuestas que contribuyan al mejoramiento de la calidad de sus servicios, es interesante ver como el desarrollo de esta monografía, permite sumar soluciones a problemáticas que afectan a la población.

11 Recomendaciones

Como medida general a corto plazo y que debe mantenerse en el tiempo es tomar todas las medidas al alcance del ente gestor para garantizar una política pública de operación, que permita mejorar la gestión de la entidad y la movilidad de los usuarios en el corredor vial de Bogotá – Soacha.

Mejorar el mecanismo de apertura y cierre de puertas de las estaciones en el corredor.

Se sugiere revisar la viabilidad de aumentar la capacidad de las estaciones del corredor Bogotá – Soacha, de acuerdo con estudios específicos.

Se recomienda evaluar la implementación de segundos accesos en las estaciones del corredor Bogotá – Soacha que aún no los tienen.

Se recomienda evaluar la implementación de un corredor de transporte masivo paralelo al corredor actual que ayude a atender la creciente demanda del centro expandido de la ciudad.

Sobre esta monografía se identificaron perfiles de variabilidad e irregularidad de las rutas. De contarse con información adicional que permitiera identificar la irregularidad a lo largo de la línea para cada ruta, sería posible e ideal identificar los puntos en las troncales donde existe un deterioro de las frecuencias del servicio. Esto con el fin de recomendar los puntos específicos sobre la línea que requieren una intervención para el manejo de la irregularidad.

12 Bibliografía

- Cartilla de estaciones sencillas. (2005). [Cartilla] Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Bogotá D.C.
- Cartilla de resultados encuesta de percepción ciudadana. (2015). [Cartilla] Bogotá Como Vamos. Bogotá D.C.
- Cartilla Sistema Integrado de Gestión de Calidad. (2009). [Cartilla] Transmilenio S.A. Bogotá D.C.
- Ceder, A. (2007). *Transit Service and Operations Planning*. 1 ed. Kidlington, GBR: CRC Press.
- Congreso de la República. (1997). Decreto 3109 de 1997. Bogotá D.C., Artículo 03.
- Furth, P. (1980). *Setting frequencies on bus routes*. 1 ed.
- Koutsopoulos, K. (1976). *Modeling mass transit impact on urban land values*. 1 ed. Iowa City: University of Iowa.
- Mateu, E. y Casal, J. (2003). Tamaño de la muestra. *Epidem.* (1). p. 8-14.
- Mayorga, O. y Moscoso, J. (2011). *Modelado de sistemas de transporte masivo empleando dinámica de sistemas: Caso Transmilenio S.A. Tesis de Grado*. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.
- Ministerio de Transporte. (2001). Decreto 170 de 2001. Bogotá D.C., p 2 – 3.
- Pardo, C. (2004). *Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina*. 1 ed. Santiago de Chile: CEPAL.
- Riaño, G. y Acero, J. (2005). *Implementación y análisis de un modelo estocástico de despacho de vehículos de transporte masivo*. Tesis de Maestría. Universidad de los Andes.
- Thoft-Christensen, P. (1984). *System Modelling and Optimization*. 1 ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

13 Cibergrafía

Alcaldía de Bogotá. (2003). Consulta de la Norma. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8799> [Fecha de acceso 10 de enero de 2019].

Camacho, N. (2013). Soacha, Reino de la Supervivencia. El Tiempo. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-132360> [Fecha de acceso 06 de enero de 2019].

Economía 48. (2006). Muestreo Estadístico. [En línea]. Disponible en la Web <http://www.economia48.com/spa/d/muestreo-estadistico/muestreo-estadistico.htm> [Fecha de acceso 10 de febrero de 2019].

El Tiempo. (2014). Salidas para cinco problemas críticos en Transmilenio. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.eltiempo.com/bogota/expertos-proponen-solucion-a-problemas-entransmilenio/13619595> [fecha de acceso 5 de enero de 2019].

Transmilenio S.A. (2013). Historia de Transmilenio. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/historia> [Fecha de acceso 15 de enero de 2019].

Transmilenio S.A. (2013). Normatividad Nacional. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/normatividad-nacional> [Fecha de acceso 10 de enero de 2019].

Transmilenio S.A. (2013). Operación. [En línea]. Disponible en la Web: <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/operacion#sthash.9qm3MZih.dpuf> [Fecha de acceso 30 de enero de 2019].

Transmilenio S.A. (2013). Sistema de Recaudo. [En línea]. Disponible en la Web:
<http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/sistema-de-recaudo#sthash.Ac0aBR6S.dpuf>

[Fecha de acceso 05 de febrero de 2019].

Transmilenio S.A. (2014). Características Transporte Masivo. [En línea]. Disponible en la Web:
<http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/operacion#sthash.3MZih.dpuf> [Fecha de

acceso 20 de enero de 2019].

Ventajas y Desventajas de Transmilenio. (2011). [Blog]. Problemática de Bogotá. Disponible en
la Web: [http://problematicadebogota.blogspot.com/2011/03/ventajas-y-desventajas-](http://problematicadebogota.blogspot.com/2011/03/ventajas-y-desventajas-detransmilenio.html)

[detransmilenio.html](http://problematicadebogota.blogspot.com/2011/03/ventajas-y-desventajas-detransmilenio.html) [Fecha de acceso 5 de enero de 2019].