

Plan de mejoramiento de las rutas alimentadoras del Sistema Integrado de Transporte

Masivo Metrolínea en el Área Metropolitana de Bucaramanga

María Alejandra Guzmán Guerrero, Deisy Yamile Pinto Acero

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Director

Juan Benjamín Duarte Duarte

Doctor en Finanzas de Empresas

Tutor

Julián Eduardo Arenas Rodríguez

Especialista en Ingeniería de Tránsito y Transporte

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2018

DEDICATORIA

A Díos primero que ha sido mi guía y me ha levantado en todo momento, por darme sabiduría y persistencia para culminar esta meta, para él sea la gloria de este sueño culminado, a mis padres quienes me han dado todo su amor, han sido mi motor, mi apoyo incondicional, quienes han brindado en el transcurso de mi carrera universitaria estabilidad emocional y económica para poder culminar este sueño y a mi hermano por su motivación y apoyo incondicional.

Alejandra Guzmán

Este trabajo lo dedico primeramente Dios por permitirme ser una mujer profesional, a mis padres por ser mi apoyo, a mi hermano por su cariño, a la mejor abuelita Marina por todo su amor y a mi Bity por su compañía y amor.

A todos mis amigos de la universidad que hicieron que esta etapa fuera maravillosa.

Deisy Y. Pinto Acero.

Agradecimientos

Agradezco a mi director de proyecto el PhD. En finanzas de empresas Juan Benjamín Duarte Duarte, y al Ingeniero Civil Luis David Arévalo Duran quienes nos brindaron su tiempo, dedicación y apoyo para el desarrollo de nuestro proyecto.

Alejandra Guzmán

A Dios, por acompañarme en los momentos más difíciles y haberme ayudado a cumplir este gran logro.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional, por querer ver a su hija hecha profesional, pues hoy les he cumplido no solo el sueño mío si no el de ellos.

A mi hermano por su apoyo y complicidad.

A mi Bity, por brindarme el apoyo y ser mi motivación para cumplir este gran sueño.

A mis mejores amigos, Caro, Juli (Palabras sabias), Camila, Erika y Daniel, por hacer parte de esta maravillosa etapa de la Universidad.

Gracias profe Juan B, director de grado y guía durante todo este proceso, agradezco enormemente por compartir sus conocimientos, orientarme y por toda la paciencia, mil gracias!

Gracias profe Luis David Arévalo porque con su experiencia y sabiduría fue un gran apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Finalmente gracias Metrolínea S.A, por abrirme las puertas para el desarrollo de este proyecto.

Deisy Y. Pinto Acero.

Contenido

	Pág.
Introducción	19
Tabla de cumplimiento de objetivos	21
1. Generalidades de la empresa.....	22
1.1 Identificación de la empresa.	22
1.2 Misión	22
1.3 Visión.....	23
1.4 Localización	23
1.5 Estructura organizacional.....	24
1.6 Mapa de procesos.....	24
2. Generalidades del proyecto.....	25
2.1 Objetivos	25
2.1.1 Objetivo General	25
2.1.2 Objetivos específicos:	26
2.2 Planteamiento del problema.....	26
2.3 Resultados esperados	27
2.4 Metodología del proyecto	28
3. Marco de referencia	30

MEJORAMIENTO PARA LAS RUTAS ALIMENTADORAS DEL SITM	8
3.1. Marco conceptual.....	31
3.2. Marco de antecedentes.....	32
3.3 Marco teórico.....	35
3.3.1 Evaluación financiera a nivel de perfil.....	35
3.3.2 Entrevistas en profundidad.....	35
3.3.3 Análisis de Varianza de un factor (ANOVA).....	37
4. Diagnóstico de la empresa.....	37
4.1 Información general de las rutas alimentadoras.....	39
4.2 Resultado del diagnóstico cuantitativo.....	42
4.2.1 Promedio del IPK.....	42
4.2.2 Análisis de validación de pasajes.....	45
4.2.3 Punto de equilibrio.....	47
4.2.4 Análisis de la reestructuración de las rutas.....	52
4.3 Resultados del diagnóstico cualitativo.....	57
4.3.1 Diseño y aplicación de entrevistas a profundidad a operadores.....	57
4.3.2 Diseño y aplicación de entrevistas en profundidad a usuarios.....	59
4.4 Análisis de varianza de un solo factor y test de Tukey.....	65
4.5 Conclusiones del diagnóstico.....	70
5. Modelos de transporte público en países desarrollados o en vía de desarrollo.....	71
5.1 Definición del problema.....	72
5.2 Búsqueda de la información.....	72
5.3 Organización de la información.....	72
5.3.1 Ciudades de Colombia.....	73

MEJORAMIENTO PARA LAS RUTAS ALIMENTADORAS DEL SITM	9
5.3.2 Otros países	75
5.4 Análisis de la información.	81
6. Formulación del plan de mejoramiento	85
6.1 Propuesta 1: Creación de una nueva aplicación móvil	89
6.1.1 Análisis técnico	89
6.1.2 Estudio financiero a nivel de perfil	98
6.2 Propuesta 2: Prueba piloto para la Recarga Verde.....	103
6.2.1 Análisis técnico.....	103
6.2.2 Estudio financiero a nivel de perfil.....	114
6.3 Propuesta 3: Diseño y elaboración de un mapa guía, carteles informativos y señalizaciones	118
6.3.1 Análisis técnico.....	118
6.3.2 Estudio financiero a nivel de perfil.....	122
6.4 Propuesta cuatro: Rediseño y creación de formatos para control de tiempos y salidas de las rutas alimentadoras	125
6.4.1 Análisis Técnico.....	125
6.4.2 Estudio financiero a nivel de perfil.....	132
6.4.3 Comparación de las propuestas de mejora.....	135
7. Conclusiones	136
8. Recomendaciones	138
Referencias bibliográficas.....	141

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ubicación de la sede administrativa de Metrolínea S.A.....	23
<i>Figura 2.</i> Organigrama de la entidad.....	24
<i>Figura 3.</i> Mapa de procesos.....	25
<i>Figura 4.</i> Bus alimentador del SITM.....	40
<i>Figura 5.</i> Promedio del IPK.....	43
<i>Figura 6.</i> Comportamiento de las validaciones en la reestructuración de septiembre	54
<i>Figura 7.</i> Comportamiento de las validaciones en la reestructuración de junio.....	56
<i>Figura 8.</i> Nube de palabras de las entrevistas en profundidad a usuarios.....	60
<i>Figura 9.</i> Árbol del problema	64
<i>Figura 10.</i> Metodología de búsqueda de tecnología para el transporte público.....	71
<i>Figura 11.</i> Plan de mejoramiento para las rutas alimentadoras.....	87
<i>Figura 12.</i> Diagrama descriptivo de la APP.....	92
<i>Figura 13.</i> Escenario 1 del Pay Back de la APP.....	102
<i>Figura 14.</i> Escenario 2 del Pay Back de la APP.....	102
<i>Figura 15.</i> Escenario 3 del Pay Back de APP	103
<i>Figura 16.</i> Macro localización de Bucaramanga.	104
<i>Figura 17.</i> Ubicación de la máquina en el Parque Estación UIS.....	108

MEJORAMIENTO PARA LAS RUTAS ALIMENTADORAS DEL SITM	11
<i>Figura 18.</i> Secuencia para realizar la recarga a través de la máquina verde	110
<i>Figura 19.</i> Máquina tipo RVM. Adaptado de Ciclo. 2018.....	112
<i>Figura 20.</i> Escenario 1 del Pay back de recargas verdes.....	116
<i>Figura 21.</i> Escenario 2 del pay back de recargas verdes	117
<i>Figura 22.</i> Escenario 3 del pay back de recargas verdes	117
<i>Figura 23.</i> Diseño de carteles informativos.....	119
<i>Figura 24.</i> Escenario 1 del Pay Back de avisos informativos	123
<i>Figura 25.</i> Escenario 2 del Pay Back de avisos informativos	124
<i>Figura 26.</i> Escenario 3 del Pay Back de avisos informativos	124
<i>Figura 27.</i> Revisión de formatos	128
<i>Figura 28.</i> Diseño de formato de control de tiempos y salidas	129
<i>Figura 29.</i> Escenario 1 del Pay Back del rediseño de formatos	133
<i>Figura 30.</i> Escenario 2, Pay Back del rediseño de formatos	134
<i>Figura 31.</i> Escenario 3, Pay Back del rediseño de formatos	134

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Cumplimiento de objetivos del proyecto</i>	21
Tabla 2. <i>Etapas de la evaluación financiera nivel de perfil</i>	30
Tabla 3. <i>Participación en la operación agentes del SITM</i>	40
Tabla 4. <i>Kilómetros y recorridos para cada ruta alimentadora</i>	41
Tabla 5. <i>Ejemplo del IPK ideal</i>	44
Tabla 6. <i>Número de validaciones para cada ruta</i>	45
Tabla 7. <i>Número de validaciones para las rutas ANI y ACI</i>	47
Tabla 8. <i>Validaciones para la ruta APD8</i>	47
Tabla 9. <i>Diferencia promedio de validaciones para las rutas</i>	49
Tabla 10. <i>Diferencia del promedio del punto de equilibrio para las rutas ANI y ACI</i>	51
Tabla 11. <i>Promedio del punto de equilibrio de la ruta APD8</i>	51
Tabla 12. <i>Rutas reestructuradas en septiembre del año 2016</i>	53
Tabla 13. <i>Comparación de validaciones en la reestructuración de junio</i>	55
Tabla 14. <i>Descripción de las causas de la pérdida de usuarios según operadores</i>	58
Tabla 15. <i>Causas que afectan la falta de usuarios en las rutas alimentadoras</i>	61
Tabla 16. <i>Resultados del valor con ANOVA de un solo factor</i>	66
Tabla 17. <i>Resultados de la prueba Tukey</i>	67

MEJORAMIENTO PARA LAS RUTAS ALIMENTADORAS DEL SITM	13
Tabla 18. <i>Diferencia de pares en los días de la semana</i>	68
Tabla 19. <i>Composición accionaria de Metrolínea S.A.</i>	85
Tabla 20. <i>Ficha Técnica del diseño de una nueva aplicación</i>	94
Tabla 21. <i>Características técnicas de los componentes del hardware.</i>	95
Tabla 22. <i>Herramientas para el software de la APP</i>	96
Tabla 23. <i>Costos salariales del personal</i>	98
Tabla 24. <i>Costos de Pre-operación para la APP</i>	99
Tabla 25. <i>Costos de los activos fijos para la APP</i>	99
Tabla 26. <i>Costos totales de la APP</i>	100
Tabla 27. <i>Costos de mantenimiento para la APP</i>	100
Tabla 28. <i>Opciones de localización de la propuesta</i>	104
Tabla 29. <i>Factores a evaluar para las distintas localizaciones</i>	106
Tabla 30. <i>Evaluación a cada factor de las ubicaciones</i>	106
Tabla 31. <i>Calificación ponderada para cada una de las ubicaciones</i>	107
Tabla 32. <i>Ficha Técnica de la máquina expendedora para las recargas verdes</i>	111
Tabla 33. <i>Cotización para la instalación de la máquina expendedora tipo RVM</i>	115
Tabla 34. <i>Cantidad de avisos informativos en las estaciones</i>	120
Tabla 35. <i>Ficha técnica del diseño y elaboración de los avisos informativos</i>	120
Tabla 36. <i>Inversión para la implementación de avisos informativos</i>	122
Tabla 37. <i>Ubicación para cada uno de los controles de las frecuencias</i>	125
Tabla 38. <i>Asignación de operarios por ruta</i>	127
Tabla 39. <i>Intervalos de hora pico y hora valle</i>	129
Tabla 40. <i>Ficha Técnica para los formatos de control de salidas y tiempos</i>	130

Tabla 41. *Costos requeridos para el rediseño y creación de los formatos de control de tiempos y salidas* 132

Tabla 42. *Comparación de las propuestas de solución* 135

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. Validaciones de pasajes.....	45
Apéndice B. Entrevistas en profundidad a operadores.....	57
Apéndice C. Entrevistas en profundidad a usuarios.....	60
Apéndice D. Anova de un factor y test de Tukey.....	66
Apéndice E. Formulación propuestas de mejora a la empresa.....	87
Apéndice F. Solicitud cotización vía correo electrónico para la App.....	98
Apéndice G. Cálculo Pay Back para la APP.....	101
Apéndice H. Calificación ponderada para la microlocalización.....	107
Apéndice I. Información técnica recibida vía correo electrónico para la recarga verde por el Metro de Medellín.....	109
Apéndice J. Solicitud información técnica vía correo electrónico para la recarga verde a la empresa Ciclo de Medellín.....	109
Apéndice K. Cálculo del promedio de la ganancia por botella.....	116
Apéndice L. Cálculo del Pay Back para la prueba piloto de recarga verde.....	116
Apéndice M. Diseño carteles informativos en las estaciones.....	118
Apéndice N. Solicitud cotización para los avisos informativos.....	122
Apéndice O. Cálculo del Pay Back para los avisos informativos.....	123

MEJORAMIENTO PARA LAS RUTAS ALIMENTADORAS DEL SITM	16
Apéndice P. Formatos actuales en Metrolínea para el control de las frecuencias.....	128
Apéndice Q. Diseño y creación de los formatos para días hábiles.....	130
Apéndice R. Diseño y creación de los formatos para fines de semana.....	130
Apéndice S. Cálculo del Pay Back para los formatos	133

Resumen

Título: Mejoramiento del servicio de las rutas alimentadoras del Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea en el Área Metropolitana de Bucaramanga*

Autores: María Alejandra Guzmán Guerrero, Deisy Yamile Pinto Acero.**

Palabras claves: Rutas alimentadoras, mejoramiento, usuarios, validaciones, estaciones, frecuencias.

Descripción:

Metrolínea S.A., es una empresa de transporte público masivo en la ciudad de Bucaramanga creada en el año 2002, para mejorar la movilidad vehicular de la ciudad, y basada en el concepto de autobús de tránsito rápido, con paradas fijas en estaciones exclusivas.

El proyecto inicia con una etapa de diagnóstico basado en un análisis de tipo cuantitativo y cualitativo, que permita identificar las principales causas que generan el desequilibrio entre los ingresos por tarifas y costos de operación de las rutas alimentadoras del SITM, con el propósito de mejorar la calidad y/o eficiencia del servicio. De acuerdo con lo dicho anteriormente, se diseña un plan de mejoramiento a partir de los objetivos planteados, realizando un análisis técnico – financiero a nivel de perfil para cada una de las propuestas.

Dentro de las propuestas planteadas están: el diseño de una nueva APP orientada a mejorar el sistema de recargas que actualmente utiliza la empresa; disponer de máquinas tipo RVM para realizar recarga verde con el fin de subsidiar a los usuarios, además de fomentar el reciclaje y cuidado del medio ambiente; el diseño de mapa guía, carteles informativos y letreros de señalización en las estaciones de Metrolínea con el fin de facilitar a los usuarios información más completa de las rutas del sistema; finalmente el diseño y creación de formatos para el control de tiempos y salidas de las rutas alimentadoras de Metrolínea para facilitar el registro de la información a los operarios y obtener mayor control de las frecuencias.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Juan Benjamín Duarte Duarte, Doctor en Finanzas de Empresas. Tutor: Julián Eduardo Arenas Rodríguez, Especialista en Ingeniería de Tránsito y Transporte

Abstract

Title: Improvement of the service of the feeder routes of the Integrated System of Massive Transport Metrolínea in the Metropolitan Area of Bucaramanga.*

Authors: María Alejandra Guzmán Guerrero, Deisy Yamile Pinto Acero.**

Keywords: Feeder routes, improvement, users, validations, stations, frequencies

Description

Metrolínea S.A is a massive public transport company in the city of Bucaramanga created in 2002, to improve the vehicular mobility of the city, it is based on the concept of fast transit bus, with fixed stops in exclusive stations.

The project begins with a diagnostic stage based on a quantitative and qualitative analysis, which allows the identification of the main causes that generate the imbalance between the revenues from fees and operating costs of the feeder routes of the SITM, in order to improve the quality and/or efficiency of the service. According to the above information, an improvement plan is designed based on the proposed objectives, performing a technical-financial analysis at the profile level for each of the proposals.

Among the proposed proposals are: the design of a new APP aimed at improving the recharging system currently used in the company, controlling frequency times and generating updated and immediate information; dispose of RVM type machines to perform green recharge in order to subsidize users as well as promote recycling and care for the environment; guide map design, informative posters and sign posts in the Metrolínea stations in order to provide users with more complete information on the routes of the system, finally design and creation of formats for the control of times and outputs of the feeder routes of Metrolínea to facilitate the registration of the information to the operators to get greater control of the frequencies.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Juan Benjamín Duarte Duarte, Doctor of Business Finance. Tutor: Julián Eduardo Arenas Rodríguez, Transit and Transportation Engineering Specialist

Introducción

La implementación de Sistemas Integrados de Transporte Masivo en Colombia surge de la necesidad de dar soluciones a la congestión vial, buscando desplazarse de manera eficiente por cada una de las ciudades de manera segura y rápida. Es así, como se da inicio al desarrollo de este tipo de sistemas en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena y Bucaramanga.

Metrolínea S.A., es una empresa pública encargada de ser el Ente gestor del Sistema Integrado de Transporte Masivo en la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana que entro en funcionamiento en el año 2010 para mejorar la movilidad vehicular prestando un servicio de mayor calidad y eficiente a los bumangueses. Está compuesta por corredores viales troncales, petroncales y vías alimentadoras. Pero como toda empresa ha tenido inconvenientes, pues las rutas alimentadoras están generado pérdidas operacionales para el sistema, es así, que surge este proyecto como una iniciativa del ingeniero civil Luis David Arévalo Durán, profesor cátedra de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, para realizar un estudio a las rutas alimentadoras del sistema de Metrolínea, el cual tuvo contacto directo con las autoras de este proyecto; como primera medida se realizó un diagnostico cuantitativo y cualitativo para analizar y conocer las diferentes circunstancias por las cuales las rutas alimentadoras no generaban los suficientes ingresos para cubrir sus costos de operación y se encuentra que una de las principales causas es la falta de usuarios por no prestar un servicio de calidad y/o eficiente, de allí, surge el interés de realizar el desarrollo de un plan de mejoramiento en el servicio de las rutas

alimentadoras para tomar acciones, empezar a atraer más usuarios al sistema y generar, cada vez, menos pérdidas.

Este trabajo empieza definiendo las generalidades de la empresa con el fin de conocer su funcionamiento; la segunda parte son las generalidades del proyecto y definición de los objetivos que determina el alcance del proyecto; la tercera parte es el marco de referencia, el cual sustentará el análisis y desarrollo del proyecto; la cuarta parte es el diagnóstico del estado actual de la empresa, para el que se hizo uso de herramientas tanto cuantitativas como cualitativas para el análisis e identificación de las causas del principal problema a atacar; en la cuarta parte, se realiza una revisión bibliográfica de diferentes modelos de transporte con el fin de analizar la aplicabilidad en la ciudad de Bucaramanga; en la quinta parte se formula y presenta un plan de mejoramiento en el cual a cada propuesta se le realiza un análisis técnico-financiero a nivel de perfil para determinar su viabilidad. Por último, se realizan conclusiones de lo encontrado a lo largo del desarrollo del proyecto y así mismo se hacen recomendaciones con el fin de prestar un servicio de mayor calidad a los usuarios y que trabajen en el mejoramiento continuo de la empresa.

Tabla de cumplimiento de objetivos

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos del proyecto

Objetivo	Cumplimiento
Realizar una revisión bibliográfica acerca de los diferentes modelos de transporte público para países desarrollados o en vía de desarrollo, para construir un marco de referencia teórico, que sirva como base para el desarrollo de este proyecto.	Capítulo 5
Hacer un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de la situación actual de las rutas alimentadoras del SITM, para identificar los principales problemas que afectan su funcionamiento.	Capítulo 4
Elaborar un plan de mejoramiento para las rutas alimentadoras del SITM, a partir de los resultados obtenidos del diagnóstico, realizando una evaluación técnica-financiera a nivel de perfil para cada alternativa de solución planteada, con el fin de mejorar la calidad y/o eficiencia del sistema y que sean implementadas en el momento que la empresa lo decida.	Capítulo 6

1. Generalidades de la empresa

1.1 Identificación de la empresa.

El Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea, SITM, es un sistema de transporte que entró en funcionamiento en febrero de 2010, con un periodo de un mes de prueba para que la ciudadanía fuera conociendo el sistema en el área metropolitana de Bucaramanga.

Metrolínea S.A., tiene como objeto principal planear, desarrollar, ejecutar, manejar y controlar la prestación del servicio de transporte público masivo de pasajeros al interior del municipio de Bucaramanga y su área metropolitana. En este sentido, a su cargo se encuentra la celebración de los contratos para la ejecución de los aportes de la Nación y de los entes territoriales participantes del proyecto, así como la ejecución de las actividades necesarias para la construcción de operación y mantenimiento del SITM. (Metrolínea, 2018)

1.2 Misión

METROLÍNEA S.A., tiene como misión planear, gestionar, organizar, dirigir y controlar el Sistema Integrado de Transporte Masivo de Bucaramanga y su Área Metropolitana, caracterizándose por contar con el apoyo de un equipo humano competente e identificado con nuestros lineamientos estratégicos enfocado en mejorar sus destrezas y desempeño, trabajamos con eficiencia, confiabilidad, responsabilidad y compromiso con el medio ambiente; con el fin de contribuir al plan de desarrollo de la región y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. (Metrolínea S.A, 2018)

1.3 Visión

METROLÍNEA S.A., se proyecta al 2020 como un Sistema Integrado de Transporte Masivo líder en Colombia, destacándose por sus altos estándares de calidad, la mejor logística de operación, el impulso a la cultura ciudadana, la presencia en los procesos de desarrollo regional, prevaleciendo la optimización de los recursos materiales y financieros disponibles en aras de ser reconocidos como un sistema socialmente rentable y sostenible, con el fin de ganar el reconocimiento y respeto de todas las comunidades locales en las que operamos. (Metrolínea S.A, 2018)

1.4 Localización

Metrolínea S.A., tiene su sede administrativa en la Autopista Floridablanca N° 86-30, como se indica en la figura 1:



Figura 1. Ubicación de la sede administrativa de Metrolínea S.A. Adaptado de Google Maps

1.5 Estructura organizacional



Figura 2. Organigrama de la entidad. Adaptado de Metrolínea S.A., 2018

1.6 Mapa de procesos

Metrolínea tiene como procesos estratégicos la gestión gerencial y de planeación; en sus procesos misionales esta la gestión de operación que son apoyados en los diferentes procesos de apoyo para luego realizar los procesos de evaluación a través del control de la gestión para finalmente buscar la satisfacción del cliente, tal como muestra en la figura 3:



Figura 3. Mapa de procesos. Adaptado de Metrolínea S.A., 2018

2. Generalidades del proyecto

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General. Plantear alternativas de mejora en las 19 rutas alimentadoras del Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea, (SITM), mediante el análisis de ingresos por tarifas y los costos de operación.

2.1.2 Objetivos específicos:

- Realizar una revisión bibliográfica acerca de los diferentes modelos de transporte público para países desarrollados o en vía de desarrollo, para construir un marco de referencia teórico, que sirva como base para el desarrollo de este proyecto.
- Hacer un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de la situación actual de las rutas alimentadoras del SITM, para identificar los principales problemas que afectan su funcionamiento.
- Elaborar un plan de mejoramiento para las rutas alimentadoras del SITM, a partir de los resultados obtenidos del diagnóstico, realizando una evaluación técnica-financiera a nivel de perfil para cada alternativa de solución planteada, con el fin de mejorar la calidad y/o eficiencia del sistema y que sean implementadas en el momento que la empresa lo decida.

2.2 Planteamiento del problema

Metrolínea S.A., es una empresa prestadora del transporte masivo en Bucaramanga, que comenzó su funcionamiento en febrero del 2010, con el fin de mejorar la movilidad vehicular, disminuir los tiempos de viaje, la contaminación, los índices de accidentalidad, crear accesibilidad para discapacitados, un espacio público más cómodo, organizado y seguro en la ciudad y su AMB. (Metrolínea, 2017).

Sin embargo, a pesar de que la empresa implementó un sistema de transporte público de autobús tipo BRT no ha podido cumplir con las expectativas de ofrecer un servicio de mayor calidad, dado que por sondeos preliminares con los funcionarios de la empresa se puede plantear una primera hipótesis que la empresa presenta un desequilibrio entre sus ingresos por tarifa y costos por

kilómetro recorrido para las rutas alimentadoras dado a la falta de usuarios, o que se confirma con la Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros (EtuP) del Dane, la cual indica que para el año 2017 se presentó una caída de 21,1% en la cantidad de tiquetes validados con relación el año pasado y para el primer trimestre del presente año las rutas alimentadoras tienen una pérdida de 5,5% de pasajeros validados con respecto al 2017.

Dado que en los últimos años se ha venido presentado una disminución de usuario, surge la necesidad de contribuir en los procesos misionales de la empresa para evitar la pérdida de usuarios brindando un servicio de mayor calidad para lo cual inicialmente se realiza un análisis cuantitativo y cualitativo de las 20 rutas alimentadoras donde se puede validar que existe un desequilibrio entre los ingresos recibidos por la tarifa que pagan los usuarios y los costos por kilómetro recorrido que son pagados a las operadoras Metrocinco Plus S.A. y Movilizamos S.A.

Es así como existe la necesidad de hacer un plan de mejoramiento para las rutas alimentadoras del SITM realizando una evaluación técnica-financiera a nivel de perfil para cada una de las alternativas planteadas que lo requiera, con el propósito de mejorar la calidad y/o eficiencia del servicio dado que estos dos aspectos están interrelacionados, es decir, la búsqueda de la mejora en la calidad del servicio proporciona mayores usuarios y al conseguirlo aumenta directamente la eficiencia del sistema, según las políticas internas de la empresa solo se podrán realizar mejoras sujetas a la calidad del servicio más no a la infraestructura ni a los recorridos de las rutas.

2.3 Resultados esperados

Se dará inicio con un diagnóstico de la situación actual de la empresa para identificar las causas por las cuales las rutas alimentadoras presenta un desequilibrio entre los ingresos por tarifa de usuario y los costos de operación.

Posterior a esto, se hará una revisión bibliográfica de los diferentes modelos de transporte público masivo en algunas ciudades de Colombia y algunos modelos de transporte público en algunos países, que suministre la información necesaria para elegir diferentes estrategias de mejora en la calidad del servicio y evaluar su aplicabilidad en Metrolínea S.A.

Así mismo, interpretar por medio de herramientas cuantitativas, como ANOVA de un solo factor, si existen diferencias significativas en las medias de las validaciones de pasajes para los diferentes días de la semana, y si las hay por medio de la prueba TUKEY comparar en que días de la semana se presentan dichas diferencias.

A partir de los resultados encontrados en el diagnóstico se elaborará un plan de mejoramiento con diferentes alternativas de solución para aumentar la calidad y/o eficiencia del servicio, a través de una evaluación técnica-financiera a nivel de perfil e implementar aquellas mejoras que por tiempo, recursos y disposición de la empresa sean viables.

2.4 Metodología del proyecto

A continuación, se muestra la metodología a aplicar basada en los objetivos planteados para la ejecución del proyecto.

Fase 1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa. Para llevar a cabo el diagnóstico lo primero que se realizará es conocer aspectos importantes de la empresa como la cultura organizacional (Misión, Visión, objeto social) y mapa de procesos.

Conocer información general de las rutas alimentadoras, división de la tarifa del pasaje y kilómetros recorridos para cada ruta alimentadora.

- Realizar un análisis de los datos suministrados por la empresa para determinar los promedios del índice de pasajeros por kilómetro recorrido (IPK), el comportamiento de las validaciones de pasajes, determinar el punto de equilibrio entre los costos de operación e ingresos por tarifa, y reestructuración de las rutas alimentadoras.

- A partir de los resultados encontrados, realizar entrevistas en profundidad a los operadores de las rutas alimentadoras para identificar los principales problemas que afectan el servicio, de igual manera hacer entrevistas a los usuarios para conocer la calidad del servicio y sugerencias para mejorarlo.

- Además, se interpretan las validaciones de pasajes por medio de un análisis estadístico tipo ANOVA de un factor y TUKEY.

Fase 2. Revisión bibliográfica de los diferentes modelos de transporte público

- Hacer una investigación bibliográfica donde se identifiquen los sistemas de transporte masivo del país y otros países, así como los medios de pago del pasaje, financiación y tecnologías que ayuden a brindar un servicio de alta calidad y de esta manera analizar críticamente la información recopilada con el fin de determinar si las condiciones del medio del área metropolitana de Bucaramanga son aplicables a tecnologías usadas en otros países.

Fase 3. Elaboración del plan de mejoramiento

- Se elaborará un plan de mejoramiento del SITM para las rutas alimentadoras donde se analizan las debilidades encontradas en el diagnóstico y teniendo en cuenta la revisión bibliográfica se formularán mejoras enfocadas a la calidad y/o eficiencia del servicio de las rutas

alimentadoras, en donde a cada una se le hará una evaluación técnico-financiera la cual será definida a nivel de perfil teniendo en cuenta las siguientes etapas como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2.

Etapas de la evaluación financiera nivel de perfil

Etapas	Descripción
1. Análisis Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • Localización • Objetivos de la propuesta de mejora • Descripción de la propuesta • Ficha técnica • Realizar un análisis con la matriz DOFA
2. Análisis Financiero	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión aproximada, realizando cotizaciones. • Pay Back o tiempo de recuperación de la inversión.

- Presentar un informe con las propuestas planteadas para el mejoramiento de la calidad y/o eficiencia del servicio para las rutas alimentadoras a los directivos de la entidad para que seleccionen aquellas propuestas que por tiempo, recursos y disposición de la misma sean aprobadas.

- Diseño y documentación de las propuestas aprobadas.

3. Marco de referencia

A continuación, se presenta el marco conceptual en el cual se definen términos que serán utilizados en el desarrollo de este proyecto, posteriormente se realizará un marco de antecedentes en el cual

incluye proyectos de grado desarrollados que aporta a la elaboración de este proyecto y finalmente se realizara un marco teórico que permite definir las teorías que se utilizarán para ordenar el desarrollo del proyecto.

3.1. Marco conceptual

A continuación, se definen los conceptos claves de palabras utilizadas para que puedan ser contextualizadas a lo largo del documento, ya que son términos especializados para referirse a un concepto particular. (García)

- **Pasajeros validados:** son aquellos usuarios que pagan el pasaje a través de una tarjeta inteligente en el momento del ingreso al bus alimentador.
- **Tarifa de usuario:** Es el costo del pasaje para la utilización de los servicios del Sistema Metrolínea, que se cobra a los pasajeros del sistema. La tarifa al usuario ha sido estructurada sobre la base de la tarifa técnica de operación, la cual es única e integrada dentro del sistema, y está en condiciones de reflejar la variación de costos del sistema.
- **Tarifa técnica de operación:** Es el resultado aritmético de dividir la sumatoria de los egresos representados por la participación a los agentes del Sistema Metrolínea entre el total de viajes que constituyen pago, en un período de tiempo determinado.
- **Índice de pasajeros por kilómetro:** son los pasajeros validados sobre los kilómetros recorridos.
- **Costo por kilómetro:** es el producto de los kilómetros recorridos por la tarifa técnica de operación.
- **Ingresos:** es el producto de los pasajes validados por la tarifa de usuario.

- **Punto de equilibrio:** es el punto donde los ingresos son iguales a los costos por kilómetro, es decir, no existe utilidad, ni pérdida.
- **Despachos:** es la salida de buses de las diferentes estaciones, en un horario establecido y registrado.

3.2. Marco de antecedentes

Se hace una revisión de tres trabajos de grado desarrollados por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, relacionados con el proyecto actual para identificar posibles aportes al mismo:

Martínez Juan Camilo y Rodríguez William Gerardo desarrollaron un proyecto sobre “*El estudio y análisis del transporte informal en la ciudad de Bucaramanga*” cuyo trabajo hace referencia a la problemática del uso de transporte informal que viene creciendo de manera alarmante en el área metropolitana de Bucaramanga el cual afecta de manera directa al SITM (Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea), para la investigación se realizaron encuestas a los habitantes arrojando como resultado que un 14,58% tienen como principal medio de transporte el informal, según las respuestas de los encuestados el transporte informal se encuentra dentro de toda la zona urbana de Bucaramanga y parece estar consolidado, ya que se localiza en las principales vías y cualquier hora del día, el transporte informal seguirá creciendo cada año si no realiza un control y un plan de mejora para el SITM.

En relación con lo anterior es fundamental tomar en cuenta las opiniones de los habitantes entrevistados para determinar que políticas o alternativas de mejora se pueden realizar en el sistema de Metrolínea para tener una atracción de usuarios con una eficiencia y eficacia en el servicio.

Por otro lado, Camacho Jhon Jairo y Casas Jonathan Ricardo desarrollaron un proyecto titulado *“Identificación del comportamiento de la demanda de viajes correspondiente al sistema de buses alimentadores Metrolínea”* el cual hace referencia a una investigación sobre los buses alimentadores del SITM, basándose en un análisis y determinación de las condiciones actuales que presenta el sistema alimentador, caracterizando el comportamiento de la demanda de viajes por medio del método de ascenso y descenso de pasajeros en una muestra representativa de seis rutas considerando las horas pico y valle de las mismas, con el propósito de identificar el comportamiento y establecer indicadores, cargas máximas, tiempos de recorrido, validaciones efectivas entre otras para establecer las falencias que tiene el sistema. Partiendo de que la función principal que tiene el bus alimentador es captar y distribuir los usuarios de las cuencas donde se encuentran a las estaciones principales para realizar los transbordos pertinentes, con base en esto, el diseño inicial del sistema alimentador se basó en tener frecuencias bajas, recorridos cortos y áreas de cobertura grandes para facilitar el transporte de los usuarios a las diferentes estaciones y de esta manera generar un Índice de Pasajero por Kilómetro recorrido (IPK) sostenible para el sistema. Respecto a lo anterior, está claro que Metrolínea no cumple con las expectativas trazadas desde el inicio, pues no lleva un control adecuado acerca de la ejecución en campo de la operación planteada del sistema, lo que trae como consecuencia que la empresa no pueda tomar correctivos necesarios para poder brindar un servicio con condiciones programadas y que existe una falta de control por parte de las empresas operadoras en las cuencas alimentadoras donde inicia el recorrido para que se pueda tener una oferta de buses apropiada para cubrir las necesidades de los usuarios, por otra parte Metrolínea no cuenta con la tecnología necesaria para el diseño de rutas y la programación de estas.

Es importante destacar que el presente trabajo se diferencia de este proyecto, en el análisis cuantitativo de las validaciones y en el análisis cualitativo por medio de entrevistas en profundidad realizadas.

Rojas Katerine y Gutiérrez Daniel en su trabajo de grado *“Identificación técnico-económica de la demanda y oferta correspondiente a los buses alimentadores del sistema Metrolínea en el área metropolitana de Bucaramanga”* hace referencia al desequilibrio económico que existe entre los ingresos por la tarifa del usuario y los costos de operación en los buses alimentadores del SITM. En este proyecto se realizó un análisis de la tarifa técnica de operación y la tarifa del usuario para ser comparada con los pasajeros movilizados y pasajeros validados, al igual que con la capacidad y eficiencia de la flota y observar su relación. Posteriormente realizan una estimación de lo que realmente debería ser la tarifa técnica de operación y la tarifa del usuario, teniendo en cuenta los costos fijos, variables y de capital, para que el sistema pueda encontrar su punto de equilibrio.

Este trabajo y el presente proyecto, tienen en común el desequilibrio económico entre los ingresos y los costos de operación de las rutas alimentadoras del SITM, debido a que no hay suficientes usuarios porque Metrolínea aún no logra brindar un servicio eficiente y de mayor calidad, aún falta sensibilizar a la ciudadanía para que utilice el sistema. En ambos proyectos se reconoce que la empresa debe hacer un plan de mejoramiento para atacar a las principales causas que afectan el sistema, sin embargo, es importante resaltar que la diferencia entre estos proyectos es que uno busca encontrar cuál sería la tarifa ideal y el otro plantear alternativas de solución para encontrar un equilibrio económico entre los ingresos y los costos de operación.

3.3 Marco teórico

El marco teórico presentado a continuación hace referencia a las diferentes metodologías usadas que sirven como base para la indagación de las actividades descritas en este proyecto, mediante investigaciones realizadas por diferentes autores donde se describe entrevistas en profundidad, análisis de varianza de un factor y el test de Tukey.

3.3.1 Evaluación financiera a nivel de perfil. Se realiza a partir de información secundaria o bibliográfica para las diferentes alternativas de solución de un proyecto donde a manera preliminar se estiman inversiones, costos y beneficios sin necesidad de realizar interpretaciones complejas. Para esta etapa del proyecto se debe analizar principalmente los siguientes elementos: estudio de mercado, tamaño y localización del proyecto. (Orozco, 2017)

3.3.2 Entrevistas en profundidad. Se define como una técnica social en la cual se establece una relación cara a cara con el investigador/entrevistado, en el que se establece una comunicación en relación de conocimiento que es dialógica, espontánea, concentrada y de intensidad. (Cerón, 2006)

El investigador establece una interacción con el entrevistado realizando preguntas abiertas las cuales tienen como objetivo obtener información, este tipo de entrevistas tienen relación con planteamientos epistemológicos, teóricos y metodológicos que definen una realidad social, no intenta medir cuantitativamente sino acceder a una información verbal rica en significados para indagar sobre un tema (llamados estudios exploratorios), a fin de esto la entrevista explora una

problemática social desconocida y con información recogida, después se generan unas variables como características sociales externas, independientes y objetivas.

En el proceso de obtención de información por parte del entrevistado, se generan dos tipos de información las cuales son verbales como las palabras, y no verbales como son información gestual y corporal, de esta manera se interpretan la información.

La entrevista en profundidad opera como una técnica de producción de información de doble tipo: información verbal oral (las palabras, significados y sentidos de los sujetos implicados en la entrevista) e información de tipo gestual y corporal (las expresiones de los ojos, el rostro, la postura corporal, etc.), que son leídas o interpretadas durante la interacción cara a cara y que, por lo general, resultan claves para el logro de un mayor o menor acceso a la información y “riqueza” del sujeto investigado, ya que condicionan la interacción y el grado de profundidad durante la situación de la entrevista (una entrevista puede fracasar o dar grandes logros, dependiendo de un investigador atento a toda la información que le da su entrevistado).

Para la recopilación de los datos y el registro es importante la utilización de grabaciones, tanto de audio como de video que permiten tener información más detallada. Para el análisis de las entrevistas en profundidad se utiliza la teoría de Taylor y Bogdan que recomiendan tres niveles:

El descubrimiento, donde se ordenan todos los datos obtenidos en las entrevistas revisando cada transcripción, notas y apuntes y anécdotas. El siguiente nivel es la codificación, que consiste en clasificar la información anterior y finalmente el último nivel es la relativización de los datos, que consiste en interpretar los datos haciendo uso de diagramas, cuadros y todo tipo de esquemas que permitan construir argumentos más sólidos. (Robles, 2011)

3.3.3 Análisis de Varianza de un factor (ANOVA). El análisis de varianza de un factor se puede utilizar cuando se requiere analizar una respuesta cuantitativa, llamada comúnmente variable dependiente, medida en cierta condición experimental identificada por una variable categórica conocida como variable independiente, para ello, es necesario probar la hipótesis para determinar si las medias poblacionales de la variable dependiente son iguales o diferentes, es decir:

$$H_0 = \text{Las medias son iguales}$$

$$H_A = \text{Algunas de las medias son diferentes}$$

Para determinar si las diferencias entre las medias poblacionales son estadísticamente significativas se puede analizar por medio del valor P que se obtiene a través de Minitab para que sea comparado con $\alpha=0,05$. La interpretación se realiza de la siguiente manera:

Si el valor $P \leq 0,05$ entonces se rechaza la hipótesis nula, es decir, si existen diferencias significativas entre las medias poblacionales y si por el contrario el valor $P > 0,05$ entonces se acepta la hipótesis nula, lo que significa que en al menos dos pares de medias poblacionales son iguales.

El análisis de varianza de un solo factor simplemente determina si existe diferencias significativas entre medias poblacionales, pero también, se requiere conocer entre que pares de medias poblacionales existe diferencias por lo que se utilizara la prueba Tukey que es la encargada de comparar todos los pares posibles de medias de todos los grupos. (Garza & Gónzales, 2013)

4. Diagnóstico de la empresa

Con el propósito de detectar los problemas actuales que presenta la empresa Metrolínea, se lleva

a cabo el uso de herramientas cualitativas y cuantitativas que permitan hacer un diagnóstico detallado, con la finalidad de reunir la información necesaria para identificar las deficiencias en las rutas alimentadoras del SITM, la cual será base técnica para justificar el planteamiento del problema e identificar propuestas de mejora, para esto es necesario realizar el siguiente procedimiento:

Revisión documental: Para llevar a cabo el diagnóstico es necesario primero conocer aspectos importantes de la empresa como la cultura organizacional (misión, visión, objeto social) y el mapa de procesos. Así mismo, conocer información general de las rutas alimentadoras, la división del valor de la tarifa del pasaje y kilómetros recorridos para cada ruta alimentadora.

Análisis del diagnóstico cuantitativo: En esta etapa es necesario realizar un análisis de los datos cuantitativos suministrados por la empresa para hallar los promedios del IPK con el fin de determinar cuáles rutas son las peores, y de esta manera determinar el comportamiento de las validaciones de pasajes, determinar el punto de equilibrio entre los costos de operación e ingresos por tarifa, y reestructuración para cada una de ellas.

Análisis del diagnóstico cualitativo: Para este proceso es necesario aplicar entrevistas en profundidad a los operadores y a los usuarios de las rutas alimentadoras lo cual permite un diálogo entre el entrevistador y el entrevistado para recolectar información acerca de las principales causas que afectan la calidad del servicio.

Análisis estadístico: De acuerdo con la información recolectada en el análisis del diagnóstico cuantitativo y cualitativo realizados anteriormente, se realiza el análisis de varianza de un factor para determinar si existen diferencias significativas entre los días de la semana, y a partir de estos

resultados aplicar la prueba Tukey para comprobar en cuales días de la semana existen dichas diferencias.

Conclusiones del diagnóstico: Finalmente se realiza el análisis y conclusiones de los resultados obtenidos en el desarrollo del diagnóstico.

4.1 Información general de las rutas alimentadoras

Las rutas alimentadoras están diseñadas para realizar recorridos cortos a usuarios hacia y desde los barrios hasta las estaciones que se encuentran ubicadas en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta, pero en el caso de Bucaramanga estas rutas se comportan algunas veces como rutas convencionales. En la figura 4 se observa el modelo de bus alimentador que cuenta con una capacidad máxima de 60 pasajeros, dos puertas las cuales son para el ingreso y salida de pasajeros, un tiempo de frecuencia de 7 a 10 minutos en hora pico, siendo estas de 7:00 am - 8:00 am, 12:00 am – 2:00 pm, 6:00 pm – 7:30 pm y en la hora valle de 12 a 14 minutos, las cuales pertenecen a las demás horas del día. Sus buses son de marca Mercedes Benz, carrocerías Marcopolo Senior y Busscar Masster. Su costo de operación es de \$3.668,41 por kilómetro recorrido.



Figura 4. Bus alimentador del SITM.

El costo del pasaje es \$2300 que es la tarifa correspondiente para el año 2018 y en la tabla 3 se presenta la división de dicha tarifa.

Tabla 3.

Participación en la operación agentes del SITM

Distribución Tarifaria			
Grupo	Entidad	Participación	Se liquida sobre
1	TISA S.A.	13,50%	El total Recaudo
2	Metrolínea	6,85%, 4,79%, 1.87%	El total Recaudo
3	Área Metropolitana de Bucaramanga	\$5 pesos	Por validación
4	Metrocinco	Valor(\$)	Por km recorrido según tipología de bus
5	Movilizamos	Valor(\$)	Por km recorrido según tipología de bus

Nota: * Distribución de la tarifa del pasaje. Adaptado de informe de gestión presupuestal 2018 Metrolínea S.A

El valor del pasaje se divide en las siguientes entidades el 13,5% es para Transporte Inteligente S.A (TISA), la empresa de recaudo y control de los viajes de los usuarios, el 6,85% es para Metrolínea como ente gestor de la prestación del servicio, el 4,79% para mantenimiento y funcionamiento, el 1,87% para contingencias judiciales. Además, se debe pagar \$5 pesos por cada validación al AMB y el resto es para las dos operadoras Metrocinco Plus y Movilizamos, quienes son las empresas que prestan el servicio del bus urbano en la ciudad que se les paga por kilómetro recorrido.

En la tabla 4, se presentan las 20 rutas alimentadoras del SITM del área metropolitana de Bucaramanga, las cuales estaban en funcionamiento al momento de iniciar el proyecto, con sus respectivos kilómetros por recorrido:

Tabla 4.

Kilómetros y recorridos para cada ruta alimentadora

Ruta	KM	Recorrido	Sector
AB1	16,5	La Joya - Terrazas	Bucaramanga
AB2	23,8	Porvenir - Crr 33	Bucaramanga
AB3	5,2	La Victoria	Bucaramanga
AN1	13,6	Parque estación UIS - Kennedy	Bucaramanga
AC1	6	Cañaveral - Altos de Vellavista	Floridablanca
AC4	5	Cañaveral - UNAB- Palomitas	Floridablanca
AF1	7	Lagos - Limoncito	Floridablanca
AF2	8,4	Lagos Cotrasur	Floridablanca
AP1	7,5	Provenza - Reposo	Provenza
AP2	9,3	Provenza - El Carmen	Provenza
AP3	7,1	Provenza - Toledo Plata	Provenza

Tabla 4. *Continuación*

Ruta	KM	Recorrido	Sector
AP5	9,1	Provenza - Manuela Beltran	Provenza
AP7	6,2	Provenza - Comultrasan	Provenza
AP12	8,7	Provenza Oriental - UDES	Provenza
APD1	3,3	Estación Temprana - Refugio	Piedecuesta
APD2	8,7	Estación Temprana - Hipinto	Piedecuesta
APD4	5,3	Campoverde	Piedecuesta
APD6	11,2	Tejaditos	Piedecuesta
APD7	9,8	Paseo del puente	Piedecuesta
APD8	3,3	Cabecera del llano - Molinos del viento	Piedecuesta

Nota* Información del número de kilómetros, recorrido y sector para cada ruta alimentadora. Adaptado de la empresa Metrolínea S.A.

Como se puede observar las rutas AB1 y AB2 tienen la mayor longitud de kilómetros en su recorrido en comparación de las otras rutas, incumpliendo con su principal característica de realizar recorridos cortos, por lo cual no es tan eficiente debido a que se debe pagar por kilómetro sin importar el número de pasajeros y por consiguiente si no hay suficientes usuarios durante el recorrido, mayor será el costo de operación y la ruta empieza a ser no factible.

Los resultados del diagnóstico se identifican a continuación:

4.2 Resultado del diagnóstico cuantitativo

4.2.1 Promedio del IPK. Metrolínea evalúa la eficiencia de las rutas por medio de un indicador denominado Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK) con el que mide el número promedio de pasajeros que ingresan al bus en cada kilómetro de recorrido, entre más alto sea el IPK más rentable

será la ruta, pues su ingreso será mayor para un nivel de costos constante. En la figura 5 se muestra un registro del promedio del IPK para el año 2017.

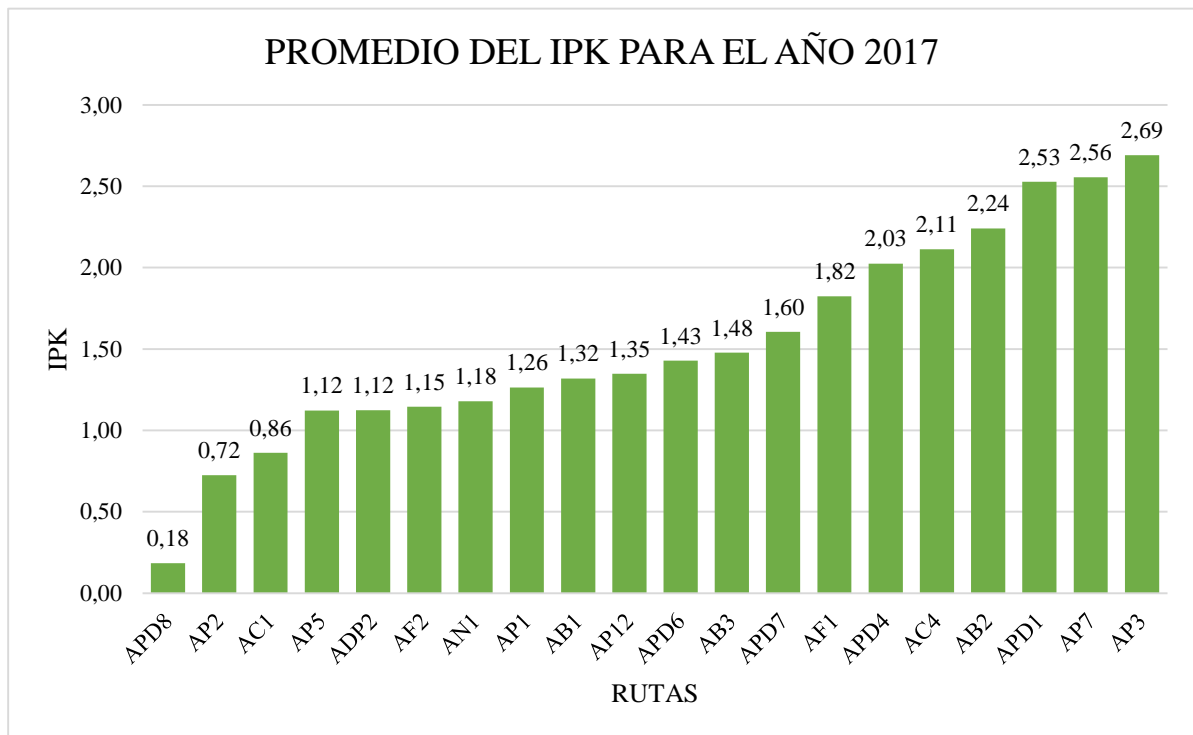


Figura 5. Promedio del IPK

A partir de la figura promedio del IPK se observa que todas las rutas alimentadoras presentan un IPK inferior de 2,7, lo que permite identificar que todas las rutas no cumplen con el IPK ideal¹ para encontrar su punto de equilibrio, lo que quiere decir que estas rutas no alcanzan a cubrir los costos que se pagan por kilómetro recorrido. Para demostrar que el IPK ideal es de 4 se tuvo en cuenta que el costo por kilómetro recorrido es de \$3668,41 y que el ingreso es de \$2100 por

¹ Según el documento de Conpes (Consejo Nacional de Política Económica y Social) número 3370 de agosto 1 de 2005, radican: “que los índices de pasajeros por kilómetro para que haya equilibrio tiene que ser superior a 4”

pasajero y se debe cumplir con la siguiente condición, $Ingreso > \frac{Costo\ por\ km}{IPK}$. En la tabla 5 se presenta un ejemplo que demuestra que el IPK ideal debe ser 4:

Tabla 5.

Ejemplo del IPK ideal

IPK	Tarifa Usuario	Costo por Km	Costo/IPK	Resultado
4	\$2.100,00	\$3668,41	\$ 917,10	IPK ideal
0,5	\$2.100,00	\$3668,41	\$ 7.336,80	IPK no ideal

Se comprueba que con IPK de 4 la tarifa de usuario alcanza para cubrir los costos que se paga por kilómetro recorrido, mientras que con IPK de 0,5 no se logra cubrir este costo generando una pérdida de \$5236,8.

Por otra parte se observa en la figura 6 que las peores rutas del sistema alimentador son la APD8, AP2, y AC1 siendo su IPK inferior a 1, lo que significa que estas rutas no alcanzan a transportar un pasajero por kilómetro recorrido, generando pérdidas ya que los ingresos por tarifa no alcanzan a cubrir los costos por kilómetro recorrido; estas rutas tienen en común que para los barrios donde operan hay pocos puntos de recarga². Por otra parte, las rutas APD1, AP7 y AP3 presentan el mayor IPK entre todas las rutas, pero no superan el 2,7, es decir no cumplen con su IPK ideal; tienen en común que sus kilómetros de recorrido son los más cortos con respecto a las demás rutas.

Como resultado se tiene que todas las rutas alimentadoras tienen un déficit en su IPK por lo que para efectos de este trabajo es necesario hacer un análisis detallado para las 20 rutas.

² Ver justificación en el numeral 4.3.2 por medio de las entrevistas en profundidad a usuarios

4.2.2 Análisis de validación de pasajes. Se llevó a cabo un estudio detallado de las validaciones realizadas en el año 2016 y 2017 para cada ruta, con el fin de estudiar su comportamiento para cada día. El primer análisis se realizó por medio de gráficas, (Ver Apéndice A), donde se identificaron la existencia de picos bajos para cada ruta los cuales pertenecen a los días sábados, domingos y festivos; debido a esto surge el interrogante ¿Realmente existe una diferencia entre sábados, domingos y festivos con los demás días de la semana para las rutas alimentadoras?

La tabla 6 permite observar las validaciones de pasajes para cada una de las rutas en el año 2016 y 2017.

Tabla 6.

Número de validaciones para cada ruta

Ruta	Validaciones 2016	Validaciones 2017	% Pérdida o ganancia de pasajeros
APD1	224.237	319.370	29,79%
AP12	330.193	374.950	11,94%
AP7	507.084	552.301	8,19%
AP1	332.550	346.025	3,89%
APD6	510.314	522.610	2,35%
APD4	407.649	394.666	-3,29%
APD2	228.064	216.126	-5,52%
AC4	415.666	374.708	-11,50%
AP5	352.070	329.796	-6,75%
APD7	525.686	485.883	-8,19%
AF2	321.684	284.496	-17,82%
AB1	716.558	636.635	-13,53%

Tabla 6. *Continuación*

Ruta	Validaciones 2016	Validaciones 2017	% Pérdida o ganancia de pasajeros
AB3	223.184	197.230	-13,84%
AP3	555.524	454.808	-22,14%
AF1	655.790	541.888	-21,42%
AB2	2.165.254	1.779.821	-24,42%
AP2	296.327	224.953	-31,73%

Nota* Información del total de validaciones de pasajeros para el año 2016 y para el periodo de enero-Julio del 2017. Suministrado por Metrolínea S.A.

Como se evidencia en la tabla 6, para el año 2016 la mayor cantidad de validaciones la obtuvo la ruta AB2, con un total de 2'165.254 pasajeros y para el año 2017 esta ruta reincide con el mayor número de validaciones equivalente a 1'779.821 pasajeros, pero tuvo un porcentaje de pérdida de pasajeros del de -24,42%. Por el contrario, la ruta que tuvo menor cantidad de validaciones para los dos años es la AB3 con un porcentaje de pérdida de -13,84% pasajeros.

La ruta que más gano pasajeros de un año a otro es la APD1, la cual opera en Piedecuesta, con un porcentaje del 29,79%. Por otra parte, la ruta que mayor pérdida de pasajeros tuvo fue la AP2 con un porcentaje equivalente -31,73% que realiza su recorrido por el sector de Provenza.

De las 17 rutas, 12 de ellas presentaron pérdidas de pasajeros de un año a otro, por lo tanto, solo 5 rutas ganaron pasajeros.

Para las tres rutas faltantes se les hace un análisis diferente puesto que las rutas AN1 y AC1 empezaron su funcionamiento a partir del mes de septiembre del 2016, por lo tanto, solo es posible analizar y comparar tres meses para los dos años. En la tabla 7 se encuentran las validaciones de pasajes para las rutas AN1 y AC1:

Tabla 7.

Número de validaciones para las rutas AN1 y AC1

Ruta	Validaciones SEP- DIC 2016	Validaciones SEP- DIC 2017	% Pérdida o ganancia de pasajeros
AN1	108287	150330	28%
AC1	51245	57419	11%

La ruta AN1 tuvo mayor número de validaciones en el año 2017 que en el año 2016 al igual que la ruta AC1, por lo tanto, se tuvo una ganancia de pasajeros del 28% y 11% respectivamente.

Y para el caso de la ruta APD8 se tiene en cuenta un periodo de comparación de 6 meses que se realizará de enero a junio para 2016 y 2017, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8.

Validaciones para la ruta APD8

Ruta	Validaciones Enero- Junio 2016	Validaciones Enero- Junio 2017	% Pérdida o ganancia de pasajeros
APD8	10997	2655	-314,20%

Como se puede observar, la ruta APD8 obtuvo para el periodo del 2016 un total de 10.997 validaciones y para el periodo del 2017 obtuvo 2.655 validaciones, con una pérdida total del -314,20% una cifra bastante considerable, una de las causas es que durante el periodo del 2016 esta ruta realizada su recorrido desde el barrio el Mirador hasta el barrio la Candelaria de Piedecuesta, mientras que en el periodo del 2017 esta ruta operaba exclusivamente para el barrio Molinos del viento en Piedecuesta donde hay poca demanda de pasajeros.

4.2.3 Punto de equilibrio. Para hacer este tipo de diagnóstico se tienen en cuenta los ingresos

que recibe cada ruta por las validaciones de pasajes, los costos de operación que son la tarifa que se debe pagar por kilómetro recorrido y la tarifa del pasaje. Este procedimiento solo se halla para el año 2016 y 2017, con el fin de determinar cuál es la cantidad promedio de pasajeros que hicieron falta en las rutas alimentadoras durante este tiempo, es decir, la cantidad de validaciones faltantes para que el sistema no presente pérdidas ni ganancias y realizar así una comparación entre un año a otro con el fin de conocer si para el año 2017 hicieron falta mayor cantidad de usuarios que el año 2016, para lograr un equilibrio económico entre costos por kilómetro recorrido e ingresos por tarifa.

El punto de equilibrio se determina a partir de la ecuación 1.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{costo por km} - \text{ingreso por pasaje}}{\$2100} \quad (1)$$

Dónde: \$2100: precio del pasaje para el año 2017; Costo por km: Es el costo que el sistema debe pagar por cada kilómetro que recorre para las rutas alimentadoras el cual es \$3.597,18 este valor se multiplica por la cantidad de kilómetros que transitaron por cada mes; Ingreso por pasaje: Es el ingreso que recibe el sistema por usuarios que utilizan la ruta, es decir, \$2100 multiplicado por la cantidad de validaciones por cada mes.

Los resultados de la aplicación de la ecuación se presentan en la tabla 9.

Tabla 9.

Diferencia promedio de validaciones para las rutas

Ruta	Promedio del año 2016	Promedio del año 2017	Diferencia entre 2017 y 2016
APD1	-18	-252	-234
AP1	503	406	-97
AP3	-408	-449	-41
AP5	580	560	-20
AP7	-552	-561	-9
APD2	230	254	24
APD6	214	278	64
APD7	27	104	77
AC4	-326	-230	96
AB3	-49	82	131
APD4	-331	-178	153
AP12	79	257	178
AB1	255	449	194
AF1	-336	-118	218
AP2	610	836	226
AF2	130	377	247
AB2	-1401	-534	867

Para las rutas AP1, AP5, APD2, APD6, APD7, AP12, AB1, AP2 y AF2 el promedio de validaciones presenta signo positivo tanto para el año 2016 como el año 2017, esto significa que a estas rutas no les hizo falta validaciones de pasajes para lograr un punto de equilibrio durante los dos años, por el contrario, superaron la cantidad de usuarios que se necesitaban para que no se

obtuviera una pérdida en estas rutas. Por otra parte, se encontró una diferencia positiva de validaciones del año 2017 respecto al año 2016 en las rutas APD2, APD6, APD7, AC4, AB3, APD4, AP12, AB1, AF1, AP2, AF2 y AB2 lo que significa que para el año 2017 se obtuvieron mayor cantidad de validaciones que en año 2016.

Para las rutas AP1, AP5, APD2, APD6, APD7, AP12, AB1, AP2 y AF2 el promedio de validaciones presenta signo positivo tanto para el año 2016 como para el año 2017, esto significa que le hicieron falta esta cantidad de validaciones de pasajes para llegar al punto de equilibrio durante los dos años; además se encontró una diferencia negativa de validaciones del año 2017 respecto al año 2016 en las rutas APD1, AP1, AP3, AP5 y AP7 lo que significa que para el año 2016 se obtuvieron mayor cantidad de validaciones que en el año 2017.

Por otro lado, en el año 2016 las rutas que menos cantidad de pasajeros necesitaron para tener un punto de equilibrio fueron las rutas AB3, AP12 y APD7, pero para el año 2017 a las rutas AP12 y APD7 les hace falta una cifra significativa de usuarios respecto al año 2016.

Entonces, a 12 de las 17 rutas les hizo falta validaciones en los dos años 2016 y 2017 para alcanzar su punto de equilibrio, solo teniendo en cuenta los costos operativos, excluyendo los costos fijos, variables y de capital que tiene la empresa, pues si se tuvieran en cuenta estos costos, la cantidad de validaciones que faltarían para tener punto de equilibrio sería aún mucho mayor.

En la tabla 10 las rutas AN1 y AC1 iniciaron su funcionamiento en el mes de septiembre de 2016, por tanto, no es posible comparar el punto de equilibrio en los dos años, por ende, se realizó una comparación en el periodo de septiembre en el cual inicio el funcionamiento de estas dos rutas al mes de diciembre del año 2016 y el año 2017.

Tabla 10.

Diferencia del promedio del punto de equilibrio para las rutas AN1 y AC1

Ruta	Promedio del año 2016	Promedio del año 2017	Diferencia entre 2017 y 2016
AN1	565	605	39
AC1	167	475	308

El promedio del punto de equilibrio para el año 2017 fue mayor que el del 2016, lo que significa que hicieron falta más validaciones para el año 2017 en comparación con el 2016 para las dos rutas.

En la tabla 11 la ruta APD8 se realizó un análisis del promedio de punto de equilibrio entre el periodo de enero a junio del año 2016 en comparación con el del año 2017, ya que esta ruta solo estuvo en funcionamiento hasta el mes de junio del año 2017.

Tabla 11.

Promedio del punto de equilibrio de la ruta APD8

Ruta	Promedio del punto de equilibrio 2016	Promedio del punto de equilibrio 2017	Diferencia entre el 2017 al 2016
APD8	299	154	-145

Como se puede observar, el promedio de punto de equilibrio del año 2016 es mayor al del año 2017, en cuanto a 145 validaciones, esto quiere decir que para el año 2017 hizo falta mayor cantidad de validaciones para que no hubiera perdidas ni ganancias y se alcanzara el punto de equilibrio.

4.2.4 Análisis de la reestructuración de las rutas. Durante el año 2016, en el mes de septiembre, y en el año 2017, en el mes de junio, se realizó una reestructuración en algunas rutas ampliando o disminuyendo su recorrido con el objetivo de aumentar el número de validaciones, para corroborar si esto se cumplió se realizó un análisis para identificar el promedio porcentual de pérdida o ganancia. El procedimiento que se realizó fue comparar el número de validaciones del mes en el cual se hizo la reestructuración de la ruta con respecto a los meses anteriores y posteriores a este, con las ecuaciones 2 y 3.

Para los meses anteriores a la reestructuración (septiembre 2016):

$$\left(\frac{\text{mes de la reestructuración}}{\text{mes anterior a la reestructuración}} \right) - 1 \quad (2)$$

Para los meses posteriores a la reestructuración (septiembre de 2016):

$$\left(\frac{\text{mes posterior a la reestructuración}}{\text{mes de la reestructuración}} \right) - 1 \quad (3)$$

Esta fórmula se evalúa para cada uno de los meses del año 2016 y 2017 para las rutas reestructuradas en el mes de septiembre del 2016, para esta comparación no se toma en cuenta las estacionalidades de los meses, debido a que solo se analiza el antes y después de la reestructuración de la ruta respecto a las ganancia y pérdida de validaciones inmediatas al cambio, en las cuales se encontraron los siguientes resultados que se muestra en la tabla 12:

Tabla 12.*Rutas reestructuradas en septiembre del año 2016*

Comparación entre meses	% de ganancia o pérdida					
	AP1	AP12	APD4	APD8	AB1	AP3
Ene 2016 - Sep 2016	2%	47%	19%	-12%	13%	12%
Feb 2016 - Sep 2016	-17%	-10%	3%	-35%	-12%	-10%
Mar 2016 - Sep 2016	-9%	5%	10%	-18%	4%	3%
Abr 2016 - Sep 2016	-13%	-3%	5%	-24%	-8%	-6%
May 2016 - Sep 2016	2%	39%	9%	-18%	7%	8%
Jun 2016 - Sep 2016	4%	39%	9%	-18%	7%	8%
Jul 2016 - Sep 2016	7%	45%	13%	-13%	12%	10%
Ago 2016 - Sep 2016	2%	1%	1%	-18%	0%	-1%
Sep 2016 - Oct 2016	-2%	6%	-2%	-28%	-19%	-15%
Sep 2016 - Nov 2016	-2%	-5%	-2%	-23%	-21%	-17%
Sep 2016 - Dic 2016	-18%	-26%	-9%	-48%	-31%	-31%
Sep 2016 - Ene 2017	-24%	-29%	-20%	-71%	-35%	-38%
Sep 2016 - Feb 2017	-1%	25%	-5%	-50%	-10%	-18%
Sep 2016 - Mar 2017	14%	21%	-1%	-63%	-10%	-6%
Sep 2016 - Abr 2017	5%	0%	-10%	-79%	-26%	-16%
Sep 2016 - May 2017	11%	8%	-5%	-77%	-20%	-10%
Sep 2016 - Jun 2017	8%	-17%	-13%	-75%	-24%	-15%
Sep 2016 - Jul 2017	2%	-21%	-18%	-100%	-26%	-22%
Promedio	-2%	4%	-5%	-51%	-16%	-13%

Como se observa, las comparaciones del mes en el que fueron reestructuradas las rutas respecto a los demás meses arroja como resultado que las rutas AP1, APD4, APD8, AB1 y AP3 tienen una pérdida de usuarios en promedio de 2%, 5%, 51%, 16% y 13% respectivamente, siendo este un

resultado desfavorable ya que no se cumple con el objetivo mencionado anteriormente, confirmando lo expresado en las entrevistas en profundidad por los operadores³, en el cual afirman que las reestructuraciones que se realizaron no fueron las más acertadas porque no se logró atraer más usuarios, por el contrario se perdieron porque los nuevos recorridos eran muy extensos o los dejaba a una distancia mayor del lugar de trabajo o del hogar. Sin embargo, la ruta AP12 obtuvo una pequeña ganancia del 4% siendo esta una cifra no muy significativa.

También se realizaron gráficas para tener un análisis visual del comportamiento de las validaciones antes y después de la reestructuración, como se muestra en la figura 6.

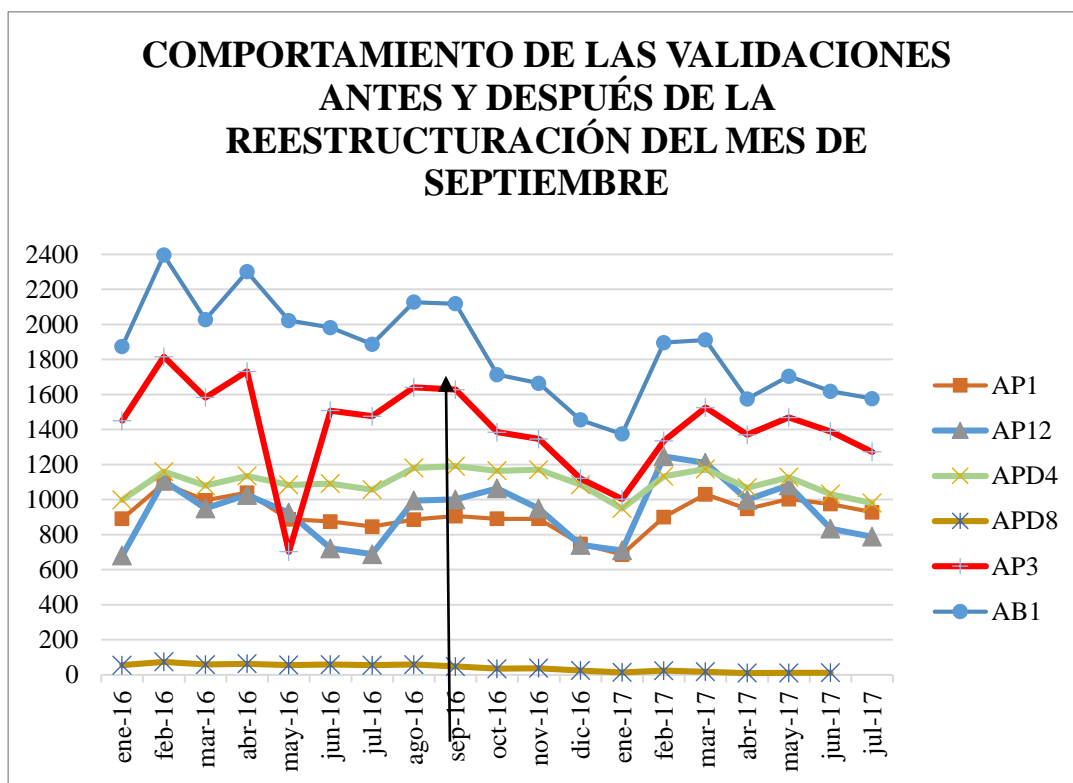


Figura 6. Comportamiento de las validaciones en la reestructuración de septiembre

³ En el ítem 4.3.1 se encuentran los resultados de las entrevistas en profundidad a operadores

El mayor decrecimiento de las validaciones se presenta en septiembre el cual fue para la ruta APD8, la cual fue eliminada por Metrolínea en el mes de Julio del 2017 ya que, según los operadores, en días del mes de julio llegó a transportar menos de 10 usuarios. Con respecto a la ruta AB1 (actualmente con origen del barrio la Joya y destino Terrazas) se presentó un decrecimiento en el número de validaciones después de la reestructuración como se indica en la figura (flecha) a partir del mes de septiembre y finalmente respecto a las rutas AP1, AP12, APD4 y AP3 no hubo ganancia ni pérdida significativa con respecto a las validaciones.

En la tabla 13, se presentan los resultados de la aplicación de las ecuaciones 2 y 3 para las rutas AN1 y AF2, las cuales fueron reestructuradas en el mes de junio del 2017.

Tabla 13.

Comparación de validaciones en la reestructuración de junio

Comparación entre meses	% de ganancia o pérdida	
	AN1	AF2
Ene 2017 - jun 2017	33%	-36%
Feb 2017 - jun 2017	2%	-21%
Mar 2017 - jun 2017	-6%	-3%
Abr 2017 - jun 2017	6%	-3%
May 2017 - jun 2017	-7%	-7%
Jun 2017 - jul 2017	-12%	-19%
Jun 2017 - Ago 2017	-3%	17%
Jun 2017 - Sep 2017	15%	25%
Jun 2017 - Oct 2017	-1%	5%
Jun 2017 - Nov 2017	-5%	3%
Jun 2017 - Dic 2017	-28%	-16%
Promedio	-0,5%	-5,0%

La ruta AF2 obtuvo una pérdida promedio de -5% de validaciones respecto al mes en que se realizó la reestructuración, esto puede ser debido a lo que algunos usuarios expresaron⁴, que esta ruta recorría por el barrio González Chaparro donde se presenta un alto grado de inseguridad y con respecto a la ruta AN1, presentó una pérdida de validaciones en promedio de -0,5%, que puede corresponder a que ahora la ruta tiene una mayor distancia para recorrer y por ende los usuarios perciben que se demora más el recorrido.

También se realizaron gráficas para tener un análisis visual del comportamiento de las validaciones antes y después de la reestructuración, como se muestra en la figura 7.

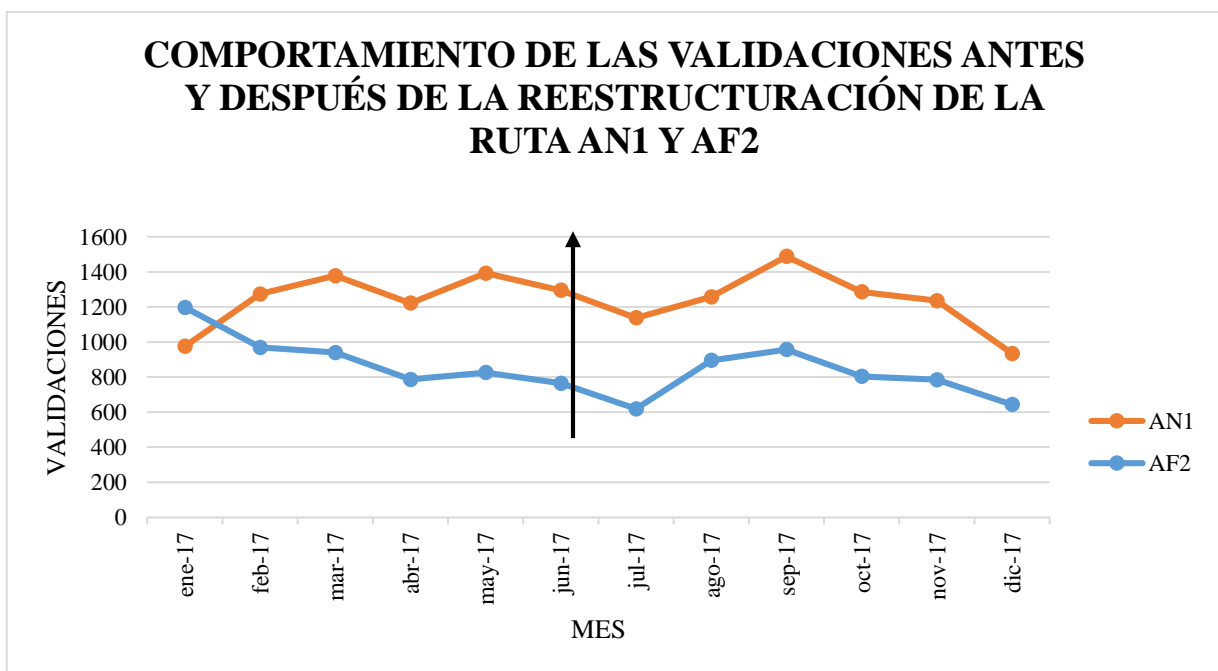


Figura 7. Comportamiento de las validaciones en la reestructuración de junio

⁴ En el ítem 4.3.2 se encuentran los resultados de las entrevistas en profundidad a usuarios

Para el mes de junio las validaciones de las dos rutas aumentaron un poco en el mes de septiembre, pero disminuyeron en el mes de diciembre, no se puede notar una diferencia significativa en el aumento de las validaciones debido a la reestructuración o a la estacionalidad de los meses del año, debido a las vacaciones y recesos de los usuarios que son estudiantes.

De esta forma, del análisis cuantitativo del diagnóstico se puede identificar que para la mayoría de las rutas alimentadoras para el año 2017 con respecto al año 2016, les faltó un gran número de validaciones de pasajes para que no presenten pérdidas operacionales. Por otra parte, las rutas que fueron reestructuradas no cumplieron con el objetivo de abarcar más demanda de pasajeros, por el contrario, se perdieron muchos de los usuarios.

4.3 Resultados del diagnóstico cualitativo

4.3.1 Diseño y aplicación de entrevistas a profundidad a operadores. Se realizó una entrevista en profundidad a 100 operadores de las rutas alimentadoras dentro de las estaciones de servicio, debido a que es personal de mano de obra directa y conocen mejor el funcionamiento del servicio, por lo tanto, se quiso conocer la opinión sobre las principales causas del porque hay pérdida de usuarios. Así mismo, se sugirió que plantearan algunas alternativas de solución para las causas del problema principal. (Ver apéndice B)

Para el análisis de estas entrevistas se tuvo en cuenta la teoría de Taylor y Bodgan (1990), en la cual recomiendan tres niveles para su desarrollo:

La etapa de descubrimiento: Lo primero que se realizó fue una recopilación de la información dada por los operadores para cada ruta alimentadora del AMB y así empezar a ordenar todos los datos obtenidos según las opiniones, anécdotas y comentarios dicho por ellos.

La etapa de codificación: En esta etapa se clasificó la información por medio de causas del problema.

Etapa de relativización: A partir de la etapa anterior, se realiza una descripción de cada una de las causas por cuales los operadores creen que hay pérdida de usuarios, como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14.

Descripción de las causas de la pérdida de usuarios según operadores

Causas	Descripción
Pocos puntos de recarga	Los operadores coinciden que en todas las rutas alimentadoras algunos usuarios ingresan al bus sin tener pasajes recargados en su tarjeta, pues no encontraron puntos de recarga cerca o en su defecto estaban cerrados, solicitando a otros usuarios que les vendan un pasaje, causando así congestión en la entrada del bus e incomodidad para los usuarios.
Largas frecuencias	Los operadores expresan que las frecuencias son normales para los días entre semana, pero los días sábados, domingos y festivos las frecuencias si son largas ya que cuentan con poca flota de buses para estos días.
Piratería o transporte informal	Los operadores afirman que la piratería ha crecido de manera alarmante y es la causante de que los usuarios disminuyan, ya que el transporte informal ofrece un servicio más rápido, cómodo y en algunas ocasiones más económico.
Falta de información en las estaciones	Los operadores expresan que muchos usuarios se acercan a ellos o a otras personas preguntando por las rutas, ya que no entienden la información que se presenta mediante los mapas que tienen las estaciones
Inseguridad	Los operadores afirman que debería haber mayor seguridad en las paradas que se encuentran en las calles, pues en horas de la noche son poco transitadas y en ocasiones se han presentado hurtos.

Tabla 14. *Continuación*

Causas	Descripción
Reestructuración de las rutas	Los operadores opinan que algunas rutas necesitan ser reestructuradas para poder recoger mayor cantidad de usuarios, pero que la empresa no tiene en cuenta las opiniones de ellos, que conocen directamente la necesidad de los usuarios, al momento de realizar reestructuraciones y como resultado, las reestructuraciones no siempre son las más efectivas porque para donde envían la nueva ruta hay poca demanda de pasajeros o inclusive envían rutas para barrios peligrosos donde muchos de los usuarios prefieren no hacer uso de la ruta para no arriesgar su seguridad.

Nota: * Respuestas obtenidas al aplicar entrevistas en profundidad a los operadores de las rutas alimentadoras

Así mismo los operadores plantearon algunas alternativas de solución para contribuir a un servicio de mayor calidad, las cuales serán evaluadas para el cumplimiento del tercer objetivo de este proyecto:

- Tener mayor control policial para la piratería que se presenta con mayor frecuencia en el Norte, Centro y Floridablanca.
- Disponer de mayor cantidad de flota en buses para los fines de semana y festivos, en su defecto aumentar los despachos.
- Implementar más herramientas de información de recorridos para todo tipo de usuario desde jóvenes hasta adultos mayores y así puedan comprender sin inconvenientes esta información y se sientan seguros y cómodos.
 - Diseñar una ruta alimentadora para el barrio de Monte redondo y Campo Hermoso
 - Implementar plataformas para realizar recargas en línea, disponer de mayores puntos de recarga en los barrios y que en los puntos de Efecty y Baloto se puedan realizar recargas.

4.3.2 Diseño y aplicación de entrevistas en profundidad a usuarios. A partir de las opiniones planteadas por los operadores se realizó una entrevista en profundidad a los usuarios de las rutas

Para el análisis de estas entrevistas se utilizaron las mismas etapas que se desarrollaron en las entrevistas para los operadores:

La etapa de descubrimiento: Se recopiló la información dada por los usuarios para cada ruta alimentadora del AMB, la cual es subjetiva para cada uno, después se ordenaron todos los datos obtenidos empezando por revisar cada opinión, anécdotas y comentarios que se hayan dicho.

La etapa de codificación: En esta etapa se tuvo en cuenta que el principal problema es la falta de usuarios, por lo tanto, se identificaron las diferentes causas que lo afectan: Falta puntos de recarga, largas frecuencias entre buses, piratería o transporte informal, falta de información en las estaciones, inseguridad, reestructuración de la ruta y doble validación y se clasificaron por cada ruta alimentadora para realizar una comparación entre estas y establecer similitudes.

Etapa de relativización: En la tabla 15 se interpretaron las opiniones de los usuarios y se clasificaron de la siguiente manera:

Tabla 15.

Causas que afectan la falta de usuarios en las rutas alimentadoras

Ruta	Falta puntos de recarga	Largas frecuencias	Piratería o transporte informal	Falta de información en las estaciones	Inseguridad	Reestructuración de la ruta	Doble Validación
AP1	X	X	X	X	X	X	
AP2	X	X	X	X	X		
AP3	X	X	X			X	
AP5	X	X	X	X	X		
AP7	X	X	X				
AP12	X	X	X	X	X	X	
AB1	X	X	X		X	X	
AB2	X	X	X	X			

Tabla 15. *Continuación*

Ruta	Falta puntos de recarga	Largas frecuencias	Piratería o transporte informal	Falta de información en las estaciones	Inseguridad	Reestructuración de la ruta	Doble Validación
AB3	X	X	X		X		
AN1	X	X	X	X	X	X	
AF1	X	X	X	X	X		X
AF2	X	X	X	X	X	X	X
AC1	X	X	X	X			X
AC4	X	X	X	X			X
APD1	X	X	X			X	
APD2	X	X	X	X			
APD4	X	X	X	X	X	X	
APD6	X	X	X				
APD7	X	X	X		X		
APD8	X	X	X			X	
Total	20	20	20	12	11	9	4

Nota: *Respuestas obtenidas al aplicar entrevistas en profundidad a los usuarios de las rutas alimentadoras de Metrolínea S.A.

Se observa que las tres principales causas que afectan a las 20 rutas alimentadoras son las siguientes:

- **Falta de puntos de recarga:** La mayoría de usuarios expresaron que este es el mayor inconveniente que presenta el servicio de Metrolínea, puesto que cerca a sus lugares de trabajo o hogar no encuentran ningún punto de recarga y en los lugares donde sí se encuentra un punto de recarga no cuentan con un horario extendido de atención y los fines de semana es aún más difícil encontrar un punto de recarga y en algunos lados revenden los pasajes.

- **Largas frecuencias entre buses:** otro de los inconvenientes expresados por los usuarios es las largas frecuencias entre buses tanto en horas pico como en horas valle y así mismo se quejan que los fines de semana las frecuencias son aún más largas con esperas entre 30 a 40 minutos, especialmente en la zona de Piedecuesta.

- **Piratería o transporte informal:** los usuarios afirman que utilizan mototaxi, colectivo, Uber debido a las causas mencionadas anteriormente, pues en un medio de transporte más rápido, cómodo y muchas veces más económico.

Otras de las causas que afecta el servicio son:

- **Falta de información en las estaciones:** los usuarios afirman que la información que se encuentra en la estación no la utiliza porque no es clara y no la entienden por lo que prefieren preguntarle a otro usuario, un policía o al mismo operador acerca de la ruta. Sugieren que se implemente información tanto en las paradas como en las estaciones con letra más grande y clara, igualmente que se coloque información para personas discapacitadas.

- **Inseguridad:** Muchos de los usuarios coinciden que la seguridad ha mejorado, pero sigue haciendo falta en las paradas puesto que en las noches se encuentran muy solas. También afirman que dentro las estaciones hay presencia de la policía y se sienten seguros pero que, dentro del bus, especialmente en las horas pico se han presentado algunos hurtos.

- **Reestructuración:** usuarios expresan que las rutas que han sido reestructuradas hacen recorridos más largos o por barrios donde se presenta inseguridad y se sienten perjudicados porque tienen que caminar recorridos más extensos para tomar la ruta o los deja más lejos de su punto de destino. Además, que les toma tiempo en adaptarse a la nueva ruta y sugieren que haya información con anticipación de los nuevos recorridos y que las rutas tengan mayor cobertura en algunos barrios.

- **Doble validación:** las únicas rutas que tienen este inconveniente son las que operan en Floridablanca puesto que los usuarios que se quedan en la estación de Lagos tienen que cruzar el puente e ir al parque de Lagos II para tomar la ruta alimentadora y expresan que mientras cruzan el puente el bus inicia su recorrido y deben esperar un largo tiempo para usar la siguiente ruta. Así mismo, expresan inconformidad porque no pueden compartir la tarjeta debido a que la validación solo sirve para un usuario a la vez. Además, sugieren que la llegada de los padrones coincida con la de los alimentadores.

En la figura 9 se presenta de manera resumida las causas del problema principal por medio de un árbol del problema.



Figura 9. Árbol del problema

De la figura árbol del problema, se observa en la parte central el problema principal que es la falta de usuarios el cual genera el desequilibrio entre los ingresos y los costos de operación, en la parte inferior del árbol se presentan las diversas causas que genera el problema como lo son los pocos puntos de recarga, aumento del valor del pasaje, frecuencias inapropiadas en los diferentes

periodos del día y la falta de información en las estaciones y en la parte superior se encuentran los efectos como incremento a la piratería, aglomeración de usuarios en el bus en horas pico y los usuarios no comprenden los recorridos de las rutas alimentadoras que se presentan en las estaciones.

Finalmente, para concluir el análisis cualitativo, se comparan las opiniones de los operadores y usuarios en los cuales coincidieron que las principales causas que afectan el servicio de las rutas alimentadoras son: pocos puntos de recarga, piratería o transporte informal, inseguridad, falta de información en las estaciones, pero en lo que no coinciden es con respecto a las largas frecuencias puesto que los operadores afirman que para los días de lunes a viernes las frecuencias son normales con un tiempo en hora pico de 8 minutos y en hora valle de 12 minutos pero los usuarios por el contrario afirman que son largas siendo estas de 12 a 18 minutos en hora pico y de 20 a 30 minutos en hora valle, pero para los fines de semana están de acuerdo en que las frecuencias son largas pasando los 30 minutos.

4.4 Análisis de varianza de un solo factor y test de Tukey

La finalidad de este tipo de diagnóstico es resolver el interrogante ¿Realmente existe una diferencia entre sábados, domingos y festivos con los demás días de la semana para todas las rutas alimentadoras?⁶ Para lo cual se hizo uso del análisis de varianza de un factor que permite determinar si las medias del número de validaciones de pasajes son iguales o diferentes para todos los días de la semana y poder conocer si existen diferencias estadísticamente significativas. Para

⁶ Interrogante planteado en el numeral 4.2.2

el procedimiento de este tipo de análisis se tuvo en cuenta las validaciones de pasajes del año 2016 y 2017.

Lo primero que se realizó fue la identificación de la variable independiente y la variable dependiente:

$$\textit{Validaciones de pasajes} = f(\textit{Días de la semana})$$

Identificadas las variables se organizaron todas las validaciones en los diferentes días de la semana. Luego se determinaron cada una de las hipótesis.

H_0 = Las validaciones de pasajes promedio son las mismas en los diferentes días de la semana

H_A = Las validaciones de pasajes promedio no son las mismas en los diferentes días de la semana

En la tabla 16 se encuentra los resultados de la aplicación de la ANOVA de un factor a través de la herramienta estadística Minitab (Ver apéndice D), teniendo en cuenta un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Tabla 16.

Resultados del valor con ANOVA de un solo factor

Ruta	Valor P	Ruta	Valor P
AB1	0,0	APD4	0,0
AB2	0,0	APD6	0,0
AB3	0,0	APD7	0,0
AC1	0,0	APD8	0,0
AC4	0,0	AP1	0,0

Tabla 16. *Continuación*

Ruta	Valor P	Ruta	Valor P
AF1	0,0	AP2	0,0
AF2	0,0	AP3	0,0
AN1	0,0	AP5	0,0
APD1	0,0	AP7	0,0
APD2	0,0	AP12	0,0

Nota: *Respuestas obtenidas del análisis de varianza de un solo factor por medio de Minitab.

Para la interpretación de los datos de la tabla anterior se compara el valor P con el nivel de significancia de 0,05 y se observa que 20 rutas tienen como valor $P = 0 < 0,05$ por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, existen diferencias significativas en la media de las validaciones de pasajes en al menos 2 días de la semana.

Ahora se requiere comparar para las 20 rutas que presentaron diferencias estadísticamente significativas en qué días de la semana se presenta la diferencia de medias de las validaciones de pasajes para lo cual se aplica la prueba Tukey. Para el desarrollo de este procedimiento se tuvo en cuenta un nivel de confianza del 95% y a través de Minitab se obtiene los siguientes resultados que se muestra en la tabla 17.

Tabla 17.

Resultados de la prueba Tukey

Rutas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
AB1	B	A	A	A	A	C	D
AB2	B	A	A	A	A	C	D
AB3	B	A	A	A	A	C	D
AC1	B	A	A	A	A	B	C
AC4	B	A	A	A	A	C	D
AN1	B	A	A	A	A	C	D

Tabla 17. *Continuación*

Rutas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
AF1	B	A	A	A	A	C	D
AF2	B	A	A	A	A	C	D
AP1	B	A	A	A	A	B	C
AP2	B	A	A	A	A	B	C
AP3	B	A	A	A	A	C	D
AP5	B	A	A	A	A	C	D
AP7	B	A	A	A	A	C	D
AP12	B	A	A	A	A	C	D
APD1	B	A	A	A	A	C	D
APD2	B	A	A	A	A	C	D
APD4	B	A	A	A	A	C	D
APD6	B	A	A	A	A	C	D
APD7	B	A	A	A	A	C	D
APD8	A - B	A	A	A	A - B	B	-

Nota: * Respuestas obtenidas al aplicar test de Tukey por medio de Minitab.

Para la tabla anterior aquellas rutas que comparten una letra son significativamente diferentes y se determina que en los siguientes pares de días existe diferencia de medias de las validaciones de pasajes como se observa en la tabla 18.

Tabla 18.

Diferencia de pares en los días de la semana

Pares de días	Ruta
Martes Miércoles Jueves Viernes	Sábado AB1, AB2, AB3, AC1, AC2, AF1, AF2, AN1, AP1, AP2, AP3, AP5, AP7, AP12, APD2, APD4, APD6 y APD7
Lunes Martes Miércoles Jueves Viernes Sábado	
Lunes Martes Miércoles Jueves Viernes Sábado	Domingo AB1, AB2, AB3, AC1, AC2, AF1, AF2, AN1, AP1, AP2, AP3, AP5, AP7, AP12, APD1, APD4, APD6 y APD7

Tabla 18. *Continuación*

Pares de días	Ruta
Lunes- Miércoles	AB1, AB2, AB3, AC2, AF1, AF2, AN1, AP1, AP2, AP3, AP5, AP7, AP12, APD2, APD4, APD6 y APD7
Lunes-Martes	AB1, AB2, AB3, AC2, AF1, AF2, AN1, AP1, AP2, AP3, AP5, AP7, APD2, APD4, APD6 y APD7
Lunes-Sábado-	AB1, AB2, AB3, AC2, AF1, AF2, AN1, AP3, AP5, AP7, AP12, APD2, APD4, APD6 y APD7
Lunes-Viernes	AB1, AB2, AC2, AF1, AF2, AN1, AP1, AP2, AP3, AP5, AP7, APD2, APD4 y APD7
Lunes-Jueves	AB1, AB2, AB3, AC2, AF1, AF2, AP1, AP2, AP3, AP5, AP7, APD2, APD4 y APD7

La mayoría de rutas tienen diferencia significativa en los días martes, miércoles, jueves, viernes con los días sábado, domingo y lunes lo que quiere decir que para los días martes, miércoles, jueves y viernes el promedio de las validaciones de pasajes son muy similares, en otras palabras, no existe una diferencia significativa, mientras que para los días sábado, domingo y lunes sucede todo lo contrario.

Finalmente, se puede responder a la pregunta planteada anteriormente que el número de usuarios para los días sábado y domingo disminuye en gran cantidad en comparación con los demás días de la semana; uno de los motivos por los cuales el número de validaciones disminuya el fin de semana es porque muchos de los usuarios son personas que trabajan durante los días laborales y descansan los fines de semana. Además, otros usuarios son los estudiantes de colegios o universidades y en estos días necesitan el servicio. Pero el día lunes también presenta diferencia en su media y teniendo en cuenta que es un día laboral ¿cuál es su razón? La respuesta a esta pregunta se resolvió por medio de las entrevistas que se les hicieron a los usuarios y se determinó que la razón principal es porque el día domingo no encuentran puntos de recarga y el día lunes en horas de la mañana no tienen la tarjeta con ningún pasaje por lo tanto no pueden hacer uso del

servicio y además el periodo en que se trabajaron los datos se presentaron lunes festivos lo cual es un factor que influye en el promedio de las validaciones de pasajes.

4.5 Conclusiones del diagnóstico

Dado la realización del diagnóstico y haciendo uso de las herramientas cuantitativas y cualitativas explicadas anteriormente, se puede llegar a concluir lo siguiente:

- Se determinó que las 20 rutas alimentadoras presentan un IPK muy bajo, es decir, son rutas deficientes que le generan pérdidas operacionales al sistema, esto se debe a la baja tasa de usuarios que se presenta de un año a otro.
- La mayoría de las rutas alimentadoras se encuentran en desequilibrio entre los ingresos por pasajes y costos por kilómetro recorrido para el año 2017 con respecto al año 2016, les falta un gran número de validaciones de pasajes para que no presenten pérdidas operacionales.
- Las rutas que fueron reestructuradas no cumplieron con el objetivo de abarcar más demanda de pasajeros, por el contrario, se perdieron muchos de los usuarios.
- A través del análisis cualitativo se conocieron las diferentes causas por las cuales hay pérdida de usuarios: pocos puntos de recarga, piratería o transporte informal, largas frecuencias, inseguridad, falta de información en las estaciones y mala reestructuración de las rutas.
- Por medio del análisis estadístico se puede corroborar que los fines de semana disminuye significativamente la cantidad de usuarios con respecto a los demás días de la semana.
- Para el mejoramiento del servicio de las rutas alimentadoras se pretende atender las siguientes causas: pocos puntos de recarga, largas frecuencias, falta de información en las estaciones y enfocadas a mejorar la calidad y/o eficiencia del servicio, de esta manera disminuir indirectamente el uso del transporte informal.

5. Modelos de transporte público en países desarrollados o en vía de desarrollo

En este capítulo, se realiza una búsqueda de las tecnologías usadas en algunas ciudades de Colombia y en otros países desarrollados o en vía de desarrollo para analizar su aplicabilidad en la ciudad de Bucaramanga y su área Metropolitana.

Gómez Eduardo, Navas Diego, Aponte Guillermo, Betancourth Luis en su artículo “*Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización*” utilizan la metodología de la figura 10 para la búsqueda de información, la cual es tomada en cuenta para el desarrollo de este proyecto.

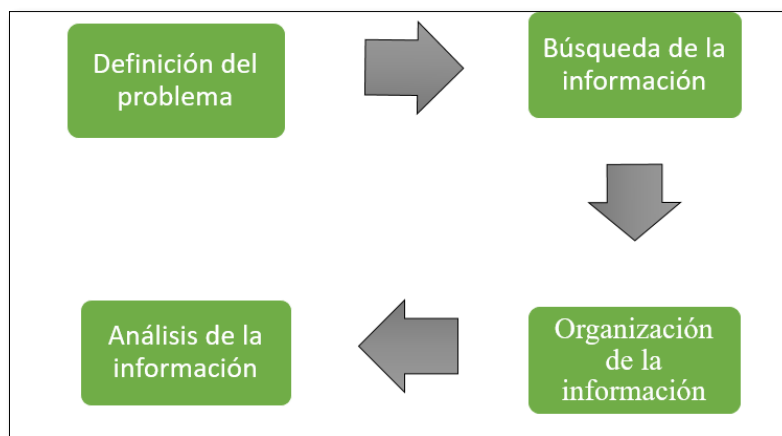


Figura 10. Metodología de búsqueda de tecnología para el transporte público. Adaptado de (Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización, 2014. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405022>

5.1 Definición del problema.

En esta primera etapa se identifican los diferentes factores por los cuales Metrolínea S.A., presenta un desequilibrio económico entre sus ingresos y los costos de operación, en el diagnóstico realizado en el capítulo anterior se pudieron establecer las diferentes causas por las cuales los usuarios se sienten insatisfechos con el servicio prestado por la organización.

5.2 Búsqueda de la información

Para Metrolínea S.A., el objetivo es desarrollar estrategias que aumenten la calidad y /o eficiencia del servicio lo que implica el uso de nuevas tecnologías usadas por otros países o en el mismo país. Es así, que es relevante la búsqueda de información para encontrar propuestas de mejora orientadas al uso de otro tipo de tecnologías para mejorar la congestión vial, reducir los tiempos de desplazamiento en hora pico, infinitas posibilidades de recargar el pasaje y que le permita al usuario una movilización segura, eficiente y a precios justos.

La búsqueda de la información para este proyecto se basó en lo siguiente:

- Diferentes métodos de pagos del pasaje
- Opciones para mejorar las largas frecuencias
- Información en las estaciones del servicio de transporte
- Incentivos para utilizar el transporte público
- Financiación del transporte público

5.3 Organización de la información.

En esta etapa se realiza la organización de la información encontrada con el fin de filtrar lo más relevante, para poder identificar las tecnologías más aplicables para Bucaramanga que ayuden a lograr el objetivo de ganar más usuarios y el sistema encuentre su punto de equilibrio.

La información se organizó primero por las ciudades de Colombia ya que las tecnologías usadas en el mismo país son las más viables para ser aplicadas a Bucaramanga, luego se organizó por países de los más desarrollados a los de en vía de desarrollo.

5.3.1 Ciudades de Colombia

5.3.1.1 Bogotá: El sistema de transporte masivo de Bogotá se llama TransMilenio, en el cual su método para realizar recargas es por medio de una tarjeta inteligente llamada Tullave sin contacto como medio de pago en el cual permite ingresar a servicios zonales (urbano, complementario y especial), existen varios tipos de tarjeta una de ellas es la básica la cual no cuenta con crédito para realizar viajes o recuperación de saldo en caso de pérdida; otro tipo de tarjeta es la Plus, la cual cuenta con los beneficios de descuentos por transbordo, viaje a crédito y recuperación de saldo en caso de pérdida y la tarjeta Plus especial, la cual va dirigida a la población adulto mayor y personas en condición de discapacidad, esta tarjeta es personalizada con nombre, identificación y foto del usuario, cuenta con beneficios como descuentos por transbordos, viaje a crédito, recuperación del saldo en caso de pérdida y descuentos adicionales dirigidos a esta población. (Transmilenio, 2017).

5.3.1.2 Medellín: Cuenta con el Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá (SITVA) compuesto por el Metro, el Metroplus, los Metrocables, rutas alimentadoras y el Tranvia.

Los medios de pago son por medio de la Tarjeta Cívica la cual consiste en una tarjeta inteligente sin contacto en la que los usuarios recargan con dinero según sus necesidades. Actualmente existen diferentes perfiles de Cívica para los cuales aplican diferentes tarifas: Usuario frecuente, PMR (persona con movilidad reducida), estudiante METRO y estudiante Municipio, adulto mayor y al portador (Metro Medellín, 2014). Otra de las posibilidades de pago es a través de la tarjeta Débito Cívica de Bancolombia donde al usuario se le descuenta la tarifa del pasaje directamente de la cuenta de ahorros.

En Medellín desarrollaron un proyecto innovador llamado “Recarga verde” el cual consiste en buscar que las personas puedan subsidiar su pasaje de metro a través del intercambio de botellas PET, de vidrio y latas, las cuales tendrán un valor de \$50 pesos cada una, sin importar su peso. Con esta iniciativa no solo se benefician el usuario de bajo recursos, sino que además están contribuyendo con el medio ambiente. (El Tiempo, 2017)

5.3.1.3 Cali: El sistema de transporte masivo de Cali se llama Metro Cali S.A., en el cual su método de pago es a través de una tarjeta inteligente la cual se recarga en las estaciones o puntos de recarga autorizados, también se puede recargar mediante la tarjeta débito MIO Banco de Bogotá, debitando automáticamente de su cuenta bancaria, sin ningún costo adicional del valor del pasaje, este beneficio está disponible para todos los clientes de la tarjeta débito Electrón del banco de Bogotá. Cali ofrece a todos sus usuarios de manera gratuita una conexión a internet en las 47 estaciones del MIO, siendo este el primer sistema masivo en Colombia que brinda una conectividad del 85% de cobertura en la red troncal, generando así mayor dinámica entre los usuarios, para tener una mejor comunicación manteniendo hasta la fecha un millón de personas conectadas con CaliDigital. También disponen del aplicativo móvil App R&TMobile, donde se

encuentra información actualizada sobre la operación del sistema, noticias del mundo del transporte, secciones de entretenimiento y eventos importantes de la ciudad, esta aplicación está disponible para Android, Iphone y Blackberry. (MIO, 2017)

5.3.2 Otros países

5.3.2.1 Francia: En su ciudad París cuenta con uno de los mejores sistemas de transporte masivo del mundo, a pesar de que es uno de los sistemas más antiguos, se ha mantenido en buen estado, con avances tecnológicos y sus estaciones son limpias, el sistema de transporte masivo llamado trenes RER, cuenta con una frecuencia de tren de metro cada 4 a 8 minutos en las horas valle y de 2 minutos en las horas pico, posee un sistema de tarifas en el cual existen varios tipos de billete los cuales son; el billete sencillo o (Ticket t+) en el cual el usuario puede hacer un viaje dentro de París utilizando el metro, trenes, autobuses, tranvías o funicular, el cual tiene una duración de una hora y media, es muy útil para viajar por el centro de la ciudad, existe también un bono el cual le permite a los niños menores de 10 años disfrutar del 50% de descuento en el pasaje, otro tipo de billete es el pase paris visité, el cual es hecho para los turistas con transbordos ilimitados, en el cual tiene descuentos en tiendas y restaurantes de la ciudad el precio varía para la cantidad de días que se quiere usar va de 1 a 5 días, para estancias más largas existe otro tipo de billete llamado pasaje Navio, el cual es para los turistas que realizan visitas frecuentes superiores a una semana; la tarjeta no es transferible la cual debe tener la foto del propietario para evitar que sea multado, se puede recargar en terminales automáticas, cafeterías y tabaquerías autorizadas. Otro tipo de billete es el pase Mobilis, el cual es solo para un día de viajes ilimitados, este billete no es transferible y no incluye descuentos en restaurantes y tiendas, es válido desde su primer uso

hasta la media noche del mismo día, otro billete es el París Pass el cual es ideado para los turistas que ofrece viajes ilimitados, además de que se puede acceder a museos y monumentos, también incluye pases para atracciones y descuentos en restaurantes y tiendas, este billete tiene un costo para adultos y otro para niños entre 4 y 11 años. (Metro de Paris Europa/Francia, 2010).

Los medios de financiación que se utilizan para cubrir los gastos del sistema de transporte son los ingresos comerciales procedentes de la aplicación de tarifas a los usuarios y otras tarifas comerciales derivadas a las empresas como publicidad en los vehículos, ingresos por intereses financieros, alquiler de inmuebles y otro tipo de operaciones, otro tipo de financiación es por aportaciones públicas e impuesto sobre carburantes. (Pinto, 2015)

5.3.2.2 Reino Unido: Se realizó un proyecto llamado sistema de tránsito sin contacto que consiste en implementar diferentes modelos de pago con tarjetas EMV o dispositivos sin contacto la cual permite al usuario un pago fácil, seguro y rápido. Uno de los modelos estudiados es el pago único donde se paga al inicio del viaje con una tarifa conocida a través de las tarjetas o dispositivos sin contacto; es ideal para autobuses y tranvías con tarifas de bajo a mediano valor. Otro de los modelos es por medio del pago agregado, para este caso la tarjeta o dispositivo sin contacto se pueda usar varias veces y la tarifa es cobrada al final del día o del trayecto del viaje; la aplicabilidad ideal para este modelo es para transporte masivo con tarifas de bajo a mediano valor. Y finalmente el tercer modelo es el prepago donde la tarjeta o dispositivo sin contacto se identifica como un boleto que genera la autorización para viajar; es un modelo ideal para tarifas de alto valor y para hacer reservaciones para viajes de larga distancia. Los beneficios para los usuarios que se tienen con estos tres modelos son múltiples dentro de los cuales se tiene que se incrementa la velocidad de abordaje, aumenta las opciones de pagos y para los operadores del transporte existe un ahorro

en los costos operativos debido a que no deben manejar efectivo, no realizan impresiones y no tendrán que hacerles mantenimiento a las tarjetas inteligentes. (Krikorian-Slade, Burholt, & Moir, 2016)

La ciudad de Londres es un ejemplo mundial del transporte público, cuenta con el metro más antiguo del mundo, pero es el más moderno y efectivo para moverse por la ciudad. Es una atracción para los turistas, ofrece un servicio rápido y seguro. En sus estaciones cuentan con cámaras de seguridad, conexión de wifi gratuita. Además, cuentan con otros medios de transporte como son los autobuses rojos que operan las 24 horas del día durante toda la semana, para el pago de pasaje no se puede pagar en efectivo, los niños menores de 11 viajan gratis, para las personas mayores de 60 años residentes en Londres adquieren un bonobús para viajar gratis. Otro de los medios de transporte es el tren ligero Docklands (DLR) que no cuenta con conductor y se manejan automáticamente por computadoras. Los diferentes medios de pago de pasajes son a través de las tarjetas travelcard, Oyster y Contactless. La tarjeta Travelcard es un abono de tarifa fija con validez por un día, una semana, un mes o un año en el que el precio es determinado según la zona donde se quiera movilizar. La tarjeta Oyster es un billete electrónico reusable del tamaño de una tarjeta de crédito, es recargable y el usuario puede añadirle crédito en las máquinas de venta de billetes, u online si la tarjeta está registrada. Después de cada viaje, la tarifa se descuenta del saldo de la tarjeta Oyster esta forma se denomina pre-pago o Pay as You Go. Esta tarjeta es ideal para los turistas que van a la ciudad de Londres por poco tiempo es más económica con respecto a las otras tarjetas. Y finalmente la otra opción de pago es con las tarjetas Contactless que son las mismas tarjetas débito y crédito, pero con tecnología NFC (The London Toolkit, 2017).

Los medios de financiación para cubrir los costos del sistema son por medio de publicidad en los vehículos, paradas y estaciones. Otro se hace por medio de los arriendos para el comercio en

terrenos de las estaciones y sus alrededores y otra de las fuentes de ingreso es a través de tarificación por congestión, una tarifa que se cobra a vehículos particulares que ingresan al centro de Londres en horas peak. (Salas, 2014)

5.3.2.3 España: En la ciudad de Barcelona existe el metro llamado Metro BCN, es el segundo en importancia y longitud para el país, su tiempo de frecuencias en hora pico es de 2,5 y 7,5 minutos donde se complementa con otros tipos de transporte público como son los trenes tranvías, funiculares y autobuses sus frecuencias de llegada en hora pico son de 2,5 a 7,3, cuenta con un sistema de tarifas en el cual los niños menores de 3 años no pagan pasaje. En las ciudades de Valencia, Málaga, Logroño y Benidorm utilizan como medio de pago en el transporte público los teléfonos móviles con tecnología NFC. (TranSerMobile, 2018)

Los medios de financiación que utilizan para cubrir los gastos del sistema de transporte son los aportes del estado, aportes de las comunidades autónomas y los ayuntamientos del área metropolitana quienes realizan inversiones para el funcionamiento del sistema en el cual cada una de las partes se compromete en un porcentaje de los recursos, por un período determinado. La canalización de las inversiones se realiza a través de algún ente instrumental (el Consorcio de Transportes Metropolitano, en el caso de Madrid, por ejemplo), y luego cada operador, ya sea de metro o de autobús, recibe las inversiones acordadas, y los déficits de explotación en función del uso del sistema de transportes. (Federación Española de municipios y providencias, 2017)

5.3.2.4 Rusia: En la ciudad de San Petersburgo utilizan un sistema de transporte masivo donde su horario de funcionamiento da inicio a las 5:45 am hasta la 1:00 am y en fechas especiales

como año nuevo el servicio se prolonga hasta las 2:00 am, contando con una frecuencia de 2 a 3 minutos durante el día en las horas valle y de 95 segundos para las horas pico, en las horas de la noche la frecuencia aumenta un poco. Cuenta con un sistema de tarifas el cual funciona con tokens conocidos como zheton el cual es un billete sencillo, que se compra en las taquillas y máquinas automáticas de las estaciones, también, existen pases magnéticos y tarjetas electrónicas las cuales son más económicas para realizar trayectos frecuentes con hasta 70 viajes, se puede usar la tarjeta MasterCard, Visa PayWabe Payment card para pagar el pasaje. Además, cuenta con un ticket especial el cual permite hacer uso de un parking gratuito en el metro para sus usuarios, en el metro se permite viajar gratis con un niño menor a 7 años, se permite llevar bicicletas y skis para niños en sus fundas, se permiten tomar fotos sin flash ya que las que tienen flash necesitan de un permiso especial y se permite ingresar mascotas en sus debidas jaulas. (San Petersburgo Europa/Rusia, 2010)

5.3.2.5 Chile: El sistema de transporte público de Santiago (Transantiago) integra los buses de transporte público con el metro. Con el fin de mejorar la calidad del servicio que reciben los usuarios de los buses, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile incorporó en la flota del Transantiago un nuevo bus que fue galardonado como el mejor bus urbano que se destaca por tener aire acondicionado, conexión Wi-Fi, silenciador de motor para reducir las emisiones de ruido y además cuenta con un piso bajo con rampas de acceso para facilitar el desplazamiento de las personas de la tercera edad. (Emol, 2017)

La forma de pago para Transantiago se hace a través de la tarjeta bip que puede ser cargada desde un monto de \$1000 hasta \$25500 y en cada viaje se descuenta la tarifa correspondiente. Para los estudiantes hay una tarifa diferenciadora siempre y cuando cuenten con tarjeta nacional

estudiantil (TNE). El sistema se caracteriza porque se puede realizar trasbordo de metro a bus o viceversa y se cobra sólo una proporción del segundo pasaje hasta completar el monto total de la tarifa dependiendo del horario en que se viaje. Esta integración es gratuita en buses hasta para dos trasbordos en la misma dirección y sin repetición de recorridos (DTP metropolitano, 2017).

Santiago de Chile cuenta con tres aplicaciones disponibles para iPhone, con el fin de una mayor claridad del servicio del transporte público. La primera se llama “Cuánto falta” que consiste en una App gratuita que les permite a los usuarios conocer el tiempo que se demora en llegar el bus a un paradero. La segunda se denomina “Paraderos” en la cual permite detectar cuales paraderos están cerca y los diferentes recorridos por medio de GPS del dispositivo Apple. También, la aplicación tiene la funcionalidad de indicar donde se puede recargar las tarjetas Bip. Y finalmente la tercera aplicación se llama “iTransantiago” ideal para usuarios que van a utilizar el servicio por primera vez, ayuda a planificar el viaje en la cual le indica las diferentes rutas y combinaciones que se pueden realizar. Así mismo, determina el tiempo en que se demora en pasar el siguiente bus cerca de la ubicación del usuario (Vix, 2017).

Como método de financiación para los gastos del transporte cuenta con un subsidio por parte del estado, subsidios con base en los impuestos a los combustibles, la imposición de un subsidio que se plantea como una solución second-best, donde se incentiva el uso del transporte público para desincentivar el uso del transporte privado. (Maino Vergara & Muñoz Delgado, 2010)

5.3.2.6 Costa Rica: Los diferentes medios de pagos abiertos para el sistema de transporte público como son el autobús o tren urbano en Costa Rica son a través de las tarjetas bancarias EMV que deben ser de interface doble y para los terminales se requieren lectores sin contacto. Las

EMV sin contacto requieren que las tarjetas sean DDA (Dynamic Data Authentication) o CDA (Combined DDA) para cumplir con los estándares de seguridad y autenticidad. Otro medio de pago que se espera que sea implementado por muchas empresas de transporte público son los pagos móviles con Near Field Communication (NFC) o comunicación de corto alcance que consiste en insertar un chip a los teléfonos móviles en cuales almacenan una aplicación de pago e información de cada cliente y funciona como una tarjeta virtual de pago. (Smart Card Alliance Latino América y Caribe, 2014).

Con el análisis anterior de los modelos de transporte en ciudades de Colombia y en algunos países se puede tener la percepción que en los países desarrollados cuenta con los mejores modelos de transporte público porque funcionan como un sistema integrado, en el cual cubren la demanda y prestan un servicio rápido y confiable, brindando diferentes opciones para recargar, además invierten en tecnología para mejorar la calidad del servicio del usuario y cuentan con incentivos para utilizar el transporte público en lugar del transporte privado.

En cuanto a la financiación, los países desarrollados cuentan con el apoyo del gobierno y empresas privadas las cuales en su mayoría dan financiamiento al sistema de transporte público por medio del pago de publicidad, impuestos en la gasolina y diésel, multas de tránsito, subsidio de entidades privadas, entre otros.

5.4 Análisis de la información.

Ya con la información organizada, se estudian los aspectos más importantes de cada ciudad de Colombia y de cada país, para analizar la aplicabilidad de las mejores tecnologías usadas al

transporte público en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana que permita mejorar la calidad del servicio en Metrolínea S.A.

- **Tecnología NFC**

La aplicabilidad de la tecnología NFC en dispositivos móviles en la ciudad de Bucaramanga como medio de pago es un elemento muy útil y necesario para el transporte público masivo, ya que este ha venido presentando problemas financieros, debido a la falta de usuarios en el sistema, pues los ingresos no alcanzan a cubrir todos los costos de operación generando un desequilibrio económico, principalmente por falta de puntos de recarga.

Para solucionar estos problemas, el uso de celulares con tecnología NFC es una alternativa viable para el Sistema Integrado de Transporte Masivo de Bucaramanga puesto que el medio de pago actualmente se realiza con tarjetas Mifare que son compatibles con la tecnología NFC que le servirá a los usuarios no solo para pagar el pasaje sino también para conocer información en tiempo real de la llegada de los buses, además, en las estaciones pueden ubicar etiquetas de NFC donde el usuario podrá consultar las rutas del sistema, saldo disponible, zonas en las que es válido el título, información cultural, entre otras.

Sin embargo, se pueden presentar barreras para su implementación en la ciudad de Bucaramanga empezando porque hay poca disponibilidad de dispositivos NFC, la poca aprobación por parte de los usuarios dado que están acostumbrados a pagar con tarjeta y surge desconfianza a que se pueda perder su dinero, además que a ellos no se les facilite el funcionamiento de la aplicación. Otra de las grandes barreras es la aprobación por parte de los operadores, es decir, que no lleguen a un acuerdo los operadores, recaudadores con el personal que se encargue de la implementación y finalmente una última barrera es la alta inversión para implementarla. (Gámez, 2014)

- **Recargas con tarjetas bancarias**

Las tarjetas de débito para realizar las recargas en los medios de transporte son las más usadas tanto en los países desarrollados y subdesarrollados como en algunas de las ciudades de Colombia, siendo esta la alternativa de solución de pago electrónico más viable para implementar en el SITM, ya que facilita el proceso de la operación e integración de los sistemas de transporte brindado a los usuarios comodidad sin necesidad de hacer recarga de pasajes puesto que las tarjetas débito tienen un monto diario el cual se puede utilizar cada día y recibiendo notificaciones con la descripción de los movimientos de la cuenta al celular.

- **Recarga verde como incentivo al reciclaje**

La recarga verde usada en Medellín como estrategia de innovación social y ambiental, el cual fue desarrollado por jóvenes emprendedores, que decidieron realizar la prueba piloto con el metro de Medellín, lo que resultó ser todo un éxito dado que durante los cuatro meses de prueba en el segundo semestre de 2017 fueron más de 4.538 viajeros los que aportaron al ambiente y se vieron recompensados con recargas que representaron 22.056.900 de pesos, equivalentes a 11.028 viajes, y 441.138 envases o 17,32 toneladas de reciclaje, se reportó un ahorro en la emisión de CO2 de más de 22 toneladas, equivalentes a lo que se ahorra si se retiraran de circulación 228 automóviles por un año o a lo que producen 92 árboles, esto quiere decir que existe una contribución al medio ambiente y a la economía de los usuarios, siendo esta alternativa de solución viable para el SITM de Bucaramanga. (Medellín, 2018)

- **Las APP para el transporte público**

La APP móvil hoy en día es la herramienta más utilizada por los usuarios de transporte público

en los países desarrollados y subdesarrollados, inclusive en Colombia muchas ciudades la han implementado, ya que cuenta con herramientas como la ubicación de las rutas por medio del GPS que tienen los buses para saber las frecuencias, el tiempo que tarda cada ruta en llegar a las paradas y el recorrido de las rutas, otra de las herramientas útiles es la recarga en línea que se puede realizar desde el dispositivo móvil por medio de la aplicación, en la cual el usuario tiene una cuenta debito de la que se descuenta el pasaje, también tiene información acerca de los cambios en las rutas y noticias de contratiempos que se presentan en la ciudad lo que hace que haya congestión vial, cuenta con sistemas de alerta que le informa al usuario en qué lugar se debe bajar de la ruta o que transbordo debe usar, la APP ha sido la herramienta más útil que tienen los sistemas públicos de transporte puesto que brinda un servicio más completo y de calidad a los usuarios, es necesario mejorar la APP que posee Metrolínea ya que no cuenta con muchas de las características de otras APP, las cuales brindan un mejor servicio a los usuarios.

- **Wifi gratis en las estaciones**

El WiFi en las estaciones de manera gratuita es una ventaja competitiva ante otros sistemas de transporte, ya que permite que los usuarios que no tengan datos móviles puedan tener acceso a la APP del sistema, así mismo, puedan disfrutar de una mejor calidad del servicio en el sistema, en el caso de Metrolínea se podrían presentar dificultades técnicas en la colocación del cable debido a inconvenientes jurídicos con la operadora TISA.

- **Otro tipo de tarjetas especiales**

En los países desarrollados y subdesarrollados y en algunas ciudades de Colombia cuentan con diferentes tipos de tarjetas para los usuarios, las principales son para estudiantes, personas de la tercera edad, niños y personas con algún tipo de discapacidad, esto conlleva a un mejoramiento

en la calidad y/o servicio, y se beneficie a la comunidad, esta es una alternativa viable para la empresa.

6. Formulación del plan de mejoramiento

En este capítulo, se presentan las propuestas de mejoramiento teniendo en cuenta las problemáticas encontradas en el diagnóstico de la empresa y con base al análisis realizado en el capítulo cinco, contribuyendo al mejoramiento de la calidad y/o eficiencia del servicio de las rutas alimentadoras.

Las propuestas de mejora van enfocadas a disminuir pérdidas de dinero dado que actualmente el gobierno a través del municipio está subsidiando el sistema para mejorar la movilidad, tal cual lo evidencia los sistemas de transporte público masivo de otros países como España, Francia, Chile, Reino Unido, Rusia, Costa Rica, entre otros, así como se investigó en el capítulo 5, de manera que estas propuestas sirvan para subsidiar cada vez menos dichas pérdidas. En la tabla 19 se muestra la composición accionaria de Metrolínea S.A., con capital independiente con aportes 100% del sector público provenientes de Entes Territoriales de orden municipal y algunas entidades descentralizadas:

Tabla 19.

Composición accionaria de Metrolínea S.A.

Socios	% participación por acciones
Municipio de Bucaramanga	89,66%

Tabla 19. *Continuación*

Socios	% participación por acciones
Municipio de Girón	1,41%
Municipio de Piedecuesta	1,41%
Municipio de Floridablanca	2,51%
IMEBU	4,60%
INVISBU	0,05%
Dirección de Tránsito de Bucaramanga	0,17%
Área Metropolitana de Bucaramanga	0,19%
Total	100%

Nota: *Aportes de cada uno de los socios del sector público. Adaptado de informe de gestión presupuestal de Metrolínea. 2018.

En la figura 11 se muestra cada una de las propuestas describiendo las causas del problema a atender y quienes se van a beneficiar, teniendo en cuenta las sugerencias para mejorar el servicio por parte de usuarios y operadores⁷, así mismo el análisis de la aplicabilidad de otras tecnologías utilizadas en otros países⁸:

⁷ Entrevistas en profundidad realizadas en el numeral 4.3.1 y 4.3.2

⁸ Análisis realizado en el numeral 5.4


 NIT: 830.507.387-3	PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LAS RUTAS ALIMENTADORAS DEL SITM	
	Formulación del plan de mejoramiento de la calidad del servicio de las rutas alimentadoras	
Elaboró:	María Alejandra Guzmán, Deisy Yamile Pinto Acero	
Superviso:	Juan Benjamín Duarte Duarte	
Propuestas de mejora	Problema a atender	Beneficiario
1. Creación de una nueva APP	Con esta propuesta se pretende solucionar la falta de puntos de recarga, largas frecuencias y la falta de información de las rutas.	Usuarios
2. Recarga verde	Con esta propuesta se pretende solucionar la falta de puntos de recarga, subsidiar a los usuarios y reducir la contaminación ambiental.	Usuarios
3. Diseño y elaboración de mapa guía, carteles informativos y señalizaciones	Con esta propuesta se pretende solucionar la falta de información de las rutas alimentadoras en las estaciones	Usuarios
4. Rediseño y creación de formatos para el control de tiempos y salidas para las rutas alimentadoras	Con esta propuesta se pretende solucionar la falta de estandarización de los formatos que llevan los operadores y el control de las frecuencias.	Usuarios y operadores
5. Instalar WiFi en las estaciones	Con esta propuesta se pretende facilitar el acceso a la página web de la empresa para mejorar la falta de información y ofrecer calidad en el servicio.	Usuarios
6. Crear tarjetas especiales de descuentos para estudiantes y personas de la tercera edad	Con esta propuesta se pretende subsidiar a los estudiantes y personas de la tercera edad por medio de un descuento en la tarifa del pasaje.	Estudiantes y personas de la tercera edad
7. Publicidad en la estaciones y dentro de los buses	Con esta propuesta se pretende obtener ingresos adicionales por medio de las empresas que requieran hacer publicidad.	Empresa
8. Implementación de puntos de recarga en Efecty	Con esta propuesta se pretende solucionar la falta de puntos de recarga.	Usuarios

Figura 11. Plan de mejoramiento para las rutas alimentadoras

Una vez definidas las propuestas para cada una de las causas del problema a atender, se hizo una reunión para socializar con los directivos de la empresa por medio de un documento (Ver Apéndice E), donde se explicó cada una de las propuestas descritas previamente. La empresa expresó que se encuentra de acuerdo en que se realice un análisis técnico financiero a nivel de perfil para las cuatro primeras propuestas de mejora, sin embargo, la propuesta de instalar WiFi en las estaciones ya se está estudiando con la empresa Telebucaramanga y la propuesta de crear tarjetas especiales con descuentos es de difícil ejecución, ya que se necesita encontrar una

organización que subsidie dichas tarifas. Para la propuesta de publicidad dentro de las estaciones y los buses, ya se comenzó a implementar con algunas empresas como Eforsalud, Claro, Electrolit, Postobon, Colpensiones, GMO, entre otras. Y finalmente para la propuesta de implementación de puntos de recarga en Efecty, se estaba empezando a gestionar, pero las dos partes no llegaron a un acuerdo debido a que no se pudo negociar el porcentaje de comisión.

El alcance de este proyecto está en trabajar en el desarrollo de cada una de las propuestas para atender las siguientes causas:

- Pocos puntos de recarga
- Largas frecuencias
- Falta de información en las estaciones
- Disminuir la piratería informal

Todas las propuestas están enfocadas a mejorar la calidad y/o eficiencia del servicio, para lo cual se diseñó y documentó el análisis técnico financiero a nivel de perfil para cada una de las alternativas de solución, el cual se deja plasmado para ejecutarlo más adelante cuando la empresa cuente con disponibilidad de tiempo y recursos.

El análisis técnico hace referencia a una descripción detallada del producto o servicio en el cual se identifiquen los procesos y métodos necesarios para mostrar todos los requerimientos para hacerlo funcionar. En este estudio básicamente se debe responder preguntas como dónde, cuándo, cuánto, cómo y con qué producir lo que se desea. El estudio técnico está compuesto por la definición de los objetivos, los cuales deben ser claros y precisos, localización, descripción de la propuesta, funcionalidades del producto o servicio, diagrama de secuencia, ficha técnica del

producto y un análisis matriz DOFA. (López Parra, Gónzales Navarro, Osobampo, Cano, & Gálvez, 2014).

El análisis financiero a nivel de perfil es la primera etapa del análisis de pre-inversión para un proyecto de inversión pública y es de carácter obligatorio, se realiza un estudio del tiempo, beneficios y recursos de manera preliminar, básicamente está compuesto por costos, cotizaciones, y Pay Back con diferentes escenarios para la recuperación de la inversión. (Presupuesto, S.F)

Como resultado a los estudios técnico-financieros a nivel de perfil se pueden tomar las siguientes decisiones como reformular el proyecto, postergar el proyecto, descartar el proyecto o continuar con la fase siguiente de pre factibilidad o factibilidad. (Blanco, S.F)

A continuación, se realiza el análisis técnico- financiero para las cuatro propuestas de mejora aprobadas por la empresa:

6.1 Propuesta 1: Creación de una nueva aplicación móvil

6.1.1 Análisis técnico

6.1.1.1 Localización del proyecto: La aplicación que se desea implementar es para los usuarios de Metrolínea S.A., que se encuentren ubicados en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana que cuenten con dispositivo móvil como los Smartphone con Google Android, ya que la APP solo se encontrará disponible en Play Store⁹.

⁹ App que tiene disponible los Smartphones, usada por medio de una cuenta en Google Play para realizar descargas de otras Aplicaciones.

6.1.1.2 Objetivos de la propuesta de mejora

- Optimizar el tiempo de los usuarios al momento de comprar pasajes por medio del módulo recarga en línea de la nueva APP, en el instante y lugar donde se encuentren
- Facilitar a los usuarios información actualizada y noticias en cuanto a la movilidad, cambios en las rutas, congestión vial y demás incidentes en tiempo real mediante un módulo de noticias en la nueva APP.
- Generar mayor utilidad al GPS que tienen los buses para tener un mayor control de las frecuencias de cada ruta, tanto para el control operativo de la empresa como para generar información del recorrido en tiempo real a los usuarios.

6.1.1.3 Descripción de la propuesta: Consiste en crear una aplicación dirigida a los usuarios de Metrolínea S.A., con el fin de brindar mejores condiciones en la calidad del servicio al momento de usar el transporte público, para esto se tuvo en cuenta la revisión bibliográfica encontrada en el capítulo del diagnóstico, en el cual se tomó como referencia el uso de una APP en el transporte de España que contiene características que en el caso de Metrolínea se podría utilizar para mejorar la calidad del servicio, estas características se representan como módulos para la nueva APP con el fin de brindar comodidad a los usuarios mediante recargas en línea, utilización del GPS, controlar las frecuencias, observar el recorrido de los buses en tiempo real, suministrar información fácil de entender en las estaciones del sistema, así mismo generando noticias enfocadas en la movilidad y congestión vial de la ciudad y su área metropolitana, para el módulo de recargas en línea los usuarios deben crear o ya disponer de una cuenta debito en el banco Bancolombia, esto se puede realizar aprovechando que se tiene un convenio ya establecido entre el banco y la empresa Metrolínea, en cuanto al uso del módulo de recargas el usuario titular de la

tarjeta que actualmente es usada para validar los pasajes en estaciones y buses se debe personalizar con su número de documento, número de la cuenta debito del banco y contraseña. La idea de estas características en la aplicación surgió como recomendaciones de los usuarios en las entrevistas a profundidad realizadas en el diagnóstico.

6.1.1.4 Funcionalidades de la APP

- Registro y login de usuario a través de correo electrónico y contraseña en el módulo de recarga en línea, mediante la cuenta debito con Bancolombia, digitando su usuario y contraseña, de esta manera puede comprar los pasajes que necesite y estos serán descontados de su cuenta.
- Los usuarios puedan consultar por medio de un mapa guía el recorrido que realiza cada ruta, también puedan observar de manera detallada las direcciones de las paradas que hace cada ruta.
- Planificar el recorrido que se desea realizar por medio del mapa guía, indicando la dirección del lugar donde se encuentre el usuario y la dirección del lugar al cual desea llegar, después de esto la aplicación traza un recorrido y recomienda las rutas que se pueden tomar, especificando en que parada se debe bajar el usuario o si es necesario realizar transbordos.
- Los usuarios puedan observar por medio del GPS el recorrido en tiempo real de la ruta que se encuentran esperando en las estaciones, paradas de Metrolínea o en cualquier lugar en que se encuentren.
- Brindar información respecto al tránsito, problemas en las rutas, congestiones y tráfico en tiempo real a los usuarios en un módulo llamado noticias de la nueva aplicación.

- Los usuarios puedan enviar reportes activamente a la empresa sobre calificaciones con respecto al conductor, experiencias en el recorrido e información del bus, de manera que la empresa pueda realizar estudios para tener una mejora continua de la calidad del servicio.
- Se generen alarmas a los usuarios que planean el recorrido, avisando por medio de un mensaje en qué momento se deben descender de la ruta y tomar un transbordo si es necesario.

6.1.1.5 Diagrama de secuencia describiendo el uso de la APP: En la figura 12 se presenta un diagrama de secuencia, el cual realiza una descripción breve de como los usuarios podrían hacer uso de cada módulo de la nueva APP.

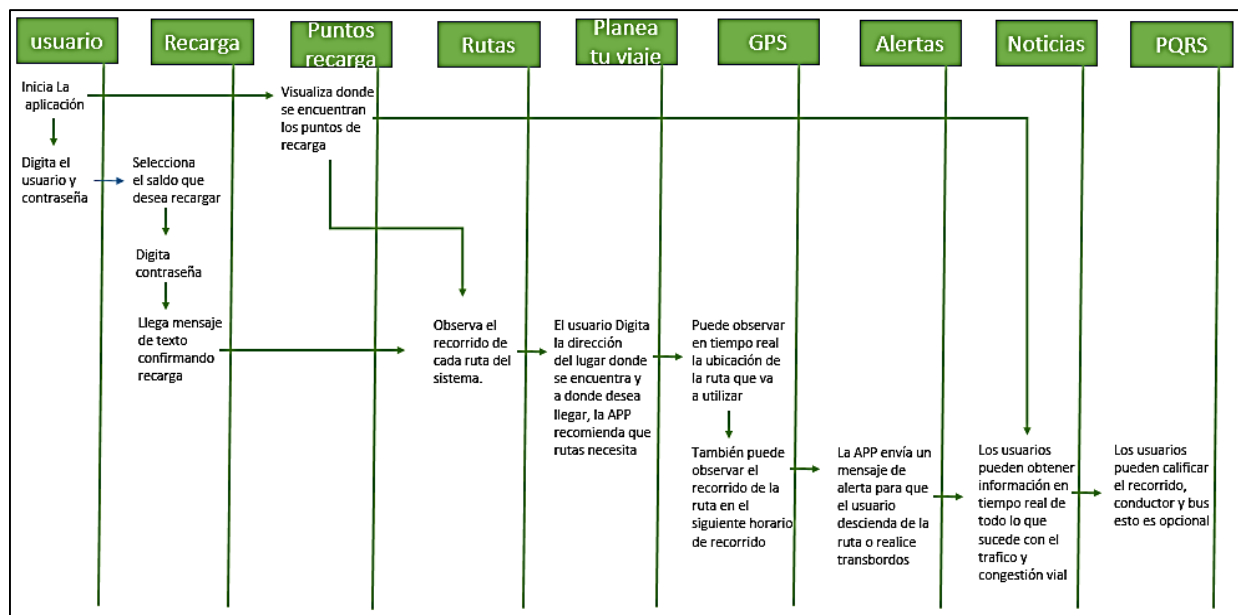


Figura 12. Diagrama descriptivo de la APP

Como se puede observar se presenta un diagrama el cual describe cómo sería el funcionamiento para la nueva APP la cual tiene los siguientes módulos:

Usuarios: En este módulo se crea una cuenta personalizada realizando un registro con correo electrónico o login, contraseña y número de la cuenta de ahorros del banco Bancolombia, este procedimiento es indispensable para el módulo de realizar recargas.

Recarga: En este módulo los usuarios pueden realizar recargas en línea, descontando el costo de la recarga de la cuenta de ahorros del banco Bancolombia, esto se realiza al momento el que el usuario valide la tarjeta en alguna estación o bus y a su vez enviando un mensaje de texto al celular del usuario confirmando el saldo que se tiene en la cuenta débito.

Puntos de recarga: Para aquellos usuarios que no poseen cuentas debito en Bancolombia, pueden observar donde se encuentran los puntos de recarga más cercanos a su ubicación para recargar las tarjetas que actualmente utiliza el sistema.

Rutas: Se encuentra información de cada ruta del sistema en cuanto horarios de operación, frecuencias en horas pico y horas valle, mapas con el recorrido de cada ruta y direcciones de todas las paradas que realiza cada ruta.

Planea tu viaje: Los usuarios pueden digitar la dirección del lugar donde se encuentran en punto de partida y la dirección a donde desean llegar y la APP traza un recorrido recomendando, las rutas pueden utilizar, los tiempos estimados de recorrido y ubicación de las paradas para encontrar la ruta.

GPS: Una vez que el usuario seleccione la ruta en la cual va a realizar su recorrido o en la cual ya se encuentra realizando su recorrido la APP muestra en tiempo real como se mueve el bus y los tiempos que toma para realizar el recorrido, así mismo se pueden observar otras rutas para que el usuario planifique su recorrido y llegue en el momento casi exacto evitando retrasos y controlando las frecuencias de las rutas.

Alertas: Cuando se planifica el recorrido, la APP envía un mensaje de alerta para que el usuario sepa en qué estación o parada debe descender de la ruta, si es necesario tomar un trasbordo, informa al usuario cual debe tomar, esto se puede realizar por medio del GPS del celular.

Noticias: En este módulo los usuarios pueden consultar información actualizada y en tiempo real de los inconvenientes, retrasos y congestiones que se generen en la ciudad y su área metropolitana y cómo afecta las frecuencias y tiempos de recorrido para cada ruta, también informa a los usuarios acerca de cualquier cambio en alguna ruta debido a situaciones que se presenten en días específicos.

PQRS: Preguntas, quejas, reclamos y sugerencias, este módulo permite a los usuarios enviar informes al sistema acerca de la experiencia del recorrido, calificando el conductor, ruta y bus en el cual se transportó, este es un módulo opcional.

6.1.1.6 Ficha técnica para la propuesta: En la tabla 20 se describe la ficha técnica de la creación de la nueva APP.

Tabla 20.

Ficha Técnica del diseño de una nueva aplicación

Ítem	Concepto
Producto	Nueva APP para el uso móvil.
Diseño	El desarrollo de la nueva APP será elaborada por ingenieros de sistemas, y con apoyo de un asesor de marketing para la debida publicidad.
Usos	Para Smartphones con Google Android
Vida útil	1 año

Se puede observar que el producto que se va a usar para que los usuarios puedan utilizar la nueva APP es por medio de un móvil, el diseño se realiza por medio de personal profesional y capacitado como son ingenieros de sistemas y asesor de marketing, su usos es solo para dispositivos móviles Smartphones con cuenta de Google Android y la vida útil de la aplicación es de 1 año ya que se deben realizar mantenimientos y actualizaciones de las rutas, recorridos, información, restablecimiento de datos y cuentas.

6.1.1.8 Descripción de las características del hardware requerido: A continuación, se describen cada una de las características que se requieren para el desarrollo de la nueva APP.

Tabla 21.

Características técnicas de los componentes del hardware.

Componentes	Características técnicas
Ordenador portátil	Asus Model TP301U
	Procesador Intel Core I5
	Memoria RAM 4Gb
	Sistema operativo Windows 10
Smartphone principal	Oct acore (2,3 GHz, 1,6GHz)
	Pantalla 5.5 (139.5mm) Dual Edge Super AMOLED
	Versión android 7.0
Smartphone secundario	Hisilcon kirin 620 CPU 8x1.2 GHz
	Pantalla 5* (143mm)
	Versión de android 7.0

Como se puede observar en la tabla 19 se hace una descripción detallada de los componentes y sus características necesarias para proceder a crear la nueva APP.

6.1.1.7 Descripción de las características del software requerido: En la tabla 22 se describen las características que se requieren en el software para llevar a cabo la creación de una nueva APP y para que se van a utilizar las herramientas para la realización del software de la nueva APP.

Tabla 22.

Herramientas para el software de la APP

Herramientas	Descripción
Android Studio 2.3.2	Entorno de desarrollo integrado oficial para la plataforma Android
Justinmind prototyper 7.8.0	Desarrollo de prototipos interactivos para aplicaciones
Adobe photoshop 2017	Software de edición de imágenes que ofrece varias herramientas para el diseño de las rutas y mapas.
ArgoUML	Aplicación del diagramado en UML escrita en Java
Genymotion	Emulador de terceros usado para crear un entorno virtual en Android
FileZilla	Software gratuito que permite a los usuarios conectar un ordenador local con un servidor remoto de internet para el intercambio de archivos

6.1.1.8 Análisis de la matriz DOFA

Debilidades

D1: Falta de recursos económicos en la empresa Metrolinea S.A., para la implementación de la nueva APP.

D2: Disposición de poca tecnología en la empresa para el desarrollo de una nueva APP.

D3: Dificultades en la empresa y servidores del sistema para el uso correcto del GPS instalado en los buses para poder observar el recorrido en tiempo real.

D4: Dificultades técnicas en cuanto el manejo de información de los usuarios en la plataforma de recargas en línea.

D5: Usuarios que no cuenten con una cuenta en Google Android no pueden usar la APP, ya que esta solo se encuentra disponible esta cuenta.

Fortalezas

F1: Adaptación rápida de los usuarios en la utilización de la nueva APP

F2: Aumentar el número de usuarios que utilizan el sistema Metrolínea, ya que, mediante las entrevistas a profundidad realizadas a los usuarios en el diagnóstico del proyecto, todos coincidían en mejorar las características que en esta propuesta se pretenden mejorar.

F3: Mejorar la calidad del servicio del SITM para los usuarios en cuanto a la disponibilidad inmediata de información y facilidad para realizar recargas.

Amenazas

A1: Problemas e inconvenientes jurídicos y legales, conlleve a extender el tiempo para la implementación de la propuesta.

A2: Los usuarios no comprendan la estructura de la APP y no cuenten con datos móviles para utilizar la APP en el lugar donde se encuentren.

A3: Todos los usuarios no tengan cuenta debito en el banco Bancolombia.

Oportunidades

O1: Aumentar la competitividad respecto el transporte convencional e informal.

O2: Generar información actualizada y confiable acerca de los recorridos de las rutas.

O3: Difundir información a los usuarios de manera más rápida sobre cualquier contratiempo que se genere en los recorridos.

6.1.2 Estudio financiero a nivel de perfil

6.1.2.1 Cotización: La inversión requerida para esta propuesta es alta, pero solo se puede determinar los costos principales de la creación de una nueva APP, los cuales fueron determinados por el Ingeniero civil de la Universidad Industrial de Santander Juan Camilo Fidel Barajas Rueda, quien por medio de una carta a Metrolínea presentó una solicitud para realizar una cotización, la cual por recursos económicos de la empresa será desarrollada más adelante, también se puede realizar una convocatoria para generar una licitación la cual tiene un tiempo de nueve meses aproximadamente, a continuación se presentan los costos requeridos para el desarrollo de una nueva APP los cuales son; costos salariales del personal, costos pre operativos y costos de activos fijos. (Ver Apéndice F)

En la tabla 23 se presentan los costos salariales de personal requeridos para el desarrollo de la nueva APP.

Tabla 23.

Costos salariales del personal

Concepto	Tiempo requerido	Costo mensual	Costo total
Desarrollador	6 meses	\$1'800.000	\$10'800.000
Asesor de marketing	1 mes	\$1'500.000	\$1'500.000
Técnico en sistemas	1 mes	\$900.000	\$900.000

Para la creación de la nueva APP se requiere de un desarrollador el cual crea la aplicación, para esto se requiere un tiempo de 6 meses aproximadamente, en el momento en el que se está terminando de hacer la APP el asesor de marketing es requerido para analizar el mercado y así desarrollar estrategias para que la implementación de la nueva APP sea conocida tanto para los

usuarios como para todas las personas de Bucaramanga y su área metropolitana, y finalmente el técnico en sistemas da apoyo al desarrollador realizando r modificaciones o mantenimiento en el desarrollo de la APP.

En la tabla 24 se presentan los costos de pre - operación requerida para el desarrollo de la nueva APP.

Tabla 24.

Costos de Pre-operación para la APP

Concepto	Tiempo requerido	Costo mensual	Costo total
Registro en Google Play	2 meses	\$25 USD	\$50 USD
		\$75.971	\$151.000
Registro en la cámara de comercio	1 mes	\$800.000	\$800.000
Publicidad digital	2 meses	\$250.000	\$500.000
Costos de contratación	1 mes	\$2'500.000	\$2'500.000

Como se explica antes de comenzar a operar, la nueva APP necesita un periodo pre-operativo, que se considera de dos meses, este plazo es para desarrollar la aplicación, realizar el pago de licencias para validación de prototipos de la aplicación, hacer el registro en la cámara de comercio y el registro de facturación electrónica.

En la tabla 25 se detalla los costos de los activos fijos.

Tabla 25.

Costos de los activos fijos para la APP

Concepto	Cantidad requerida	Costo unitario	Costo total
Equipo de comunicación y computo	2	\$2.500.000	\$5.000.000

En la tabla 26 encuentran los activos que se requieren para la creación de la aplicación son dos computadores como uso al personal operativo de apoyo a la creación de la aplicación.

Tabla 26.

Costos totales de la APP

Descripción de los costos	Costos totales
Costos salariales del personal	\$13'200.00
Costos de Pre-operación	\$3'951.000
Costos de activos fijos	\$5'000.000
Costos totales	\$22'151.000

El costo total para la creación inicial de una nueva APP tiene un valor aproximado de \$22'151.000, según la cotización que realizó el ingeniero Juan Camilo Fidel Barajas, mencionado anteriormente.

Para actualización de la base de datos, estructura del software, información de las rutas y modificar ciertas características como el color, imágenes, diseño, letra y demás, se presentan los costos anuales de mantenimiento que son un aproximado del 10% a 20% de la aplicación según el ingeniero Juan Camilo Fidel Barajas Rueda, que en este caso se halló el promedio siendo este el 15% de 22'151.000, también se debe incluir el costo de la mano de obra del técnico que realiza el mantenimiento, en la tabla 27 se presentan estos costos.

Tabla 27.

Costos de mantenimiento para la APP

Gastos de mantenimiento	Costo
Mantenimiento general	\$3'322.650
Mano de obra	\$900.000

Tabla 27. *Continuación*

Gastos de mantenimiento	Costo
Costo total de mantenimiento	\$4'222.650

El costo total para realizar un mantenimiento anual es aproximadamente \$4'222.650, la empresa desea incluir este costo de mantenimiento en el total del valor de la aplicación, de esta manera se realice el Pay Back con un costo global de \$26'373.650 para la creación de una nueva APP.

6.1.2.2 Pay Back (Recuperación de la inversión): Se realiza un análisis respecto a la recuperación del dinero que se requiere invertir para la creación de una nueva APP, con el fin de generar el flujo de caja la empresa desea aumentar el número de usuarios que utilizan el sistema Metrolínea, para lograr esto se requiere quitarle un porcentaje de usuarios al transporte informal que según el director de tránsito de Bucaramanga, Miller Salas, son más de 20.000 personas, para la realización del Pay Back se hacen tres escenarios los cuales tienen como variable el porcentaje de usuarios que desea adquirir la empresa, con el fin de saber cuánto es el mínimo o máximo porcentaje de usuarios que debe atraer la empresa para recuperar el dinero de la inversión en un plazo de 2 a 5 años que se tiene como meta, para esto se utiliza una tasa interés de oportunidad del 12% anual¹⁰. (Ver Apéndice G)

A continuación, se realizan los tres escenarios para el cálculo del Pay Back:

- **Escenario 1:** Para el primer escenario se obtuvo el Pay back de la figura 13, el cual tiene el 1% de usuarios ganados respecto al transporte informal, con el fin de conocer cuántos años se requirieron para recuperar la inversión.

¹⁰ Tasa de interés de oportunidad utilizada para proyectos de inversión pública en Metrolínea S.A.

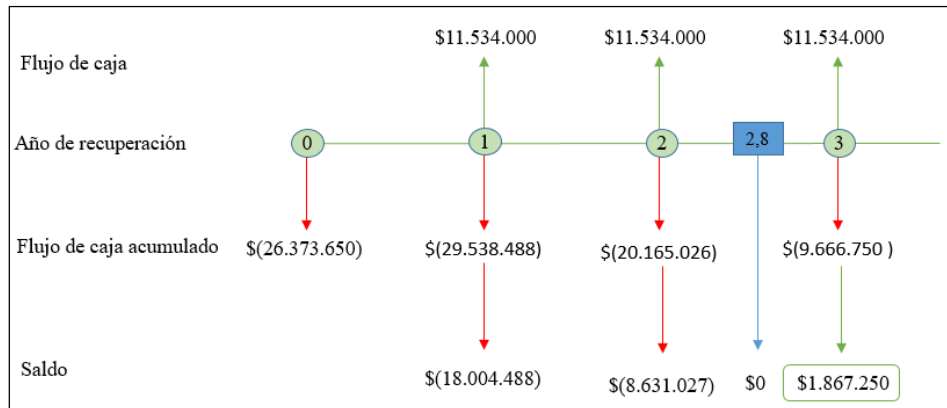


Figura 13. Escenario 1 del Pay Back de la APP

Como se puede observar en el escenario 1 con un porcentaje del 1% de ganancia de usuarios para los años 1 y 2 no se ha recuperado la inversión, para el año 2,8 da como resultado un saldo en cero, esto quiere decir que en ese momento alcanza el equilibrio, pero ya para el año 3 su inversión ha sido recuperada y se obtiene una ganancia de \$1'867.250.

- **Escenario 2:** Se presenta el siguiente Pay Back como se muestra en la figura 14, en el cual se halla el porcentaje de usuarios necesarios para dar un equilibrio económico entre la inversión y ganancias.

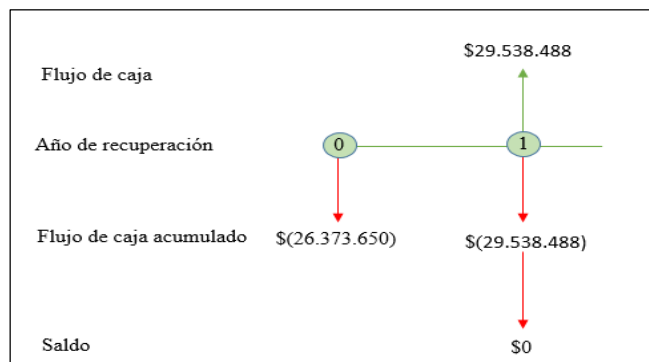


Figura 14. Escenario 2 del Pay Back de la APP

Como se puede observar en escenario 2 con un porcentaje del 2,5609% siendo este 186.952 usuarios de ganancia al transporte informal se puede obtener un equilibrio económico entre el costo de la inversión y el dinero recuperado para el primer año.

- **Escenario 3:** En el Pay Back de la figura 16 se realiza ganando el 2% de los usuarios respecto al transporte informal.

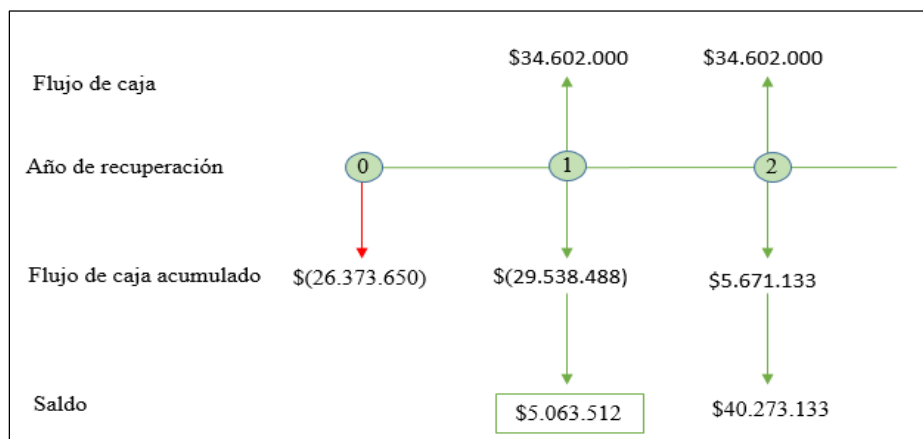


Figura 15. Escenario 3 del Pay Back de APP

Como se puede observar en el escenario 3 se obtienen ganancias desde el primer año siendo estas de \$5'063.512, para los siguientes años se aumentan las ganancias.

6.2 Propuesta 2: Prueba piloto para la Recarga Verde

6.2.1 Análisis técnico

6.2.1.1 Localización del proyecto: A continuación, se presenta la macro localización y micro localización para la instalación de la máquina expendedora tipo RVM para reciclar material PET y aluminio.

❖ **Macro localización:** Esta propuesta se localizará en el municipio de Bucaramanga, Capital del departamento de Santander, el cual se encuentra en una terraza inclinada de la Cordillera Oriental a los 7° 08' de latitud norte con respecto al Meridiano de Bogotá y 73° 08' de longitud al Oeste de Greenwich. (Alcaldía Bucaramanga, 2018).



Figura 16. Macro localización de Bucaramanga. Nota: Adaptado de página oficial del municipio de Bucaramanga, 2018

❖ **Micro localización:** Corresponde al sitio más adecuado para la ubicación de la máquina expendedora tipo RVM para que tenga buena acogida por parte de los ciudadanos. En tabla 28, se presentan cinco opciones de ubicación para la prueba piloto de la máquina recarga verde:

Tabla 28.

Opciones de localización de la propuesta

No.	Ubicación	Municipio	Dirección
1	Parque Estación Uis	Bucaramanga	Calle 10 #25A

Tabla 28. *Continuación*

No.	Ubicación	Municipio	Dirección
2	Estación Provenza	Floridablanca	Autopista Floridablanca N° 86-30
3	Estación Temprana	Piedecuesta	Piedecuesta, Santander
4	Estación Lagos	Floridablanca	Calle 42
5	Estación Cañaveral	Floridablanca	AP Floridablanca-Bucaramanga

Nota: * Descripción de las posibles ubicaciones a elegir para la prueba piloto de la recarga verde en la ciudad de Bucaramanga.

Para estas opciones de ubicación se escogió el método de los factores ponderados para determinar la mejor localización. Para este método, lo primero que se realiza es la definición de los factores relevantes:

1. Proximidad a Universidades: se refiere a cercanías de universidades, lo que se espera es que haya más educación ambiental.
2. Alto flujo de personas: número de personas que se movilizan a diario.
3. Cercanía a centros comerciales: se refiere a la proximidad a centros comerciales, donde se puede aprovechar todo el material reciclable que va las canecas de la basura.
4. Amplitud del lugar: Capacidad del área para la instalación de la máquina.
5. Cantidad de rutas alimentadoras por estación: se refiere al número de rutas alimentadoras que llegan a cada estación y así se puedan dirigir a otros lugares o ingresar a otras rutas.
6. Estrato social: Este proyecto favorece a los estratos más bajos dado que subsidia a aquellas personas que reciclen botellas a cambio de \$50 pesos para recarga de su tarjeta Metrolínea.

Una vez definidos los factores se le asigna un peso a cada factor que refleje la importancia relativa como se muestra en la siguiente tabla 29:

Tabla 29.

Factores a evaluar para las distintas localizaciones

Factor	Descripción	Peso
1	Proximidad a Universidades	25%
2	Alto flujo de personas	25%
3	Cercanía a Centros Comerciales	15%
4	Amplitud del lugar	10%
5	Cantidad de rutas alimentadoras por estación	15%
6	Estrato social	10%

Nota: * Asignación de peso a cada uno de los factores a evaluar.

Una vez definidos los factores a evaluar, se fija una escala de 1-10, para luego hacer la evaluación para cada factor a cada una de las ubicaciones según lo investigado y teniendo el criterio del director técnico de operación de Metrolínea S.A., como se muestra en la siguiente tabla 30:

Tabla 30.

Evaluación a cada factor de las ubicaciones

Factor	Peso	Calificación				
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
1	25%	9	2	1	3	2
2	25%	8	10	5	4	8
3	15%	3	1	3	1	10
4	10%	10	10	4	4	8
5	15%	4	10	8	5	2

Tabla 30. *Continuación*

Factor	Peso	Calificación				
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
6	10%	9	7	9	5	1
Total	100%	43	40	30	22	31

Nota: *Evaluación de cada factor para cada las diferentes ubicaciones teniendo en cuenta la escala de 1-10.

Una vez definida la evaluación a cada factor de las diferentes ubicaciones, se realiza la calificación ponderada (Ver apéndice H), dando los resultados que se presentan en la tabla 31.

Tabla 31.

Calificación ponderada para cada una de las ubicaciones

Factor	Calificación Ponderada				
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
1	2,25	0,5	0,25	0,75	0,5
2	2	2,5	1,5	1	2
3	0,75	0,15	0,75	0,15	1,5
4	1	1	0,4	0,4	0,8
5	0,6	1,5	1,2	0,75	0,3
6	0,9	0,7	0,9	0,5	0,1
Total	7,2	6,35	4,45	3,55	5,2

Nota: * Resultados de la calificación ponderada para determinar la mejor ubicación teniendo en cuenta los diferentes factores.

De la Tabla 29 de ponderación de factores se obtiene que la mejor localización para una prueba piloto en la ciudad de Bucaramanga es la opción uno que pertenece al Parque Estación UIS con un

puntaje de 7,2. A partir de los resultados sobre la cantidad de recargas realizadas a la primera máquina se decide si colocar otros puntos en la ciudad a mediano plazo, teniendo en cuenta los otros puntajes de ponderación de factores que en este caso sería la opción 2 que pertenece a la Estación Provenza, seguidamente por la Estación de Cañaveral, Estación Temprana y finalmente en la Estación Lagos y ya para largo plazo se estudiaría para instalarlas en otros puntos como centros comerciales, universidades, centros educativos (SENA y colegios) o en lugares públicos donde haya alto flujo de personas y un buen nivel de conciencia ambiental.

Ya seleccionada el Parque Estación UIS como la mejor ubicación para la prueba piloto, se busca el lugar más apropiado en la estación para la localización de la máquina, para lo que se tuvo en cuenta un espacio físico que no afecte la circulación de los viajeros y que la persona que desee hacer uso de la máquina a través del reciclaje no necesariamente tuviera que ingresar a la estación, por lo que se ubicará por la entrada de la calle 10 justo antes de pasar los validadores, como se muestra en la figura 17:



Figura 17. Ubicación de la máquina en el Parque Estación UIS

6.2.1.2 Objetivos de la propuesta de mejora.

- Implementar la prueba piloto del proyecto “recarga verde” en el SITM en la Ciudad de Bucaramanga con la finalidad que a mediano plazo se instalen otros cinco puntos de recarga distribuidos en el AMB.
- Fomentar el reciclaje y el cuidado del medio ambiente a través del incentivo de los \$50 pesos que se le recarga a la tarjeta de Metrolínea.

6.2.1.3 Descripción de la propuesta: Recarga verde fue un proyecto innovador que se implementó en el Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá en Medellín con quien se contactó por vía correo electrónico para conocer detalles técnicos y financieros. (Ver Apéndice I). Consiste en una máquina Reverse Vending Machine (RVM) diseñada y construida por la empresa Ingeniería Sostenible Global S.A.S- Ciclo, que recicla botellas (PET y aluminio) y a cambio le subsidia con \$50 pesos a los usuarios para recargar la tarjeta Cívica.

Es así, que surge la idea que este proyecto se lleve a cabo la prueba piloto en la Ciudad de Bucaramanga para Metrolínea S.A., con el fin de incentivar y aumentar el número de usuarios al sistema y contribuir con el cuidado del medio ambiente.

Actualmente en las estaciones de Metrolínea se recolectan botellas plásticas en cajas de cartón y la empresa de aseo de Bucaramanga (EMAB) se encarga de reciclarlas, lo que es buen indicio para que se lleve a cabo este proyecto y aumente el porcentaje de reciclaje. Lo ideal es que Metrolínea abra la convocatoria para el desarrollo de este proyecto y que la licitación la gane la Empresa Ingeniería Sostenible Global S.A.S- Ciclo, ya que previamente se contactó por vía correo electrónico y telefónica para conocer datos relacionados con aspectos técnicos y financieros (Ver Apéndice J) y así empezar la contratación para que se encarguen de la puesta en marcha la prueba piloto de la máquina en el Parque Estación UIS para realizar la recarga a las tarjetas de Metrolínea,

para que los usuarios se puedan beneficiar a través del subsidio, ya que esta entidad tiene conocimientos de los problemas técnicos que se presentaron y la ventaja es que durante la ejecución no se volverán a presentar esos inconvenientes.

6.2.1.4 Funcionalidades: A través del contrato CN2018-0008 se determina las funcionalidades de esta máquina la cual es generar información sobre la cantidad y el tipo de reciclaje para luego ser separado según corresponda PET o aluminio, así mismo, compactar y contar con alarmas de llenado y reciclaje. Además permitir al usuario realizar la transacción en tiempo real y con acceso seguro. (Medellín, 2016).

6.2.1.5 Diagrama de secuencia: En la figura 18 se realiza el proceso para recargar la tarjeta de Metrolínea a través de la máquina expendedora tipo RVM.

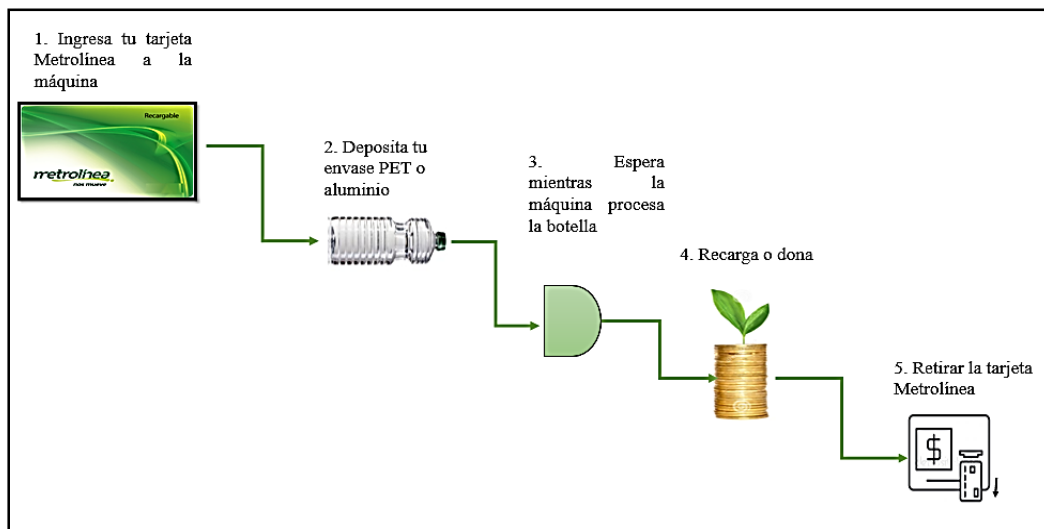


Figura 18. Secuencia para realizar la recarga a través de la máquina verde

Se observa cinco pasos el proceso para realizar la recarga a través de la máquina verde, en primer lugar cada usuario ingresa la tarjeta Metrolínea a la máquina, el segundo paso es depositar botellas PET o de aluminio la cual tiene como requerimiento que los envases conserven su forma, es decir, que no esté muy arrugada y que no tenga contenido, además se debe tener en cuenta que se puede depositar un máximo de diez botellas por transacción, y en el día hasta un máximo de noventa y dos botellas por persona, equivalentes a dos pasajes. Luego, como tercer paso, el usuario espera un minuto mientras la máquina identifica, clasifica y recicla el envase; en el cuarto paso, al usuario le aparece en la pantalla de la máquina la opción de cambiar las botellas por el saldo o donarlas, si opta por cambiarlas por el saldo le dice cuánto saldo ganó y cuánto le queda (si es que tenía en la tarjeta) y si opta por donar van directamente a la empresa recicladora. Finalmente, el último paso es el de retirar la tarjeta Metrolínea.

6.2.1.6 Ficha técnica para la propuesta: En la tabla 32, se describe las características del producto, diseño, usos, especificaciones técnicas y vida útil de la máquina expendedora tipo RVM para realizar recargas.

Tabla 32.

Ficha Técnica de la máquina expendedora para las recargas verdes

Ítem	Concepto
Producto	Máquina expendedora tipo RVM con las siguientes medidas: 1,5 mts de frente*0,8 mts de ancho*1,80 mts de alto
Diseño	Máquina tipo RVM con hardware y software para identificar, separar, pesar y entregar al usuario la carga en dinero establecida para recargarlo a la tarjeta Metrolínea
Usos	Para reciclar material PET, aluminio y realizar transacción a la tarjeta Metrolínea.

Tabla 32. *Continuación*

Ítem	Concepto
Especificaciones técnicas	Sistema Operativo: Windows 10
	Framework 4.5.2
	SQL Server Express 2014
	Drivers de la lectora
	Puertos USB para la conexión de la lectora Mifare
	Puerto Ethernet
Vida útil	Alimentación a 110V
	10 años

Nota: * Especificaciones técnicas de la máquina expendedora tipo RVM.

En la figura 19, se muestra la tecnología como servicio que ofrece este tipo de máquinas por parte de la empresa Ciclo de Medellín.



Figura 19. Máquina tipo RVM. Adaptado de Ciclo. 2018

6.2.1.7 Análisis de la matriz DOFA

Debilidades

- D1: Alta inversión inicial, dado que se deben invertir alrededor de \$60.000.000 para la prueba piloto.
- D2: La fase de ejecución es a largo plazo dado a que se debe hacer contratación pública y los trámites son demorados.
- D3: Fallas en la integración de la máquina con el sistema de recaudo de Metrolínea S.A., las cuales fueron problemas que se presentaron en la prueba piloto en el metro de Medellín, pero que fueron solucionados al poco tiempo, lo cual se debe tener en cuenta para la implementación en la ciudad de Bucaramanga.
- D4: Demoras en el proceso de la recarga de la tarjeta, es decir, los usuarios tengan que esperar un largo tiempo para que se realice la transacción del dinero a la tarjeta.
- D5: Poca capacidad de la máquina para la recepción de los envases PET y aluminio.

Fortalezas

- F1: Crecimiento como empresa al implementar un proyecto de innovación social y ambiental, generando una buena imagen corporativa para Metrolínea S.A.
- F2: Generación de empleo, dado que se necesita personal para el mantenimiento de la máquina, asesorar sobre el uso, para reciclar, entre otros.

Amenazas

- A1: Poca educación y conciencia para reciclar, pues los índices de reciclaje en Bucaramanga no supera el 32%.

- A2: Otras empresas se dediquen al proceso del reciclaje, por lo tanto, se vería afectada la empresa ya que no recogería igual cantidad de envases.

Oportunidades

- O1: Aumentar el número de usuarios a través del cambio de botellas por dinero para el pasaje.
- O2: Crear desarrollo social, beneficiando especialmente a aquellas personas de estratos bajos con el subsidio de los \$50 pesos para recargar sus pasajes.
- O3: Contribuir con el cuidado del medio ambiente, ya que permiten que las botellas sean recicladas, evitando que lleguen a rellenos sanitarios afectando el ecosistema, ríos mares.

6.2.2 Estudio financiero a nivel de perfil.

6.2.2.1 Cotización: Se tiene en cuenta el contrato CN2017- 0147 del año 2017, que consiste en la prueba piloto de la primera máquina para realizar recargas verdes en la ciudad de Medellín con la empresa Ingeniería Sostenible Global S.A.S- Ciclo, para lo cual se toma como referencia para la cotización del proyecto en Bucaramanga; se tiene en cuenta los valores del 2017 y se calculan para el año 2018 con la inflación anual del 3,23% según informe el DANE, como se muestra en tabla 33:

Tabla 33.

Cotización para la instalación de la máquina expendedora tipo RVM

Ítem	Descripción del entregable	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Instalación de la máquina en la estación del Parque Estación UIS, acompañamiento, mantenimiento y asistencia técnica. Además, el proceso de retiro y tratamiento adecuado del reciclaje recolectado en la máquina. También incluye la conciliación de valores y la alimentación a 110V 60 Hz y conexión Ethernet para conectar las tarjetas Metrolínea.	MES	4	\$11.355.300	\$45.421.200
2	Costos para el análisis de las variables socioeconómicas y ambientales.	UND	1	\$10.323.000	\$10.323.000
Subtotal					\$55.744.200
IVA					\$10.591.398
Valor Total					\$66.335.598

La inversión total para esta propuesta tiene un valor de \$66.335.598. A pesar que es una cifra elevada para recuperar, la empresa Ingeniería Sostenible Global S.A.S. – Ciclo inauguro la prueba piloto llamada recarga verde el 28 de agosto del 2017 en la estación Universidad Línea A para el metro de Medellín y a la fecha ya han instalado otros tres puntos de recarga verde, uno en la Estación Niquía, otro en la estación Santo Domingo y el otro es la estación San Antonio, lo cual quiere decir que el proyecto para la empresa ha sido factible.

7.2.2.2 Pay Back: Para el tiempo de recuperación para la inversión de este proyecto se debe tener en cuenta el flujo de caja libre que estaría dada por la ganancia que genera cada botella de plástico, para lo cual se tiene en cuenta el promedio de envases recogidos por Ciclo en la ciudad de Medellín, cantidad de toneladas y el precio al que venden el kilo de reciclaje (Ver Apéndice K). A continuación, se muestran tres escenarios diferentes partiendo como base de la cantidad de botellas que se recogieron en Medellín diariamente para la primera máquina:

1. 7778 botellas recogidas en Medellín = # botellas recogidas en Bucaramanga
2. 7778 botellas recogidas en Medellín < # botellas recogidas en Bucaramanga
3. 7778 botellas recogidas en Medellín > # botellas recogidas en Bucaramanga

Para el cálculo del Pay Back se tiene en cuenta una tasa de interés de oportunidad del 12%¹¹ anual para proyectos de inversión pública. (Ver Apéndice L)

- **Escenario uno:** En la figura 20 se observa el tiempo de la recuperación teniendo en cuenta la variable (número de botellas) equivalente a 7778:



Figura 20. Escenario 1 del Pay back de recargas verdes

¹¹ Tasa de interés de oportunidad utilizada para proyectos de inversión pública en Metrolínea S.A.

El tiempo de recuperación en este escenario es a los 8 años con 9 meses y 3 semanas.

- **Escenario 2:** En la figura 21 se observa el tiempo de la recuperación teniendo en cuenta la variable (número de botellas) equivalente a 7248:

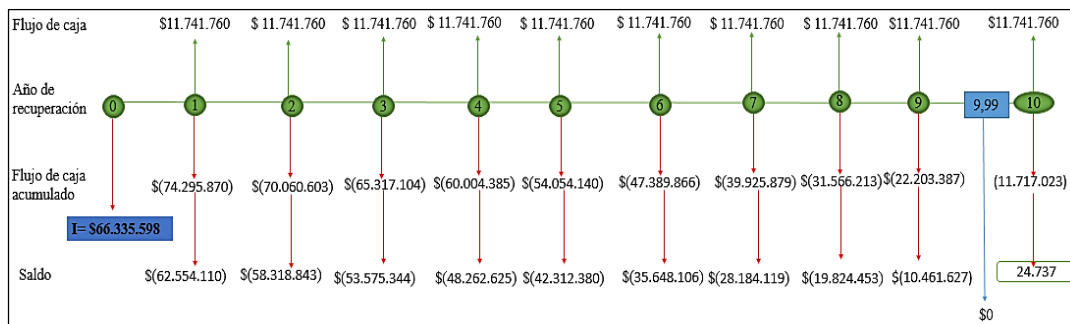


Figura 21. Escenario 2 del pay back de recargas verdes

El tiempo de recuperación en este escenario se da en el año 10, lo que quiere decir, que como mínimo se debe recoger alrededor de 7248 porque de lo contrario no se alcanzaría a recuperar la inversión en el tiempo de la depreciación de la máquina.

- **Escenario 3:** En la figura 22 se observa el tiempo de la recuperación teniendo en cuenta la variable (número de botellas) equivalente a 10.000:

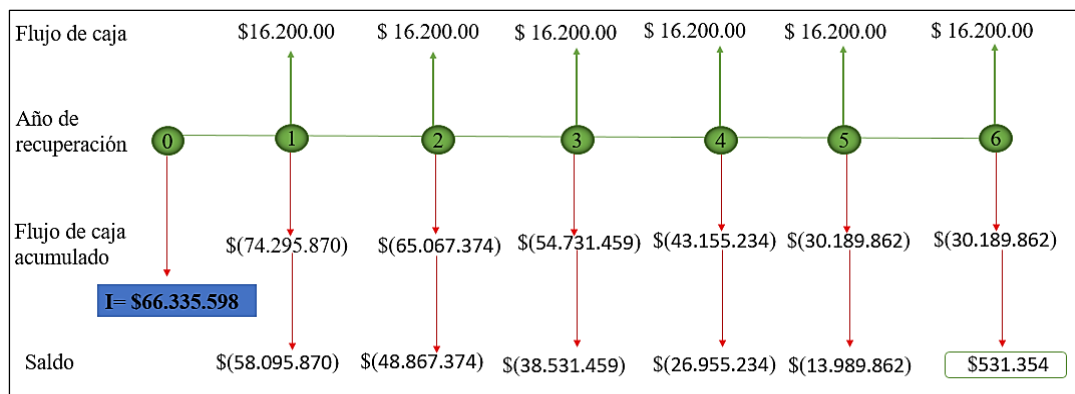


Figura 22. Escenario 3 del pay back de recargas verdes

Para el escenario 3 el tiempo de recuperación es en el año 6, con una ganancia de \$531.354.

6.3 Propuesta 3: Diseño y elaboración de un mapa guía, carteles informativos y señalizaciones

6.3.1 Análisis técnico

6.3.1.1 Localización del proyecto: Los mapas guía, carteles informativos y señalizaciones se van a implementar en las estaciones de parque UIS, Provenza, Lagos II, Cañaveral, San Mateo del centro y Temprana de Piedecuesta, de modo que esté disponible para la mayoría de usuarios que utilicen el sistema, ya que solo se pueden disponer de estos avisos informativos en las estaciones y no en las paradas que realizan las rutas en las calles debido a invasión del espacio público.

6.3.1.3 Objetivos de la propuesta de mejora.

- Complementar la información de las principales paradas que realizan todas las rutas del sistema por medio de avisos informativos detallados
- Describir de manera detallada las direcciones de las paradas que realizan las rutas alimentadoras del sistema, para que los usuarios puedan entender toda la información.
- Informar acerca de los horarios de operación de cada ruta alimentadora, de manera que no se generen confusiones ni inseguridades en los usuarios al momento de usar el sistema.

6.3.1.2 Descripción de la propuesta: Se realizó un recorrido por las estaciones del sistema para verificar que tipo de información se encontraba, debido a la poca información que se halló se optó por diseñar avisos informativos (Ver apéndice M) dirigidos a los usuarios del sistema como alternativa de solución al problema de la falta de información, que los usuarios sugerían en las

entrevistas a profundidad realizadas¹² los avisos a realizar son; mapas guía: que contengan las paradas principales que realizan las rutas troncales, Pre-troncales, alimentadoras y complementarias del sistema; carteles informativos, solo para las rutas alimentadoras, con las direcciones específicas de las paradas y horarios de operación de manera detallada y finalmente diseñar señalizaciones en forma de flechas que dirijan a los usuarios al punto de salida y llegada de las rutas alimentadoras del sistema para las estaciones del Parque UIS, Lagos II, Provenza, Cañaveral, San Mateo del Centro y Temprana de Piedecuesta.

En la figura 23 se muestra cómo quedaría el diseño de la información en las estaciones.



Figura 23. Diseño de carteles informativos

6.3.1.3 Funcionalidades de los avisos informativos

- El mapa guía es un cartel que brinda información acerca de las principales paradas que realizan todas las rutas del sistema incluyendo las rutas complementarias.
- Los carteles informativos brindan información acerca de las direcciones detalladas de todas las paradas de las rutas alimentadoras del sistema.

¹² Diseño y aplicación de entrevistas a profundidad a usuarios en el ítem 4.3.2 del Plan del proyecto de grado.

- Las señalizaciones brindan información acerca de hacia que dirección de la estación se toma una ruta alimentadora.

En la tabla 34 se describe la cantidad de avisos informativos se pretenden implementar por estaciones.

Tabla 34.

Cantidad de avisos informativos en las estaciones

Estaciones	Mapa guía	Carteles de información	Señalizaciones
Provenza	15	18	20
Lagos II	2	10	5
Cañaveral	2	5	5
UIS	6	5	15
Piedecuesta	5	12	5
Totales	30	50	50

Nota: * Ubicaciones para la implementación de los carteles informativos

6.3.1.6 Ficha técnica para la propuesta: En la tabla 35 se presenta la información detallada de los materiales y características necesarias para la implementación de la propuesta.

Tabla 35.

Ficha técnica del diseño y elaboración de los avisos informativos

Ítem	Concepto
Producto	Mapa guía, carteles informativos y señalizaciones
Diseño	Se imprimen los avisos en material de papel adhesivo ya que es resistente al agua y a la exposición exterior
Usos	Ubicar los avisos para los usuarios en espacios estratégicos de las estaciones Parque UIS, Provenza, Lagos II, Cañaveral. San Mateo del Centro y Temprana de Piedecuesta, de manera que sean visibles para los usuarios.
Vida útil	3 años

Se van a imprimir los avisos informativos en papel adhesivo que no es tan costoso, y tiene una larga vida útil, siempre y cuando reciba cuidados por parte del personal y los usuarios del servicio, los mapas guías son un poco más grandes porque ellos llevan la información de todas las rutas del sistema en cambio los carteles informativos solo llevan información de las rutas alimentadoras que pasan por cada estación.

6.3.1.7 Análisis de la matriz DOFA

Debilidades

- D1: Posibles dudas que surjan en los usuarios acerca de la información que se presenta.
- D2: Los usuarios con alguna discapacidad visual no pueden obtener esta información.

Fortalezas

- F1: Brindar información clara y completa de las paradas y horarios de operación de las rutas en las estaciones.
- F2: La información plasmada sea fácil de comprender para todos los usuarios del sistema.
- F3: Generar calidad en el servicio brindando información acerca de los cambios más actuales de las rutas que se presentan.

Amenazas

- A1: Sobrecostos generados por el cambio de carteles debido a modificaciones en los recorridos de las rutas.
- A2: Posible maltrato y mal cuidado a los carteles por parte de los usuarios.

Oportunidades

- O1: Generar seguridad a los usuarios al momento de tomar una ruta porque pueden obtener información del recorrido.
- O2: Brindar a los turistas y usuarios nuevos una guía fácil de entender de los recorridos incentivando el uso del sistema.
- O3: Contratiempo que se genere en los recorridos.

6.3.2 Estudio financiero a nivel de perfil

6.3.2.1 Cotización: La inversión requerida para esta propuesta es media, ya que se va a invertir solo en la impresión de los avisos informativos, sin contar con gastos salariales de empleados ni gastos operativos.

En la tabla 36 se describen los costos de la implementación de la propuesta de mejora, según la cotización realizado por el diseñador gráfico Jorge Manuel Gómez, gerente de la empresa llamada Creativa diseño y control, que presentaron los siguientes datos. (Ver apéndice N)

Tabla 36.

Inversión para la implementación de avisos informativos

Tipo de aviso informativo	Cantidad	Material	Precio unitario	Total
Mapa guías	30	Papel adhesivo	\$50.000	\$1'500.000
Carteles informativos	50	Papel adhesivo	\$42.000	\$2'100.000
Señalizaciones	50	Papel adhesivo	\$ 8.000	\$400.000

La inversión requerida para la implementación de la propuesta es de \$4'000.000.

6.3.2.2 Pay Back (Recuperación de la inversión): Para realizar el Pay Back, la empresa desea ganar un aproximado de 0.3% de usuarios que se encuentran usando el transporte informal ya que se pretende con esta propuesta mejorar la calidad del servicio explicando detalladamente cada ruta. (Ver Apéndice O)

A continuación, se presentan los tres escenarios utilizados para realizar el Pay Back:

- **Escenario 1:** Para el primer escenario se dio el siguiente Pay back de la figura 24 el cual tiene el 0,2% de usuarios ganados respecto al transporte informal, con el fin de conocer cuántos años se requieren para recuperar la inversión

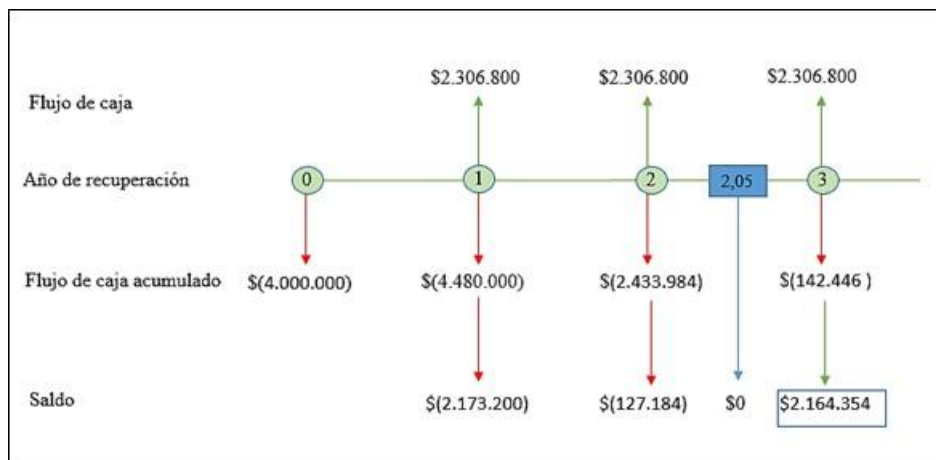


Figura 24. Escenario 1 del Pay Back de avisos informativos

Como se puede observar en el escenario 1 para los años 1 y 2 no se ha recuperado la inversión, para el año 2,05 (veinticuatro meses y medio) como resultado un saldo en cero, esto quiere decir que en ese momento recupera la inversión.

- **Escenario 2:** Se presenta el Pay Back de la figura 25, del cual se halla el porcentaje de usuarios necesarios para obtener una recuperación de la inversión en el primer año.

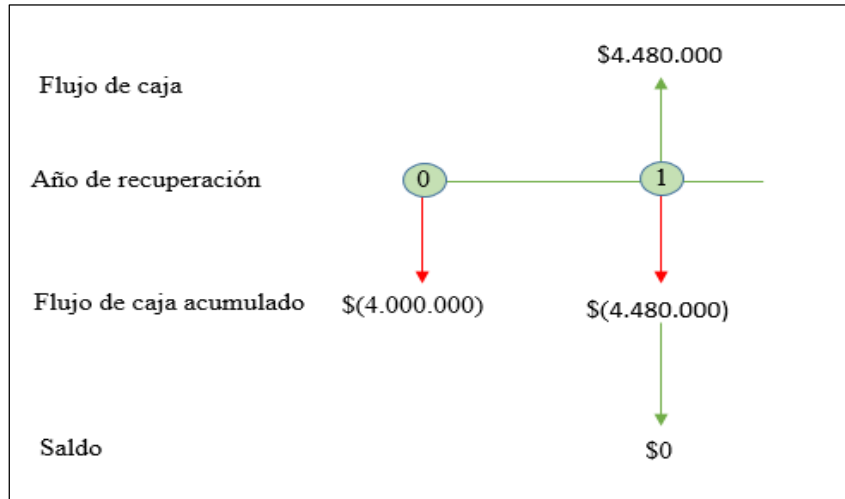


Figura 25. Escenario 2 del Pay Back de avisos informativos

Como se puede observar en el escenario 2 con un porcentaje del 0,3884%, siendo estos 28.354 usuarios de ganancia al transporte informal, se recupera la inversión para el primer año.

- **Escenario 3:** Se presenta el siguiente Pay Back como se muestra en la figura 26 el cual se realiza ganando el 0,3% de los usuarios respecto al transporte informal.

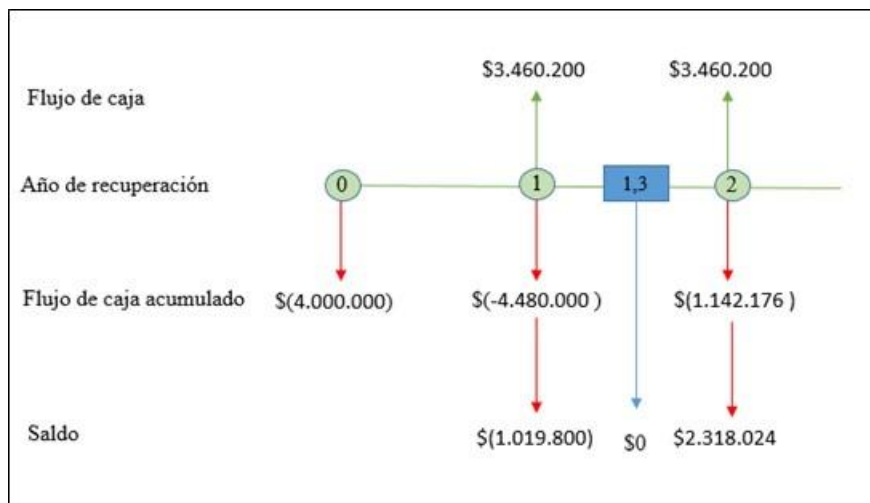


Figura 26. Escenario 3 del Pay Back de avisos informativos

Como se observa en el escenario 3 para el año 1,3 (un año con tres meses y medio) da como resultado un saldo en cero, esto quiere decir que en ese momento se recupera la inversión.

6.4 Propuesta cuatro: Rediseño y creación de formatos para control de tiempos y salidas de las rutas alimentadoras

6.4.1 Análisis Técnico

6.4.1.1 Localización del proyecto

❖ **Macro localización:** Los formatos serán implementados para Metrolínea S.A., cuya sede principal está ubicada en Floridablanca Santander.

❖ **Micro localización:** La ubicación para esta propuesta está dada por la ubicación de cada operario donde se encargará de llevar el control de tiempos para cada ruta alimentadora distribuidos de la siguiente manera: En el control uno se ubica un operario al inicio del recorrido de la ruta y en el control dos se ubica otro operario en la mitad de las paradas de la ruta, con la finalidad de tener un mayor control en las frecuencias evitándole a los usuarios las largas esperas. En la tabla 37 se muestra las ubicaciones para el control uno y dos:

Tabla 37.

Ubicación para cada uno de los controles de las frecuencias

Ruta	Ubicación operario		Ruta	Ubicación operario	
	Control 1	Control 2		Control 1	Control 2
AB1	KR 8 Occ- Calle 36	Clínica Bucaramanga	AP3	Estación Provenza Occidental	Cancha Dangod
AB2	KR 5- Calle 104 G	Parque Estación UIS	AP5	Estación Provenza Occidental	Calle 103C- KR 12 C

Tabla 37. *Continuación*

Ruta	Ubicación operario		Ruta	Ubicación operario	
	Control 1	Control 2		Control 1	Control 2
AB3	Calle 69- KR 11	C.C Acrópolis	AP7	Estación Provenza Occidental	C.R Comultrasan
AN1	Parque Estación UIS	Estación Kennedy	AP12	Estación Provenza Oriental	Col. Nuestra Señora del Rosario
AC1	Estación Panamericano	Retorno Altos de Bellavista	APD1	Estación Temprana de Piedecuesta	Cancha sintética el Refugio
AC4	Estación Panamericano	Clínica Ardila Lule	APD2	Estación Temprana de Piedecuesta	Cancha sintética el Refugio
AF1	Parque Lagos II	Calle 203- KR 40	APD4	Estación Temprana de Piedecuesta	Manzana Iglesia Cacharita
AF2	Parque Lagos II	Valmonti	APD6	Estación Temprana de Piedecuesta	Torres del Campo
AP1	Estación Provenza Oriental	Iglesia Pentecostés	APD7	Estación Temprana de Piedecuesta	KR 6- Calle16
AP2	Estación Provenza Oriental	Iglesia el Carmen			

Nota: * Ubicación de cada uno de los operarios en los dos puntos de control para cada ruta alimentadora.

En total se necesitan 27 operadores ya que aquellas rutas que coinciden con la ubicación en el control uno o dos, solo se necesitará de un operador, como se muestra en la tabla 38:

Tabla 38.

Asignación de operarios por ruta

Rutas	No. Operarios
AB1	2
AB2 y AN1	3
AB3	2
AC1 y AC4	3
AF1 y AF2	3
AP1, AP2 y AP12	4
AP3, AP5 y AP7	4
APD1, APD2, APD4, APD6 y APD7	6
Total	27

6.4.1.2 Objetivos de la propuesta de mejora.

- Rediseñar y crear formatos para el control de tiempos y salidas de las rutas alimentadoras tanto para días hábiles como para fines de semana para una mayor precisión en el tiempo de las frecuencias.
- Facilitar y agilizar el registro de la información a los operarios para obtener una mayor confiabilidad de los datos.

6.4.1.3 Descripción de la propuesta: Esta propuesta se inició con una revisión minuciosa de las planillas o formatos que cada uno de los operarios de cada estación de Metrolínea (UIS, Provenza, Lagos y Temprana de Piedecuesta) utilizaba para el registro del control de tiempos y salidas de cada una de las rutas alimentadoras, como se muestra en la figura 27, por lo que se pudo

evidenciar que estos formatos eran hechos manualmente y los operarios tardaban mucho tiempo para empezar a registrar la información. (Ver Apéndice P).



Figura 27. Revisión de formatos

Una vez realizada la revisión, se identifican los datos que obligatoriamente deben ir en los formatos para tener un mayor control de las frecuencias de las rutas, por lo que se procede a realizar el rediseño y creación de los formatos que facilite el registro de la información y la confiabilidad de los datos para todas las rutas alimentadoras, lo cual se utiliza la herramienta de Excel, como se muestra en la figura 28:

					FORMATO CONTROL DE TIEMPOS Y SALIDAS-90-116.2.17.F1							
Funcionario: _____				Punto de Control: _____			Fecha: _____					
Día: _____				HÁBIL <input type="checkbox"/>			SÁBADO <input type="checkbox"/>			FERIADOS <input type="checkbox"/>		
RUTA: AB1					RUTA AB1					OBSERVACIONES		
Hora	EM	Bus	Llegada	TB	Hora	EM	Bus	Llegada	I			
4:45	M5				15:13	M5						
4:57	M5				15:25	M5						
5:09	M5				15:37	M5						
5:21	M5				15:49	M5						
5:33	M5				16:01	M5						
5:45	M5				16:13	M5						
5:57	M5				16:25	M5						
6:09	M5				16:37	M5						
6:21	M5				16:49	M5						
6:33	M5				17:01	M5						
6:45	M5				17:13	M5						
6:55	M5				17:25	M5						
7:07	M5				17:37	M5						
7:19	M5				17:49	M5						
7:31	M5				18:01	M5						
7:43	M5				18:11	M5						
7:55	M5				18:21	M5						
8:07	M5				18:31	M5						
8:17	M5				18:41	M5						

Figura 28. Diseño de formato de control de tiempos y salidas

De la figura diseño de formatos de control de tiempos y salidas se puede observar que en el encabezado se colocan datos como el funcionario, punto de control, fecha, día si es hábil, sábado o feriados. Por cada formato se manejan una ruta, en la columna de hora se registra la hora de inicio de la ruta y se suma las frecuencias de acuerdo si es hora valle o pico, teniendo en cuenta los intervalos que se muestran en la tabla 39.

Tabla 39.

Intervalos de hora pico y hora valle

Intervalo	
Hora pico	7 am-8-a.m, 12 m-2p.m, 6 p.m-7:30 p.m.
Hora valle	Los intervalos de horas restantes

Nota: * Definición de las horas valle y horas pico

En la siguiente columna de la figura 28 se muestra EM lo cual se debe colocar a la empresa a la que pertenece cada ruta alimentadora, en este caso Movilizamos S.A y Metro 5 plus que son las dos operadoras del SITM. En la siguiente columna se registra el número de buses que llegan a cada estación, luego se registra la hora de llegada, si cumple con la hora establecida simplemente se marca con el signo de visto o comprobación y finalmente la última columna pertenece a las observaciones donde allí se apunta detalles como motivos de retraso de bus, cambio de ruta, congestión, accidentes, entre otras.

Se diseñaron dos tipos de formatos para todas las rutas alimentadoras, uno para días hábiles y otro para fines de semana teniendo en cuenta que las frecuencias cambian. (Ver Apéndices Q y R)

6.4.1.4 Ficha técnica para la propuesta: En la tabla 40, se muestra la ficha técnica para los formatos.

Tabla 40.

Ficha Técnica para los formatos de control de salidas y tiempos

Ítem	Concepto
Producto	Formatos para el control de salidas y tiempos
Diseño	Los formatos se rediseñan y se crean de manera estandarizada con Microsoft Excel
Usos	Para registrar la información de tiempos y salidas de las rutas alimentadoras y verificar el cumplimiento de las frecuencias.
Especificaciones técnicas	Papel oficio
Vida útil	1 día

Nota: * Descripción de la ficha técnica para los formatos de control de salidas y tiempos.

6.4.1.5 Análisis de la matriz DOFA

Debilidades

- D1: El registro de la información en las planillas se haga de manera manual y no a través de dispositivos móviles dado que todos los operarios no cuentan con dispositivos de alta gama y no tengan el conocimiento en el manejo de dichos dispositivos, por lo que la empresa tendría que incurrir en una inversión facilitando las herramientas y en capacitaciones.

Fortalezas

- F1: Facilitar el registro de la información a cada uno de los operarios encargados de llenar los formatos.
- F2: Mayor control en las frecuencias de cada ruta, dado que, si una ruta tiene un retraso con la hora de llegada a la estación, el operario reporte a la central de control para que inmediatamente tomen medidas para cumplir con las frecuencias de la ruta.

Amenazas

- A1: Dadas a las largas frecuencias los usuarios opten por utilizar los buses convencionales, transporte informal o transporte privado.
- A2: El usuario no vuelva a utilizar el servicio por las largas esperas de la ruta, debido un incorrecto control en las frecuencias por parte de los operadores.

Oportunidades

- O1: Se pueden ganar otros usuarios que utilizan el transporte informal ofreciéndole rutas más rápidas y eficaces con los lapsos de tiempo de las frecuencias.

- O2: Fidelidad de los usuarios ya que la empresa está brindando un servicio de mayor calidad.

6.4.2 Estudio financiero a nivel de perfil

6.4.2.1 Cotización: La inversión requerida para esta propuesta es alta dado que se requieren contratar 27 operarios para cada uno de los controles y además también se incurre en gastos de papelería, como se muestra en la tabla 41.

Tabla 41.

Costos requeridos para el rediseño y creación de los formatos de control de tiempos y salidas

Tipo	Cantidad	Precio unitario	Valor mensual
Papelería	76	\$50	\$114.000
Mano de obra directa	27	\$1.173.363	\$31.680.801
Total			\$31.794.803

Nota: * Descripción de los costos requeridos para la ejecución de los formatos de control de tiempos y salidas

El costo de papelería está compuesto por la impresión de cada uno de los formatos y para la mano de obra se requieren de 27 operarios en lo que se le incluye el Salario Mínimo Mensual Legal vigente (S.M.M.L.V) equivalente a \$781.242 más las prestaciones sociales de ley.

6.4.2.2 Pay Back: Para estimar los ingresos de esta propuesta se tiene en cuenta que las ganancias están relacionado con aumentar el número de usuarios al sistema, para lograr este objetivo se requiere ganar un porcentaje del total de pasajeros que utilizan diariamente el transporte informal¹³ ofreciendo un servicio de mayor calidad. Para la realización del Pay Back se hacen tres

¹³ Total de pasajeros que utilizan el transporte informal ya están descritos en el numeral 6.1.1

escenarios los cuales tienen como variable el porcentaje de pasajeros que desea adquirir la empresa, fijando diferentes estimaciones de tal manera que la inversión se pueda recuperar en un plazo de 2 a 5 años que se fija como meta. Se utiliza una tasa de interés de oportunidad del 12%.¹⁴

(Ver apéndice S)

A continuación, se presentan los diferentes escenarios utilizados para esta propuesta:

- **Escenario 1:** 1% de ganancia de pasajeros del transporte informal

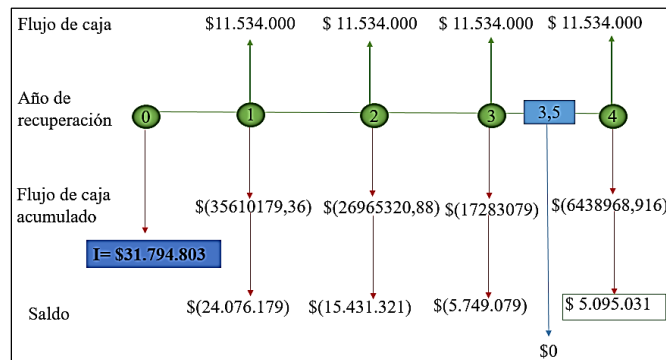


Figura 29. Escenario 1 del Pay Back del rediseño de formatos

Con tan solo el 1% de la ganancia de pasajeros del transporte informal, la recuperación de la inversión es a los 3 años y medio.

- **Escenario 2:** Se halla el porcentaje de usuarios que la empresa debe obtener del transporte informal para que en el primer año recupere la inversión equivalente a 3,087409312%.

¹⁴ Tasa de interés de oportunidad para proyectos de inversión pública en Metrolínea S.A.

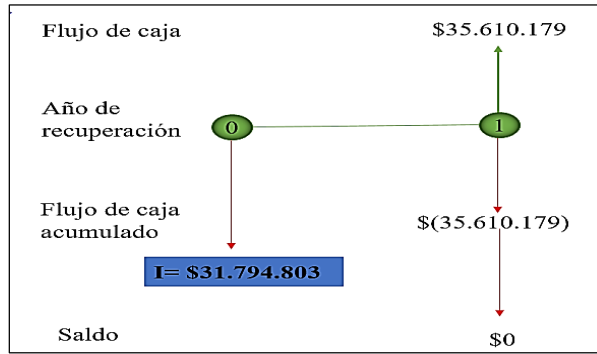


Figura 30. Escenario 2, Pay Back del rediseño de formatos

Para que la inversión se recupere en el primer año solo se necesita ganarle el 3,087409312% de pasajeros al transporte informal.

- **Escenario 3:** 5% de ganancia de pasajeros del transporte informal.

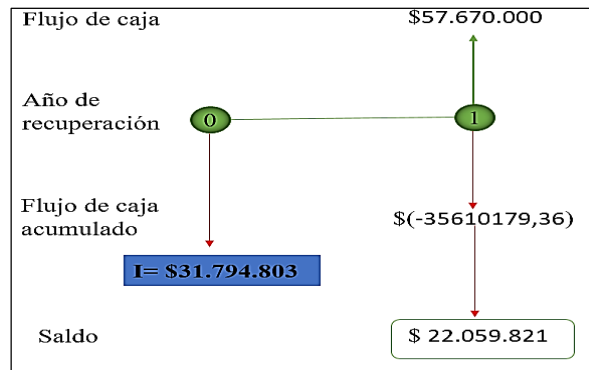


Figura 31. Escenario 3, Pay Back del rediseño de formatos

Si Metrolínea gana el 5% de los pasajeros del transporte informal, ya en el primer año obtiene ganancias equivalentes a \$22.059.821.

6.4.3 Comparación de las propuestas de mejora. En la tabla 42 se realiza una comparación de las cuatro propuestas teniendo en cuenta el costo de la inversión, y el intervalo del tiempo de recuperación con el fin de seleccionar cuál o cuáles de estas propuestas son las más viables para que la empresa continúe con la fase de prefactibilidad o factibilidad.

Tabla 42.

Comparación de las propuestas de solución

Propuesta	Inversión	Intervalo del tiempo de recuperación
Creación de una nueva APP	\$26'373.650	(1 año a 3 años)
Prueba piloto para la recarga verde	\$66.335.598	(6 años a 10 años)
Diseño y elaboración de mapa guía, carteles de información y señalizaciones	\$4'000.000	(1 año a 3 años)
Rediseño y creación de formatos para el control de tiempos y salidas	\$31.794.803	(1 año a 4 años)

Teniendo en cuenta que se busca una solución a la mayoría de las causas del problema y que se cumpla con el tiempo de recuperación establecido por la empresa, la propuesta que más beneficia a la empresa y que requiere que pase a la siguiente fase de prefactibilidad es la creación de una nueva APP, a comparación de las otras propuestas esta es la segunda que requiere de menor inversión.

Otra de las propuestas que a pesar de que requiere inversión, pero necesaria para la empresa es la estandarización de formatos para el control de tiempos y salidas ya que ayuda a la confiabilidad de los datos y a tener un mayor control en las frecuencias.

7. Conclusiones

La fase del diagnóstico fue de suma importancia para el desarrollo del proyecto, ya que en él se suministró información amplia y detallada acerca del funcionamiento de las rutas alimentadoras, permitiendo conocer las causas que generan el problema del desequilibrio económico entre los ingresos por tarifa y los costos de operación, mediante un análisis cualitativo y cuantitativo, los cuales permitieron realizar la formulación de las propuestas de mejora.

Con base en las alternativas de mejora encontradas en el diagnóstico de la empresa y en el análisis de la aplicabilidad de modelos de transporte público de diferentes ciudades de Colombia y en otros países más desarrollados o en vía de desarrollo, se logró diseñar un plan de mejoramiento mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, en el cual se presentaron cuatro propuestas enfocadas a mejorar la calidad y/o eficiencia del servicio de las rutas alimentadoras, teniendo como objetivo aumentar el número de usuarios para mejorar el índice de pasajeros por kilómetro recorrido.

La propuesta de mejoramiento creación de una nueva APP pretende brindar mejores condiciones en la calidad del servicio al momento de usar el transporte público, pues mejoraría el problema de la falta de puntos de recarga con el módulo de recarga en línea, el problema de las largas frecuencias con el modulo del GPS y el problema de la falta de información en las estaciones con el módulo de rutas y noticias, el costo para la creación de la aplicación no es tan alto respecto al tiempo de su recuperación, debido a que si se mejoran estos tres principales problemas, se

mejoraría la calidad y/o eficiencia del sistema por ende se podrían estar ganando usuarios que actualmente usan el transporte informal por comodidad.

La prueba piloto de la recarga verde es una propuesta innovadora de alta inversión y con pocos ingresos por lo tanto el tiempo de recuperación es lento, puesto que es una propuesta enfocada a fomentar el reciclaje y el cuidado del medio ambiente. Además, busca generar impacto social beneficiando a los usuarios por medio del subsidio de \$50 pesos a cambio de una botella que deposite en la máquina, por lo mismo, las ganancias son muy mínimas aproximadamente de \$4,5 pesos por botella, mas, sin embargo, es un proyecto que ha tenido éxito con el metro de Medellín porque al día de hoy llevan cuatro puntos instalados, por lo tanto, es una propuesta viable para que se Metrolínea S.A., continúe con el estudio de prefactibilidad.

Para la propuesta de diseño y elaboración de mapa guías, carteles de información y señalización se resolvería el problema de falta de información en las estaciones para los usuarios generando confianza y seguridad al momento de tomar una ruta, así como también sería muy útil e incentivaría el uso del sistema para personas turistas, es una propuesta que requiere poca inversión, pero tiene un tiempo de recuperación alto aproximadamente de 2 años, debido a que se puede estar ganando muy pocos usuarios que actualmente usan el transporte informal.

El rediseño y creación de formatos estandarizados para el control de tiempos de salidas para días hábiles y fines de semana permite la confiabilidad de los datos y con los dos puntos de control para cada ruta alimentadora permite tener precisión en el tiempo de las frecuencias ofreciendo a los usuarios un servicio de mayor calidad. Es una propuesta que requiere inversión dado que se deben contratar nuevo personal, pero su tiempo de recuperación no es mayor a cuatro años teniendo en cuenta que sus ingresos sea la ganancia de tan solo el 1% de los pasajeros del transporte informal

equivalente a 6.083 (usuarios/mensualmente), por lo tanto, es una propuesta viable y necesaria para la empresa.

Con base el análisis cuantitativo realizado en el diagnóstico la empresa tomo la decisión de cancelar la operación de la ruta alimentadora APD8 de Piedecuesta, pues en el diagnóstico que se realizó se halló que esta ruta cuenta con validaciones insuficientes ya que transporta solo usuarios de solo un barrio (Molinos del Viento), por ende, esta ruta era la que generaba el IPK más bajo siendo este de 0,18.

8. Recomendaciones

Actualmente existe un convenio entre Bancolombia y Metrolínea en el cual se consolidó una alianza para que los clientes de esta entidad financiera puedan ingresar al SITM con una tarjeta débito especial, se recomienda seguir realizando alianzas con otras entidades financieras, para que así los usuarios que son clientes de otras entidades puedan gozar de este beneficio y también se estaría contribuyendo a la solución del problema de la falta de puntos de recarga aumentando la calidad del servicio.

Para la propuesta de crear una nueva APP, se recomienda continuar con la fase de prefactibilidad para ser implementada, ya que resolvería el problema las pocas validaciones los días domingos y lunes según la prueba de Tukey del diagnóstico, debido a la falta de puntos de recarga para el día domingo y el día lunes en la mañana, según opinaban los usuarios en las

entrevista a profundidad realizadas, así como también resolvería el control c de las frecuencias de las rutas y la falta de información en las estaciones.

Implementar el estudio de prefactibilidad para la prueba piloto de la recarga verde, ya que es un proyecto que beneficiaría económicamente a los usuarios del sistema y además ayudaría a dar solución al problema que se encontró en el diagnóstico a través del análisis estadístico de la prueba Anova de un factor y la prueba Tukey los días lunes existía una diferencia significativa de las validaciones con los demás días hábiles de la semana porque el día domingo no encontraban ningún punto de recarga y el día lunes en la mañana no tenían donde recargar, con este proyecto ayudaría en cierta parte para que los usuarios el día domingo usaran la máquina a través del reciclaje y obtener dinero en su tarjeta. Además, se recomienda que este proyecto sea con la empresa de Ingeniería Sostenible-Ciclo, ya que ellos tienen los amplios conocimientos de los problemas técnicos que se han presentado con el metro de Medellín, por lo tanto, acá ya no se presentarían dichos inconvenientes.

Se recomienda que se empiecen a utilizar los nuevos formatos estandarizados de control de tiempos y salidas, ya que es necesario para facilitar el registro de la información de los operadores y además que se coloquen los nuevos puntos de control para obtener mejores resultados en las frecuencias de las rutas alimentadoras.

Según las entrevistas a profundidad del diagnóstico, los operadores de las rutas alimentadoras consideran que la malas decisiones al momento de reestructurar las rutas es debido al poco conocimiento de los directivos y funcionarios de la empresa acerca de la necesidad de los usuarios y como resultado no siempre son efectivos estos cambios, se recomienda tener en cuenta las opiniones de los operadores pues ellos mantienen un contacto directo con los usuarios y son ellos

los que conocen las vías y los puntos estratégicos donde ascienden más usuarios a las rutas y en que parte del recorrido no ascienden usuarios.

Se recomienda hacer inversiones en tecnología para mejorar la calidad del sistema, ya que los beneficios son mayores, ayudan a solucionar problemas como la congestión vial, la disminución del transporte informal, ya que, si se ofrece un servicio rápido, cómodo con la suficiente cobertura los bumangueses empezarían a utilizar más el transporte público en lugar del transporte privado como se realiza en países más desarrollados.

Referencias bibliográficas

- Aburrá, T. m. (2014). Metro Medellín. Disponible en: https://www.metrodemedellin.gov.co/Portals/3/Images/Contenido/REVISTAS-OTROS/2014_nuestro-metro.pdf
- Alcaldía Bucaramanga. (6 de Octubre de 2018). Alcaldía Bucaramanga. Disponible en: <http://versionantigua.bucaramanga.gov.co/Contenido.aspx?Param=9>
- Blanco, W. (S.F). Guia de Apoyo para la Formulación de Proyectos y Dilegiciamiento de la MGA. Disponible en: <http://www.granadameta.gov.co/Conectividad/Documentos%20MGA%20Web/Gu%C3%ADa%20MGA%20Web.pdf>
- Camacho, J., & Casas, J. R. (2015). Identificación del comportamiento de la demanda de viajes correspondientes al sistema de buses alimentadores Metrolínea.
- Cerón, C. (2006). Metodologías de la investigación social. Santiago de Chile: Ebook
- El Tiempo. (28 de Agosto de 2017). El Tiempo. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/colombia/medellin/viaje-en-metro-con-botellas-recicladas-124570>
- El Tiempo. (5 de Octubre de 2018). La inflación aumentó 0,16 % en septiembre. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16582934>
- Emol. (28 de Septiembre de 2017). Nuevos buses refuerzan el Transantiago y el transporte público de Punta Arenas. Disponible en: <https://www.emol.com/noticias/Autos/2017/09/28/877079/Nuevos-buses-refuerzan-el-Transantiago-y-el-transporte-publico-de-Punta-Arenas.html>

Emol.autos. (28 de Septiembre de 2017). Disponible en:

<http://www.emol.com/noticias/Autos/2017/09/28/877079/Nuevos-buses-refuerzan-el-Transantiago-y-el-transporte-publico-de-Punta-Arenas.html>

García, J. M. (s.f.). Una propuesta metodologica para la construccion de los marcos conceptuales y teóricos de una investigación. Disponible en:

<https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/conceptual2006-1.pdf>

Garza, J., & Gónzales, B. (2013). Análisis estadístico Multivariante. (págs. 603-606). México: The McGraw-Hill.

Gracia, J. M. (s.f.). Una propuesta metodológica para la construcción de los marcos conceptuales y teóricos de una investigación. Disponible en:

<https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/conceptual2006-1.pdf>

Krikorian-Slade, B., Burholt, A., & Moir, N. (25 de Enero de 2016). The Ukcards Association. Disponible en:

http://www.bccr.fi.cr/sistema_pagos/transporte_publico/documentos/UKCA.pdf

López Parra, E., Gónzales Navarro, N., Osobampo, S., Cano, A., & Gálvez, R. (2014). Estudio Técnico.... Elemento indispensable en. Biblioteca de recursos difgital.

Martínez, Juan Camilo y Rodríguez, William Gerardo. (2016). El estudio y análisis del transporte informal en la ciudad de Bucaramanga. (Tesis de grado). Universidad Industrial de Santander, Colombia.

Medellín, M. (28 de Diciembre de 2016). SECOP I. Disponible en:
<file:///D:/USUARIO/Desktop/proyectos%20de%20grado/LICITACION%20RECARGA%20VERDE.pdf>

Metro Medellín. (Noviembre de 2015). nuestro Metro, págs. 4-5. Disponible en:

https://www.metrodemedellin.gov.co/Portals/3/Images/Contenido/REVISTAS-OTROS/2014_nuestro-metro.pdf

Metro.com. (2010). Metro de Barcelona, Europa / España. Disponible en: <http://mapa-metro.com/es/espana/barcelona/barcelona-metro-mapa.htm>

Metro.com. (2010). Metro de Paris Europa/Francia. Disponible en: <http://mapa-metro.com/es/Francia/Paris/Paris-Metro-mapa.htm>

Metro.com. (2010). San Petersburgo Europa/Rusia. Disponible en: <http://mapa-metro.com/es/rusia/san-petersburgo/san-petersburgo-metro-mapa.htm>

Metrolínea S.A. (2018). Metrolínea S.A. Disponible en: <http://www.metrolinea.gov.co/v3.0/>

Metrolínea, S. (30 de Junio de 2018). Informe de Gestión Presupuestal. Disponible en: http://www.metrolinea.gov.co/v3.0/sites/default/files/ejecucion_presupuestal_a_junio_30_de_2018.pdf

Metrolínea. (1 de Noviembre de 2017). Disponible en: <http://www.metrolinea.gov.co/v3.0/>

Metrolínea. (17 de Noviembre de 2017). Disponible en: <http://www.metrolinea.gov.co/v3.0/atencion-al-usuario/glosario>

MIO. (2017). MIO. Disponible en: <http://www.mio.com.co/index.php/es/tutoriales/643-el-mio-primer-sistema-de-transporte-masivo-del-pais-con-red-wifi-gratuita.html>

Orozco, J. d. (2017). Evaluación financiera de proyectos. Colombia: Ecoe Ediciones Ltda.

Disponible en: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2017/04/Evaluaci%C3%B3n-financiera-de-proyectos-4ta-Edici%C3%B3n.pdf>

Piccirillo, J. M. (2012). Qué es un BRT, o la implementación del Metrobús en la ciudad de Buenos Aires, Argentina. Santiago: CEPAL.

Presupuesto, P. O. (S.F). Contenidos Mínimos de un Perfil de Proyecto de Inversión Pública en la fase de Pre-inversión. Disponible en: http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cotros%5Canexo_snip05a_contenidos_minimos_perfil_via.pdf

Robles, B. (Diciembre de 2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico. Cuicuilco, 18(52), 39-49.

Rojas Sepúlveda, K. P., & Gutiérrez Pineda, D. M. (2014). Identificación técnico-económica de la demanda y oferta correspondiente a los buses alimentadores del sistema Metrolínea en el área metropolitana de Bucaramanga. (Tesis de Pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Salas, M. (12 de Septiembre de 2014). El Definido. Disponible en: http://www.eldefinido.cl/actualidad/mundo/2948/Por_que_Londres_es_un_ejemplo_mundial_en_transporte_publico/

Según encuesta, en Bucaramanga prefieren el transporte informal. (2016 de Mayo de 2016). El Tiempo.

Smart Card Alliance Latino América y Caribe. (Marzo de 2014). Disponible en: http://www.bccr.fi.cr/sistema_pagos/servicios_sinpe/nuevos_servicios/SCALA%20PagoAbierto.pdf

The London Toolkit. (Noviembre de 2017). Disponible en: https://www.londontoolkit.com/briefing/buses_esp.htm

Tiempo, E. (5 de Mayo de 2016). Según encuesta, en Bucaramanga prefieren el transporte informal. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/economia/finanzas-personales/inflacion-de-0-16-en-septiembre-del-2018-277800>

Transantiago. (22 de Noviembre de 2017). DTP metropolitano. Disponible en: <http://www.transantiago.cl/tarifas-y-pagos/formas-de-pago>

Transmilenio. (18 de Noviembre de 2017). Transmilenio. Disponible en: http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/nuestro_sistema/medio_de_pago_y_tarifas/modos_de_pago