Identificación del impacto en el servicio del sistema de Transmilenio debido al flujo de usuarios en diferentes horarios

Diana Milena Salamanca Chiquillo, Iván Darío Becerra García, Jonathan Alexander Puentes Puentes, Néstor Camilo Escobar Suarez y Yenifer Viviana Castellanos Hurtado

Especialización en Big Data, Fundación Universitaria Compensar

Propuesta de Consultoría

Rafael Mauricio Cerpa Bernal

27 de mayo de 2024

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen

Con el crecimiento demográfico y la urbanización acelerada, el uso del transporte masivo en la ciudad de Bogotá se ha convertido en un aspecto crucial para la movilidad urbana sostenible. Sin embargo, el aumento en el número de usuarios del sistema de Transmilenio ha generado congestiones en los sistemas de transporte, lo que plantea desafíos significativos en términos de eficiencia y calidad en el servicio.

El problema se centra en comprender la dinámica de la afluencia de usuarios en el servicio de transporte masivo de la ciudad de Bogotá y su impacto en la experiencia del usuario y en la calidad general del servicio.

Palabras clave: (Transmilenio, usuarios, afluencia, servicio, masivo, calidad).

Abstract

With demographic growth and accelerated urbanization, the use of mass transportation system in the city of Bogotá has become a crucial aspect for sustainable urban mobility. However, the increase in the number of users of the Transmilenio system has led to congestion in transportation systems, posing significant challenges in terms of efficiency and service quality.

The issue revolves around understanding the dynamics of user flow in Bogotá's mass transportation service and its impact on the user experience and overall service quality.

Keywords: (Transmilenio, users, influx, service, mass, quality)

Contenido

1. MARCO TEÓRICO 8

1.1 TRANSPORTE PÚBLICO Y MOVILIDAD URBANA: 8
1.2 SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO: 8
1.3 GESTIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE: 8
1.4 ANÁLISIS DEL FLUJO DE USUARIOS: 8
1.5 PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE URBANO: 9
1.6 TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN: 9

2. DISEÑO METODOLÓGICO 9

3. RESULTADOS ESPERADOS Y LOGRADOS 10

METODOLOGÍA 15

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 16

4.1 CONCLUSIONES 16
4.2 RECOMENDACIONES 17

Introducción

La presente consultoría tiene como fin determinar el impacto en el servicio del sistema de Transmilenio debido al flujo de usuarios en diferentes horarios en el portal Eldorado, mediante el análisis de bases de datos publicadas de forma abierta y para consulta en la plataforma de datos abiertos de Bogotá.

Mediante el análisis de los datos obtenidos se estudiará la afluencia de usuarios que usan los sistemas de alimentación del portal Eldorado y el impacto que esta demanda tiene en los buses que componen el sistema dentro del horario de operación de este. Así mismo, se busca determinar la operación y la flota de buses alimentadores que se mantendrá disponible durante la hora pico en la mañana.

Al finalizar la consultoría se propondrá una metodología que busque el desarrollo de un sistema de medición y análisis que comprenda variables claves, y cuyo objetivo sea la mejora en la prestación del servicio y el aumento en la percepción positiva de los usuarios hacia el sistema Transmilenio

Antecedentes y Justificación

Transmilenio, el sistema de transporte público de Bogotá, ha sido crucial para la movilidad de millones de ciudadanos desde su inicio en el año 2000. Ha enfrentado desafíos de gestión de demanda debido al crecimiento de la ciudad. En 1967, Bogotá tenía 2,679 autobuses urbanos, pero con el crecimiento, la demanda aumentó considerablemente. (Transmilenio S.A, 2021)

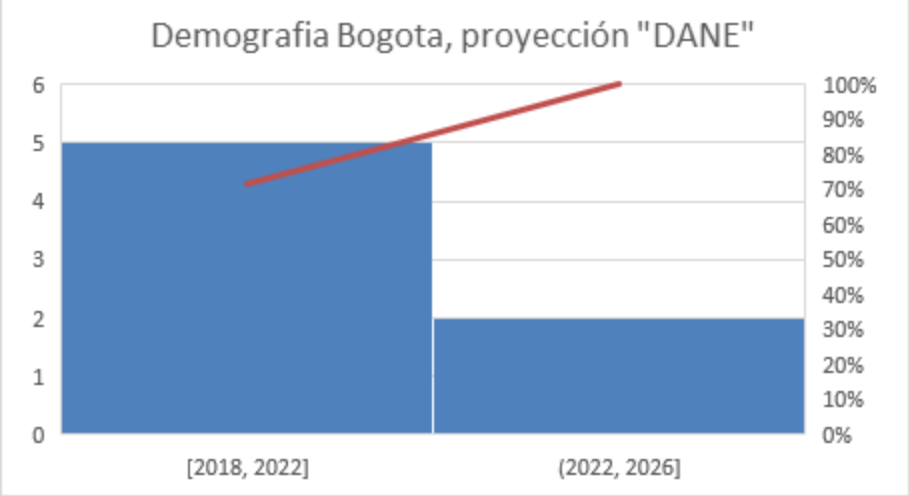
Para abordar esta demanda, Transmilenio ha introducido buses alimentadores y una línea de teleférico en años recientes, ampliando sus recorridos. (Radio Nacional de Colombia - RTVC, 2020). El Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) complementa estas rutas, permitiendo a los usuarios combinar servicios para desplazarse por la ciudad.

Las rutas alimentadoras conectan los barrios con las estaciones intermedias y portales del sistema troncal, con una tarifa integrada de $2.950. El costo de operación se cubre con la tarifa global, lo que funciona como un subsidio cruzado.

Sin embargo, el aumento constante de la población y la urbanización ha presionado el sistema, especialmente en horas pico, resultando en congestiones y una disminución en la calidad del servicio.

Basado en el análisis del crecimiento proyectado a partir del censo del año 2018 para Bogotá, en el periodo 2018 al 2026, se consideró el crecimiento demográfico según el siguiente gráfico.

Gráfico 1. Proyección demográfica Bogotá



Fuente: Autores

Según la relación de población y el periodo de estudio, el crecimiento esperado fue de un 30 % sobre los 6 años proyectados, lo que representa un tema importante para el sistema Transmilenio por factores de capacidad al prestar el servicio de manera eficiente.

La presente consultoría se llevará a cabo en el portal Eldorado, en la zona de alimentadores, plataforma 1 y 2, que impactan las localidades de Fontibón y Engativá, de acuerdo con la proyección demográfica del DANE, en el periodo de 2018 a 2026, esto con el fin de determinar la correlación del crecimiento de la población por sectores debe estar atado a la capacidad de respuesta del sistema integrado de transporte Transmilenio S.A.

A continuación, se relaciona el crecimiento de estas dos zonas:

Gráfico 2. Proyección localidad Fontibón

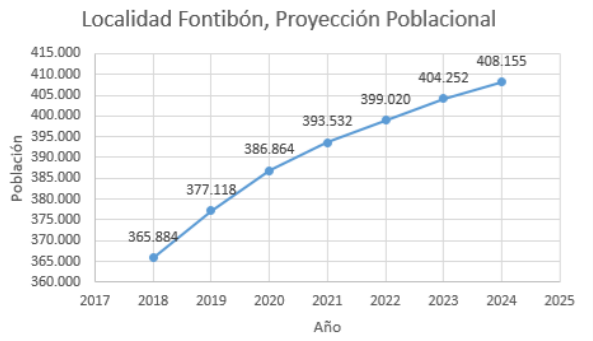
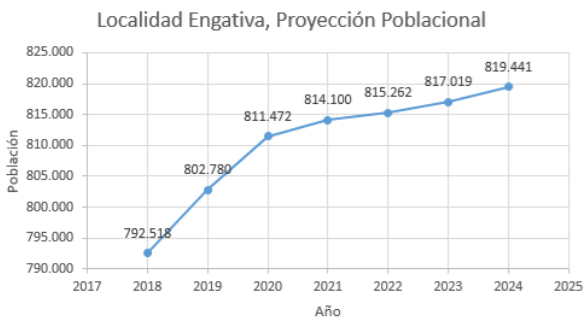


Gráfico 3. Proyección localidad Engativá



Fuente: Autores

El modelo analítico propuesto debe examinar los conjuntos de datos recopilados del flujo de ingreso y salida del portal El Dorado, nos ofrece variables clave para alertar sobre los períodos y áreas de alimentación que requieren mayor afluencia de vehículos alimentadores y establecer las frecuencias necesarias para satisfacer las demandas de los usuarios.

Al experimentar una mejora en los servicios ofrecidos por Transmilenio, es probable que los usuarios aumenten su confianza en el sistema y como resultado, se incremente el uso del transporte masivo, extendiéndolo a una población más amplia. Este incremento en la utilización del sistema podría fomentar una cultura de responsabilidad en cuanto al uso adecuado y el pago oportuno de los servicios de transporte público.

De acuerdo con lo expuesto, uno de los desafíos primordiales que enfrenta la población de Bogotá al utilizar el sistema de transporte público de Transmilenio S.A. se relaciona con las rutas alimentadoras. En estas, los usuarios a menudo experimentan largas esperas en las plataformas y en ocasiones, se produce una sobrecarga en las rutas debido a la alta demanda durante determinadas franjas horarias.

El propósito de esta consultoría es proporcionar un diagnóstico que ayude al operador del sistema Transmilenio S.A. en la planificación efectiva de los horarios, con el fin de minimizar los tiempos de espera de los usuarios. Se busca establecer la frecuencia adecuada con la que las rutas alimentadoras deben prestar el servicio.

En última instancia, la reducción de los tiempos de espera en las rutas alimentadoras del sistema Transmilenio S.A. es esencial para mejorar la experiencia del transporte público, incentivar su uso y fortalecer la percepción positiva hacia el sistema.

Formulación del Problema

El problema se centra en comprender la dinámica de las aglomeraciones de usuarios en el servicio de transporte masivo de una ciudad principal y su impacto en la experiencia del usuario y en la calidad general del servicio. Se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo determinar las causas de las aglomeraciones en las plataformas de alimentadores que se presentan en los portales de Transmilenio?

Objetivo General

Identificar el impacto en el servicio del sistema de Transmilenio debido al flujo de usuarios en diferentes horarios en el portal Eldorado

Objetivos Específicos

- Analizar la afluencia de usuarios en el sistema de alimentadores del portal El Dorado y su impacto en la demanda de buses según el horario de operación del sistema.
- Determinar la operación de la flota de buses disponibles en la hora pico de la tarde.
- Proponer una metodología para el desarrollo de un sistema de medición y análisis de variables para la mejora en la prestación del servicio.

Alcances y Limitaciones

Alcances

- La consultoría se va a desarrollar sobre el Portal de Transmilenio Eldorado
- El enfoque se realizará sobre la plataforma 2 que corresponde a la localidad de Fontibón
- Identificación de variables relevantes para la formulación de un modelo predictivo de aglomeraciones

Limitaciones

- No se desarrollará el modelo predictivo de aglomeraciones
- Se utilizará una limitación cronológica Franja horaria de 18:00 a 19:45
- El análisis se realiza para el mes de marzo de 2023
- El análisis se realiza con el estado actual del sistema
- El análisis no contempla cambios en la infraestructura del sistema.

1. Marco teórico

1.1 Transporte Público y Movilidad Urbana:

- El transporte público es un componente vital de las ciudades, permitiendo que las personas se desplacen de manera eficiente y sostenible, es una alternativa a los vehículos privados, reduciendo la congestión del tráfico y mejorando la calidad del aire.
- Un sistema de transporte público bien diseñado mejora la accesibilidad a los servicios y lugares clave; contribuye a una mayor equidad social al brindar opciones de movilidad a todos los ciudadanos.

1.2 Sistemas de Transporte Masivo:

- Transmilenio es un sistema de transporte masivo basado en buses articulados y biarticulados que opera en carriles exclusivos, lo que garantiza una mayor velocidad y confiabilidad.
- Componentes de Transmilenio:
    - Portales: Puntos de inicio y fin de las rutas.
    - Estaciones: Paradas donde los usuarios abordan y descienden de los buses.
    - Buses: Articulados y biarticulados que siguen rutas predefinidas.

1.3 Gestión de la Demanda de Transporte:

- La disponibilidad de vehículos busca equilibrar la oferta y la demanda de transporte público proponiendo estrategias que incluyan la planificación de horarios, las tarifas diferenciadas y los servicios complementarios.

1.4 Análisis del Flujo de Usuarios:

- Métodos de Análisis:
    - Conteo de Pasajeros: Registrar el número de usuarios en estaciones y buses.
    - Encuestas: Obtener información sobre preferencias y patrones de viaje.
    - Sistemas de Información Geográfica (GIS): Mapeo y visualización de flujos de usuarios.
- Modelos Predictivos:
    - Utilizar datos históricos para predecir la demanda futura.

- Modelos como regresión, series de tiempo y redes neuronales pueden ayudar a anticipar patrones de uso.

1.5 Planificación del Transporte Urbano:

- Diseñar rutas eficientes y ubicar estaciones estratégicamente considerando el crecimiento urbano y las necesidades de movilidad a largo plazo.

1.6 Tecnologías y Herramientas de Medición:

- Análisis de Big Data que procese grandes volúmenes de datos para identificar patrones y tendencias que permitan predecir la demanda y mejorar la eficiencia operativa.

2.Diseño Metodológico

La metodología de investigación utilizada para el desarrollo del trabajo de grado se fundamenta en el método cuantitativo, con el fin de contar con las herramientas que permitan responder de forma efectiva a la necesidad de un análisis de información para comprender la dinámica de las aglomeraciones de usuarios en el servicio del sistema de Transmilenio en diferentes horarios en el portal El Dorado.
Esta metodología esta soportada en la técnica de recolección de datos desde fuentes abiertas en donde se puede tener acceso a las bases de datos que contienen registros de salidas de pasajeros del sistema con el fin de realizar la visualización de estos.

Las herramientas a utilizar son:

- Python, Excel, Power BI y Word

ACTIVIDADES:

OE1: Analizar la afluencia de usuarios en el sistema de alimentadores del portal Eldorado y su impacto en la demanda de buses según el horario de operación del sistema.

- A1OE1: Determinar las rutas alimentadoras y el horario de operación para la implementación del presente estudio.
- A2OE1: Ajustar, transformar y limpiar la base de datos

- A3OE1: Análisis de datos y variables
- A4OE1: Identificación de variables y segmentación de datos (meses)
- A5OE1: Selección de muestra de estudio (Portal Eldorado)
- A6OE1: Segmentar datos de horarios a analizar
- A7OE1: Visualización de datos
- A8OE1: Interpretación de datos

OE2: Determinar la operación de la flota de buses disponible en la hora pico de la tarde.

- A1OE2: Análisis de la franja horaria seleccionada
- A2OE2: Visualización de datos
- A3OE2: Interpretación de datos

OE3: Proponer una metodología para el desarrollo de un sistema de medición y análisis de variables para la mejora en la prestación del servicio.

- A1OE3: Entrega de variables propuestas para el desarrollo del sistema.
- A2OE3: Recomendaciones finales para la generación del modelo.

3.Resultados esperados y logrados

Las rutas alimentadoras de Transmilenio están diseñadas para conectar las estaciones y portales principales con diferentes barrios y zonas de la ciudad.

A continuación, se enumeran las rutas alimentadoras que tienen conexión con el Portal El Dorado:

Tabla 1. Rutas alimentadoras con conexión al por El Dorado

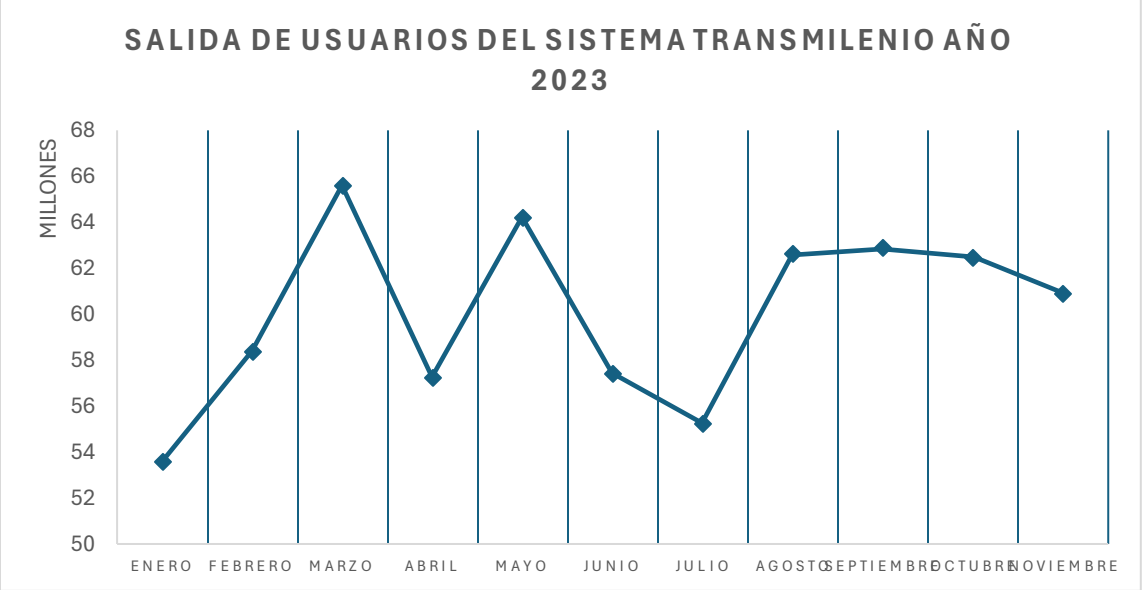
Ruta Alimentadora	Nombre	Horario
16-1	Tierra Grata	L-S | 04:30 AM - 12:20 AM D-F | 04:30 AM - 11:30 PM
16-2	Engativá Centro	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 05:00 AM - 12:20 AM D-F | 05:30 AM - 11:20 PM
16-3	Av. Eldorado Álamos	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 05:00 AM - 12:20 AM D-F | 05:30 AM - 11:20 PM
16-4	El Muelle	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 05:00 AM - 12:20 AM D-F | 05:30 AM - 11:20 PM
16-5	Villa Amalia	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 04:30 AM - 12:20 AM D-F | 04:30 AM - 11:20 PM
16-6	La Faena	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 05:00 AM - 12:20 AM D-F | 05:30 AM - 11:20 PM
16-7	La Estancia	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 05:00 AM - 12:20 AM D-F | 05:30 AM - 11:20 PM
16-8	Zona Franca	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 05:00 AM - 12:20 AM D-F | 05:30 AM - 11:20 PM
16-9	Fontibón Centro	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 04:30 AM - 12:20 AM D-F | 04:30 AM - 11:20 PM
16-10	Villemar	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 05:00 AM - 12:20 AM D-F | 05:30 AM - 11:20 PM
16-14	Aeropuerto	L-V | 04:30 AM - 12:20 AM S | 05:00 AM - 12:20 AM D-F | 05:30 AM - 11:20 PM

Fuente: Autores

Con el fin de obtener la información estadística que permitiera desarrollar un análisis cuantitativo, se realizó la consolidación, ajuste y transformación de la base de datos que contiene la información del número de pasajeros que sale del sistema Transmilenio en las troncales que lo componen, en rangos de horarios que permitieran identificar un claro comportamiento de patrones y el análisis del mes con mayor flujo de usuarios.

Es así por lo que al realizar un primer acercamiento a este análisis se decide realizar la presente consultoría sobre el mes de marzo y con base en los siguientes resultados:

Gráfico 4. Salida de usuarios del sistema Transmilenio



Fuente: Autores

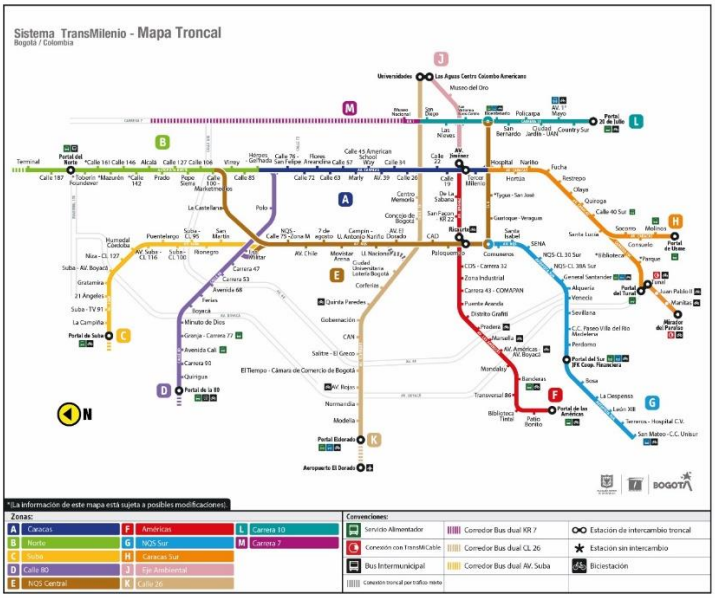
Tabla 2. Relación de cantidad de usuarios saliendo del sistema Transmilenio

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
53,59	58,38	65,61	57,26	64,20	57,40	55,23	62,60	62,85	62,48	60,88
Cifras expresadas en millones										

Fuente: Autores

Dentro de las bases de datos consultadas y en las que se concentra el presente análisis, se encuentran variables de identificación que permiten enfocar los estudios; estas son: línea o troncal que contiene la información de referencia a la troncal en análisis; acceso, que contiene la información de las plataformas por las que los usuarios abandonan el sistema; intervalo, contiene intervalos quince minutos con la medición de usuarios; y las variables de totales, que son las sumatorias de las visualización y mediciones llevadas a cabo por día y en cada uno de los intervalos mencionados.

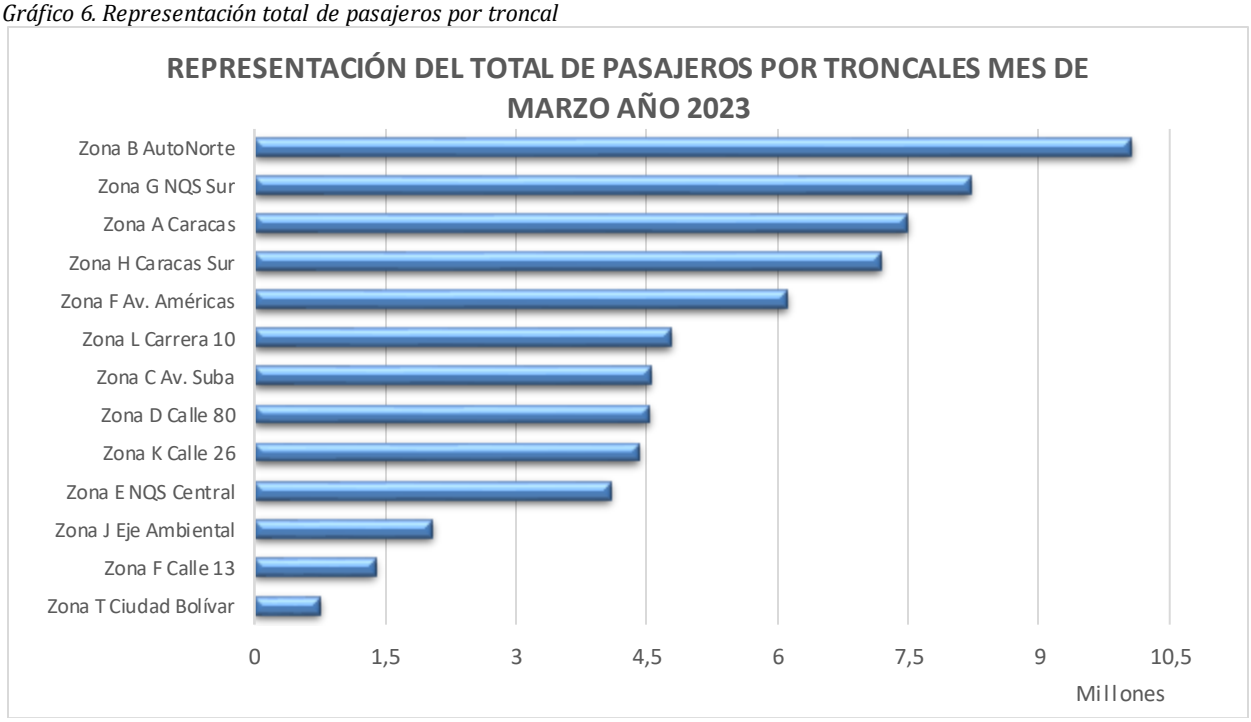
Gráfico 5. Mapa del sistema Transmilenio



Fuente: (Transmilenio S.A., 2023)

Con base en el mapa oficial, se logra establecer que la zona K, correspondiente a la troncal de la Calle 26 es la única que no se encuentra compuesta por varias zonas, sino que, por el contrario, es una troncal independiente. Por esta razón se establece esta como objeto del estudio posterior. Adicionalmente, en el análisis cuantitativo, se logra verificar que esta troncal se encuentra dentro del rango medio de posibilidades que permiten el análisis posterior, según lo siguiente:

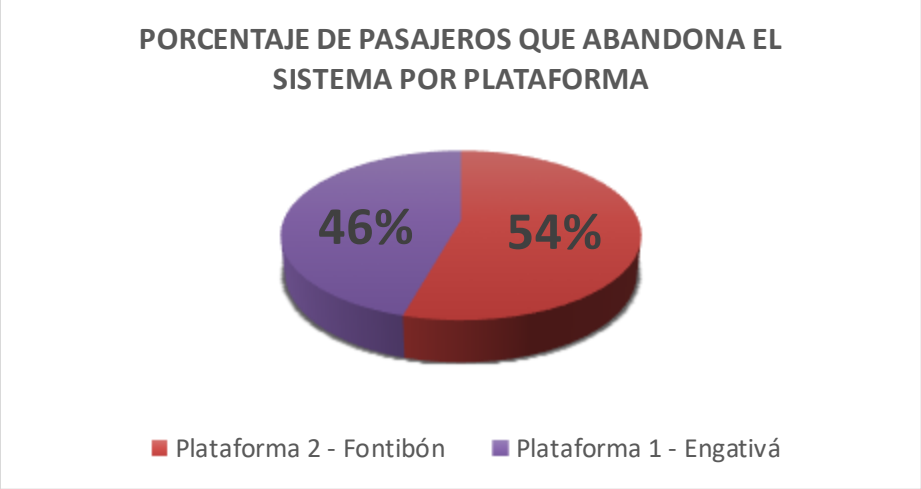
Gráfico 6. Representación total de pasajeros por troncal



Fuente: Autores

Una vez identificado el portal Calle 26 como el objeto de estudio, se procedió a realizar la segmentación de la plataforma y esto se realiza basado en el mayor peso porcentual del total de la troncal y que corresponde a la plataforma 2 – Fontibón

Gráfico 7. Representación porcentual de usuarios abandonando el sistema.



Fuente: Autores

Según lo mencionado con anterioridad se procede a realizar el análisis cuantitativo de las franjas horarias mencionadas, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3. Cantidad de usuarios saliendo del sistema por franja horaria y días de la semana.

Franjas	Horarios	Total Lunes	Total Martes	Total Miércoles	Total Jueves	Total Viernes	Total Sábado	Total Domingo	TOTAL GENERAL
Franja 1	**00:00 - 01:00**	17	36	64	61	66	122	89	**455**
Franja 2	**03:00 - 03:45**	35	39	58	62	33	30	19	**276**
Franja 3	**04:00 - 05:45**	2.261	2.730	3.331	3.364	3.413	1.848	674	**17.621**
Franja 4	**06:00 - 07:45**	11.287	14.219	17.929	17.374	17.558	8.945	2.299	**89.611**
Franja 5	**08:00 - 09:45**	6.656	8.170	9.961	10.219	9.882	6.118	2.764	**53.770**
Franja 6	**10:00 - 11:45**	5.484	6.191	7.740	7.556	7.570	5.334	3.033	**42.908**
Franja 7	**12:00 - 13:45**	7.573	9.365	10.307	11.222	10.775	9.006	4.133	**62.381**
Franja 8	**14:00 - 15:45**	7.896	9.569	12.202	11.394	11.689	9.701	4.881	**67.332**
Franja 9	**16:00 - 17:45**	13.196	15.674	17.885	16.568	18.255	8.256	4.907	**94.741**
Franja 10	**18:00 - 19:45**	18.759	23.771	24.648	27.167	24.986	8.019	5.262	**132.612**
Franja 11	**20:00 - 21:45**	8.620	10.616	13.415	12.933	13.469	5.388	4.023	**68.464**
Franja 12	**22:00 - 23:45**	3.657	5.033	6.452	6.648	7.190	2.620	1.143	**32.743**
TOTALES		**85.441**	**105.413**	**123.992**	**124.568**	**124.886**	**65.387**	**33.227**	**662.914**

Fuente: Autores

En el siguiente Mapa de calor se representa el volumen de usuarios y días de la semana en la franja definida.

Tabla 4. Cantidad de usuarios saliendo del sistema en la franja 10

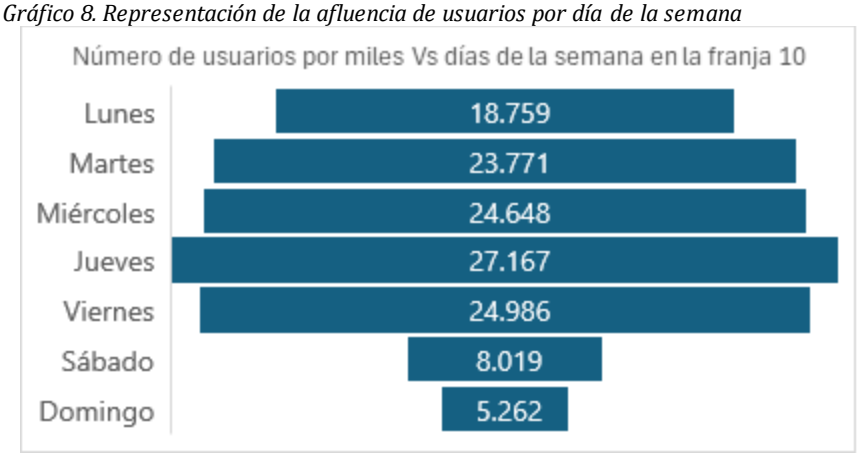
Franja	Intervalo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
FRANJA 10	18:00	2.612	3.135	3.588	3.355	3.013	1.054	632
FRANJA 10	18:15	2.349	3.271	3.496	3.137	3.391	1.083	741
FRANJA 10	18:30	2.845	3.406	2.803	3.910	3.336	1.041	801
FRANJA 10	18:45	2.126	2.707	2.785	3.721	3.786	1.040	627
FRANJA 10	19:00	2.616	3.477	3.169	4.000	2.860	1.115	670
FRANJA 10	19:15	2.517	3.034	3.351	3.521	3.243	941	623
FRANJA 10	19:30	1.917	2.466	2.572	2.915	2.897	923	555
FRANJA 10	19:45	1.777	2.275	2.884	2.608	2.460	822	613
Totales		**18.759**	**23.771**	**24.648**	**27.167**	**24.986**	**8.019**	**5.262**

Fuente: Autores

Con base en esta última segmentación presentada, los dos picos más altos de usuarios saliendo de la Zona K Calle 26 - Portal Eldorado, plataforma 2, localidad de Fontibón se presentan entre las 18:30 y 19:15; de la misma forma, son los miércoles, jueves y viernes los días que presentan un mayor flujo de usuarios, siendo el día jueves el día con mayor presencia de estos con el pico más alto alrededor de las 19 horas.

En la siguiente gráfica, el día hábil de la semana con mayor afluencia dentro de la franja horaria seleccionada es el jueves y el de menor afluencia es el lunes, identificando una diferencia entre los dos días de un 30,9% en la demanda de servicios.

Gráfico 8. Representación de la afluencia de usuarios por día de la semana



Fuente: Autores

Proponer una metodología para el desarrollo de un sistema de medición y análisis de variables para la mejora en la prestación del servicio.

Metodología

A continuación, se relacionan los pasos para la aplicación de la propuesta:

1. Identificación de variables relevantes.

   Variables clave a medir: número de usuarios por franja horaria, disponibilidad de vehículos en diferentes áreas de servicio, intervalos de medición para la condición de tiempo y la relación entre ellos.
2. Captura de datos.

   Una vez identificadas las variables relevantes, se hace necesario definir un método para recopilar los datos, siendo las Barreras de Control de Acceso (BCA), los dispositivos electromecánicos los que se encargarán de contabilizar el acceso de los pasajeros a las rutas alimentadoras en tiempo real.
3. Análisis de datos.

   Analizar los datos recopilados usando técnicas de visualización para identificar tendencias, patrones y relaciones entre las variables definidas.
4. Diseño de métricas.

   Desarrollar métricas cuantitativas para cada variable identificada, por ejemplo, sumatoria de los totales de usuarios saliendo del sistema, agrupación de datos en franjas horarias establecidas.
5. Formula de medición de disponibilidad.

   Q = Cantidad de usuarios I = Intervalo de tiempo

   K = Promedio de la capacidad de los buses Z = Cantidad de buses por minuto.

$$Z = \frac{\left(\frac{Q}{K}\right)}{I}$$

Teniendo en cuenta que la identificación de variables relevantes permite centrar los esfuerzos de recolección de datos y análisis en los aspectos más significativos del fenómeno estudiado, a continuación, se listan todas las variables a tener en cuenta en la aplicación del modelo propuesto:

- Línea o troncal: Contiene la información de referencia del portal a analizar.
- Acceso: Contiene la información de las plataformas para el tránsito de los usuarios.
- Intervalo: espacio de tiempo para la medición del flujo de usuarios, en este caso, establecido cada 15 minutos.
- Totales: Corresponde a la sumatoria de las visualizaciones (Cantidad de usuarios que abandonan el sistema), agrupadas por día y en cada uno de los intervalos mencionados.

Como recomendación principal para la generación del modelo, se hace indispensable la definición de franjas horarias, ya que establecer claramente estos períodos temporales permite capturar de manera precisa los patrones de demanda del sistema de rutas alimentadoras en diferentes momentos del día, lo que resulta esencial para identificar áreas de congestión y diseñar estrategias efectivas de gestión del tráfico.

Es importante tener en cuenta que al realizar ajustes en el sistema de medición y análisis según sea necesario para adaptarse a cambios en el entorno operativo o en las necesidades del usuario, afectará significativamente el modelo propuesto.

Así mismo, es importante entender, que el análisis de datos manejado de manera proactiva, sirve para identificar oportunidades de optimización y excelencia en la prestación del servicio, fomentando así una cultura de mejora continua en toda la organización.

Se debe tener en cuenta que los resultados del modelo propuesto podrían verse afectados según el mes que se requiera analizar, esto teniendo en cuenta que se pueden presentar novedades o eventos como vacaciones, navidades, puentes festivos, semana santa, entre otros.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Según el análisis de la afluencia de usuarios que hacen uso de las plataformas alimentadoras en el sistema de Transmilenio, se logró identificar que el impacto de la cantidad de usuarios que abandonan el sistema es el más significativo en los horarios comprendidos entre las 18:00 y las 19:45; por esto es necesario que el sistema de alimentadores cuente con una mayor disponibilidad de la flota de buses alimentadores.
- Se determina que de acuerdo con la capacidad que tienen los buses alimentadores, que en promedio es de 80 pasajeros, se deben habilitar 3 buses en intervalos de 1 minuto. De acuerdo con lo anterior, se debería garantizar una disponibilidad de la flota que cubra la carga de usuarios en intervalos de 15 minutos. (Este cálculo esta dado por el día jueves en el horario de las 19 horas)
- Al seguir esta metodología, se podrá desarrollar un sistema efectivo de medición y análisis de variables que contribuya a mejorar la prestación del servicio considerando el número de usuarios y la disponibilidad de vehículos.

4.2 Recomendaciones

- Durante las horas pico, que generalmente coinciden con los horarios de entrada y salida del trabajo, se experimenta un aumento significativo en la demanda de transporte, lo que puede llevar a congestiones viales, retrasos y estrés para los usuarios. Se debe tener en cuenta que en las horas valle, los niveles de tráfico suelen ser más bajos, lo que ofrece oportunidades para fomentar la movilidad sostenible.
- Elaborar informes periódicos que resuman los hallazgos del análisis de datos, identifiquen áreas de mejora en la prestación del servicio y propongan acciones correctivas o de optimización.
- Establecer un proceso de retroalimentación continua para revisar y mejorar el sistema de medición en función de los resultados obtenidos y las necesidades cambiantes del servicio.

Mediante el desarrollo de la presente consultoría, se podría plantear una estrategia que permita una mejora positiva en los servicios que se prestan al público en general, tomando como base los parámetros planteados y, teniendo en cuenta que la proyección futura muestra un crecimiento continuo en la población de usuarios, poder prever las necesidades que tendrá el sistema.

Bibliografía

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (26 de Marzo de 2021). *DANE*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion/proyecciones-de-poblacion-bogota

Radio Nacional de Colombia - RTVC. (16 de Julio de 2020). *Radio Nacional*. Obtenido de https://www.radionacional.co/cultura/historia-colombiana/transporte-en-bogota-siempre-de-paso

transmilenio. (04 de Febrero de 2020). *Datos abiertos* . Obtenido de https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/151604/abce-del-servicio-de-alimentacion-de-transmilenio/

Transmilenio S.A. (15 de Septiembre de 2021). *datos-abiertos*. Obtenido de https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/151922/consulta-toda-la-oferta-de-datos-abiertos-de-transmilenio/

Transmilenio S.A. (4 de Febrero de 2020). *Transmilenio*. Obtenido de https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/151604/abce-del-servicio-de-alimentacion-de-transmilenio/

Transmilenio S.A. (6 de Septiembre de 2023). *Mapa Interactivo de TransMilenio*. Obtenido de https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/150402/publicacionesmapa-interactivo-de-transmilenio/