

**Diseño de un prototipo de aplicación móvil con la integración de la tecnología Near
Field Communication para conocer el nivel de ocupación en tiempo real del Sistema
Integrado de Transporte en Bogotá**

Elaborado por:

**Cristian David Gómez Ramos
Yenny Valeria González Guzmán
Oscar Fabián Ruiz Flórez**

Profesora

Luisa Fernanda Carvajal Díaz

**Universidad EAN
Proyecto de Grado
Bogotá, Abril 17 de 2023**

Contenido

Resumen ejecutivo	3
Objetivos	7
Objetivo General	7
Objetivos específicos	7
Definición del problema	8
Justificación	9
Análisis de requerimientos	10
Marco de referencia	11
Análisis de restricciones	17
Metodología para la selección y desarrollo de la solución.....	19
Resultados.....	25
Interfaz de Usuario.....	28
Inicio.....	28
Modulo paraderos.....	29
Modulo buses.....	31
Análisis de costos.....	33
Conclusiones	39
Referencias.....	41

Resumen ejecutivo

El objetivo del proyecto es diseñar un prototipo de una aplicación móvil que integre la tecnología Near Field Communication (NFC) para proporcionar información a los usuarios acerca del nivel de ocupación en tiempo real del sistema integrado de transporte en una determinada ruta.

La aplicación permitirá a los usuarios conocer el porcentaje de ocupación en la ruta de transporte que consulten, facilitando la planificación de sus viajes con el potencial de evitar situaciones de aglomeración.

El prototipo de la aplicación móvil permitirá evaluar la viabilidad técnica y funcional del diseño propuesto, posibilitando la identificación de posibles mejoras y ajustes en futuras propuestas de diseño.

El sistema puede presentar restricciones o limitantes las cuales hay que tener presentes para el desarrollo de la propuesta, estas restricciones se ven presentes en los siguientes aspectos: económico, técnico, seguridad en la aplicación y datos, sociocultural, tiempo, legal, entre otros. Cada uno de los aspectos mencionados anteriormente presenta ciertas condiciones que pueden limitar y/o retrasar el desarrollo o implementación de la propuesta los cuales se evaluarán a detalle en el desarrollo del presente documento.

La aplicación móvil TransmiAPP actualmente cuenta con las funcionalidades para indicarle al usuario el tiempo aproximado en que tarda la ruta en llegar al paradero donde se encuentra el usuario, y así mismo, presenta en el mapa la ubicación donde se encuentra la ruta. Se propone mejorar la aplicación, adicionando una funcionalidad la cual consiste en indicarle al usuario el porcentaje o nivel de ocupación que presente la ruta, con el fin de que el usuario

decida si espera la ruta o hace uso de otra alternativa para movilizarle al destino al cual quiere llegar.

De acuerdo con la información recolectada, aproximadamente el 23,4% de las personas en Bogotá que se movilizan por medio de transporte público utilizan el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), la anterior información se obtiene de una encuesta realizada en el año 2019.

Introducción

El Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) permite facilitar el desplazamiento a los ciudadanos en Bogotá.

Para el acceso al sistema, se requiere que el usuario presente la Tarjeta “TuLlave” la cual utiliza la tecnología NFC, permitiendo el ingreso a la ruta en caso que se cuente con saldo en la tarjeta.

El SITP y Transmilenio están vinculados, la misma tarjeta permite acceder tanto a la estaciones de transmilenio como a las rutas del SITP, hay que tener en cuenta que si la tarjeta se encuentra personalizada, el usuario puede hacer trasbordo después de haber utilizado el transmilenio a una ruta del SITP asumiendo un costo adicional de \$200, siempre y cuando no transcurran más de 110 minutos desde que se registró el ingreso en el transmilenio hasta que se registre el ingreso en el SITP, esta posibilidad también se puede realizar en el sentido contrario (de SITP a Transmilenio).

La gran mayoría de los usuarios quienes se movilizan en transporte público, lo hacen en los sistemas de Transmilenio y en SITP por lo que se ha sobresaturado debido al aumento de usuarios, a pesar de que se han implementado mejoras como por ejemplo: establecer nuevas rutas, restringir algunas rutas en ciertos horarios, implementar la aplicación de TransmiAPP, entre otras más. Los usuarios no se sienten conformes con el servicio en diferentes aspectos de los cuales podemos destacar la accesibilidad, seguridad, costos, entre otros.

En Bogotá, de acuerdo con los resultados de la encuesta de movilidad realizada en el año 2019; 4, 6 Millones de 13,3 Millones de personas hacen uso del transporte público de los cuales el 17,8% (11,1% SITP Zonal, 6,7% SITP Provisional) utilizan el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP). Si el 100% de los usuarios quienes hacen uso del Sistema de Transporte Público hicieran uso de la aplicación TransMI APP, se estaría indicando básicamente que está enfocada a 2’378’032 de personas, lo cual es una cifra bastante alta, teniendo en cuenta que del 100% un 23,9% se movilizan como peatones, en pocas palabras, se habla de un 17, 8 %

de un 76,1 %, es decir, si se toman solo los datos de las personas que se movilizan en algún medio de transporte (diferente a peatones) se puede concluir que en Bogotá, aproximadamente el 23,4 % utilizan el Sistema Integrado de Transporte Público (Movilidad, 2022)

Actualmente, la movilización en el transporte público presenta mayor congestión ya que la capacidad de cada bus se minimiza con el pasar los años y al aumentar la población, por lo tanto, el desarrollo de esta investigación se enfoca en brindarle al usuario información en tiempo real de cada ruta, con lo cual cada persona tendrá la opción de consultar sus viajes.

Esta aplicación podrá calcular la capacidad de cada bus con apoyo de la tecnología NFC, detectando cada tarjeta y haciendo un conteo en una base de datos la cual estará conectada a la aplicación de cada usuario. Para llegar a cabo el desarrollo de esta aplicación consultando diferentes lenguajes de programación, bases de datos y dependiendo de los resultados se evaluará la viabilidad propuesta de aplicación.

(Portafolio, 2018)

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un prototipo de aplicación móvil que permita a los usuarios conocer en tiempo real el nivel de ocupación de una determinada ruta del SITP (Sistema Integrado de Transporte) con apoyo de la tecnología NFC (Near Field Communication).

Objetivos específicos

- Analizar y diagnosticar las fuentes de información disponibles para la recolección de datos que permitan conocer la ocupación de una determinada ruta del SITP
- Diseñar una base de datos para gestionar la información de ocupación del sistema integrado de transporte.
- Diseñar una interfaz del prototipo de la aplicación móvil.
- Programar un prototipo de la aplicación móvil que muestre la información de ocupación con la conexión de una base de datos.

Definición del problema

El SITP (Sistema Integrado de Transporte) es un medio de transporte el cual se puso en marcha a finales del 2012 (sitp, 2012), durante aquella transición los ciudadanos experimentaron un gran cambio del colectivo al integrado ya que se pudo contar con un servicio de calidad, accesible y optimizado.

Actualmente la situación no es tan favorable ya que es común ver que los usuarios utilicen otro medio de transporte porque este presenta retrasos y congestión a la hora de moverse.

Según, (Portafolio, 2018) en Bogotá habitaban 10 millones de habitantes y más del 50% de ciudadanos utilizan el transporte público como su principal medio de transporte, aproximadamente la espera es en promedio de 15 minutos o más ya que se puede retrasar por atascamientos en los corredores viales e impiden que lleguen a tiempo a los paraderos, esto conlleva a la aglomeración de los usuarios debido a que no tienen el conocimiento sobre la ocupación del articulado en tiempo real, por lo cual pueden presentar inconformidades e inseguridades al momento de hacer uso del sistema. Con base en lo planteado se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo una aplicación con tecnología NFC puede ayudar a conocer el nivel de ocupación en el Sistema Integrado de Transporte (SITP) brindando al usuario la información necesaria para evaluar alternativas y llevar a cabo la toma de decisiones referentes a sus desplazamientos?

Justificación

El desarrollo del proyecto se enfoca en la problemática actual en cuanto a los tiempos de espera y la posibilidad de poder abordar un determinado bus, ocasionada por el desconocimiento del porcentaje o nivel de ocupación que tiene un bus del Sistema Integrado de Transporte, que un usuario desea tomar o del cual se encuentra a la espera en un determinado paradero.

La mayoría de los usuarios que hacen uso del transporte público, para este caso, SITP, normalmente utilizan una APP en la que a partir del número de un paradero conocen la ubicación de la ruta que desean tomar y el tiempo aproximado en que dicha ruta llegará al paradero, pero lo que ocurre algunas veces es que después de esperar el tiempo definido para que llegue el bus, este viene con sobrecupo lo cual hace prácticamente imposible abordar el vehículo teniendo que esperar la siguiente ruta.

Por lo anterior, se quiere proponer una mejora a la aplicación, a través de una nueva opción que permita conocer el nivel o porcentaje de ocupación en un bus, la cual dará a conocer la información y permitirá al usuario evaluar o hacer uso de otras alternativas, por ejemplo, consultar otra ruta que pase en el mismo paradero con un nivel de menor ocupación, y así abordar el bus, dirigirse a la estación de Transmilenio más cercana, tomar un taxi, entre muchas otras opciones.

La implementación del porcentaje de ocupación en la APP no solamente permitirá al usuario tomar la mejor decisión sino también contribuirá al equilibrio de los cupos de los buses, por ejemplo, puede ocurrir que se encuentren en trayecto tres buses seguidos de una determinada ruta, pero como no se conoce que nivel de ocupación presenten los buses, los usuarios prefieren subirse como puedan en el primero y asegurar así su viaje, en ese orden de ideas, el bus número

uno irá sobresaturado presentando incomodidades en sus pasajeros mientras que probablemente el bus número dos presente una capacidad del cincuenta por ciento, en pocas palabras, la mejora contribuirá a la comodidad de los usuarios y también al envío de rutas por parte del sistema SITP en caso de que haya saturación de cupos.

Análisis de requerimientos

La intención del producto es diseñar un prototipo de una aplicación móvil que utilice la tecnología NFC (Near Field Communication) para ayudar a los usuarios a conocer el nivel de ocupación del sistema integrado de transporte en tiempo real, esto brindará a los usuarios verificar la ocupación del medio de transporte antes de abordarlo, lo que posibilitara planificar mejor su viaje y evitar esperas innecesarias en las paradas.

Los parámetros de diseño a usar en este prototipo son una interfaz de usuario desarrollada en un lenguaje de programación:

- Kotlin: es un lenguaje de programación de código abierto que se puede utilizar para programar aplicaciones Android.
- Frameworks: son estructuras bases utilizadas como punto de partida para elaborar un proyecto, es una especie de plantilla que simplifica la elaboración de una tarea.

Este prototipo será intuitivo y fácil de usar, que permita rápidamente a los usuarios verificar el nivel de ocupación del transporte, tendrá ayuda de la tecnología NFC para leer los datos de ocupación del sistema integrado de transporte ya que hará una recopilación de datos, para el manejo de data usaremos:

- Firebase Real time Database: es una base de datos NoSQL alojada en la nube que permite almacenar y sincronizar datos en tiempo real.

Este diseño de aplicación en primera instancia podrá visualizarse desde un celular que cuente con sistema operativo Android, este prototipo debe ser eficiente en los dispositivos móviles, debe ser rápida con la recopilación de información desde la base de datos de la ocupación del transporte.

Marco de referencia

El transporte público es una de las principales arterias de las ciudades, especialmente de aquellas con mayor población. Cada día son más las personas que apuestan por dejar su vehículo guardado en casa y coger el autobús o el metro para llegar a cualquier sitio, ya sea para trabajar o simplemente por ocio. Este tipo de transporte ofrece una gran cantidad de ventajas, pero no siempre es fácil orientarse en él. (Lorente, 2022)

Movilizarse a diario puede llegar a ser complicado por el tráfico o por la constante congestión que suele presentarse en el transporte público, sin embargo, con la cuarta revolución las soluciones para estos dilemas están a solo un clic. (González, 2019)

Los transportes públicos están divididos en una serie de paradas y rutas que, en algunas ocasiones, son difíciles de descifrar. Siempre se tiene la opción de buscar en Internet o incluso en las mismas paradas para ver por dónde los usuarios deben moverse, pero siempre es más cómodo consultar toda esa información en la palma de la mano, incluso mucho antes de salir de casa. (Lorente, 2022)

A Colombia han llegado una serie de aplicaciones de movilidad que prometen ser la solución para aquellos que quieren moverse sin inconvenientes. (González, 2019)

Actualmente, existen apps enfocadas más que todo en el transporte privado destacando así a Uber, Didi, Cabify, entre otras. Por su lado,

Uber, cuenta con más de 500 millones de descargas en Play Store y es una de las apps de transporte más populares en el mundo y en Colombia. Sus tarifas varían dependiendo del modelo de carro disponible en una zona determinada, el trayecto y el nivel de tráfico que se presente en la ciudad. En el país, la aplicación tiene presencia en ciudades como Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cúcuta, Ibagué, Medellín, Montería, Pereira, Popayán y Valledupar. (González, 2019)

Por otro lado, en relación a los medios masivos de transporte en Bogotá, se pueden destacar cuatro apps que facilitan el acceso e identificación de las rutas de transporte público obteniendo información sobre el mismo, entre las cuales se puede destacar la ubicación de la ruta en tiempo real. A continuación, se presentará información sobre estas apps

TransMilenio y SITP, es una de las aplicaciones más completas para movilizarse en el transporte público de Bogotá. Incluye rutas tanto del sistema de troncales como de los servicios urbanos, permite planear el viaje en el sistema usando la tecnología Google Maps, en él se pueden explorar las rutas de todo el SITP Y TransMilenio con sus paradas, también permite encontrar puntos de recarga de la tarjeta Tu Llave y también direcciona a la opción de 'Recarga Web'. (Calvo, 2020)

Moovit, es una app muy versátil que funciona de manera intuitiva. Solo se debe señalar la ubicación y destino e instantáneamente aparecerán todas las rutas posibles dentro del sistema de transporte público de la ciudad. Es muy rápida y fácil de manejar, permite elegir el tipo de transporte en las búsquedas y permite explorar las paradas y estaciones. (Calvo, 2020)

Esta aplicación es considerada por muchos usuarios como la mejor en su sector. La propia app lo dice en su descripción: guía a más de 930 millones de usuarios en más de 3.400 ciudades de todo el mundo. (Lorente, 2022)

La aplicación se caracteriza por guiar al usuario en el viaje del punto A al punto B dando todas las opciones de transporte público que haya disponibles. Se tiene los horarios en tiempo real, así como notificaciones en caso de que haya cualquier tipo de alerta o interrupción de un servicio. (Lorente, 2022)

En esta App, los usuarios pueden notificar el nivel de ocupación que presenta el bus posteriormente de haberlo abordado.

Los usuarios simplemente deben pulsar el botón de reporte de la barra del menú principal en la pantalla de líneas y seguir las instrucciones. Los usuarios pueden escoger entre “Asientos disponibles”, “Muy lleno” y “Solo de pie”. El procedimiento es muy similar para reportar los niveles de ocupación de las paradas y estaciones. En este caso, el usuario puede indicar si la estación está “Muy llena”, “Llena”, “Poco llena” o “Vacía”. (Moovit, 2021)

Google Maps, es la más famosa de todas las Apps de movilidad y tiene la garantía de pertenecer al gigante tecnológico Google. Hace años que incluyó los sistemas de transporte público de algunas ciudades y Bogotá no es la excepción. Con la tecnología de Google se puede planear el viaje con tranquilidad. (Calvo, 2020)

TransMi App, es la aplicación oficial de TransMilenio. Se puede planear el viaje, encontrar rutas, horarios, recorridos y paraderos del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá. Ubica el origen y destino con búsqueda inteligente, sugiere trayectos en Troncal, Zonal y a Pie, calculando el tiempo aproximado y los paraderos donde se debe tomar el servicio. Como

es “atendida directamente por su propietario” actualiza de inmediato las novedades de las últimas rutas y permite además guardar las rutas favoritas. (Calvo, 2020)

La App permite:

Planear el viaje dando un origen y un destino, la búsqueda se puede hacer por dirección, nombre de estación, punto de localización en Google Maps. (Calvo, 2020) adicionalmente se pueden consultar las últimas novedades oficiales de las rutas de TransMilenio, recorridos de las rutas, Horarios, Mapa, Zona de origen y Destino, búsqueda avanzada de rutas y de paraderos del Sistema Integrado de Transporte - SITP -. (Calvo, 2020)

La principal innovación de esta aplicación en los últimos meses, es la consulta en tiempo real de dónde está el bus y el tiempo aproximado de llegada, tanto para los vehículos zonales como troncales. Esta función opera de manera similar a como lo hacen aplicaciones de movilidad compartida tipo Uber y Beat, donde el usuario puede ver en un mapa en la pantalla de su celular dónde está el carro y cuánto demora. (Laverde, 2020)

Con relación a esto, Felipe Ramírez, Gerente General de TRANSMILENIO S.A comentó “Mejorar la experiencia de viaje de nuestros usuarios no se reduce a la adquisición de una nueva flota y la programación de los servicios, también abarca otros campos para que puedan relacionarse mejor con el Sistema. Es ahí donde, por medio de la tecnología, con TransMiApp encontramos una muy buena herramienta para que el usuario pueda conocer todo lo que necesita del Sistema, directamente de la fuente. (Laverde, 2020)

Con esta función los usuarios tendrán más y mejor información para programar sus desplazamientos y tomar decisiones sobre el medio de transporte que desean utilizar. Vale aclarar que los tiempos de espera no son exactos, sino un aproximado, pues puede haber

variables externas en la vía que afecten los tiempos. Además, el algoritmo que calcula los tiempos está en constante proceso de aprendizaje para que cada vez sea más exacto. (Laverde, 2020)

Hay que tener en cuenta que las Apps de TransMilenio y SITP, y TransMI APP son dos Apps distintas y el proyecto a mejorar es poder visualizar el porcentaje de ocupación en cada bus.

En la actualidad, existen varias Apps para el transporte público que se utilizan en otros países pero que no están incorporadas en Colombia. A continuación, se presentan algunas de ellas.

Transit, es otra gran opción que tenemos para el transporte público. Lo bueno de esta aplicación es que está en continua actualización, y aunque actualmente” solo” les da soporte a 200 ciudades, sus responsables prometen que esta lista irá aumentando en los próximos meses. (Lorente, 2022)

Con esta aplicación no se tendrá ningún problema para poder elegir una ruta en transporte público, ya que de hecho incluye todas las modalidades que se podrían ocurrir (autobús, bicicleta, metro, Uber, tren y tranvías). Una de las mejores cosas que tiene es que permite acceder a itinerarios y horarios incluso estando offline. (Lorente, 2022)

La aplicación se puede utilizar exclusivamente en Madrid, Barcelona, Valencia y Tenerife. (Lorente, 2022)

Citymapper, es una aplicación muy interesante que cuenta con algunas funciones que la hacen diferenciarse de las demás. Esta app cuenta con un modo IR para poder ver el mapa de 3 formas diferentes. (Lorente, 2022)

Permite por supuesto consultar los horarios del transporte público en tiempo real, y hacer rutas personalizadas para guardarlas y no tener que volver a repetirla cada vez que se quiera mover por ellas. Además, de una manera muy sencilla se puede compartir con amigos la posición en tiempo real y la ruta que se está siguiendo. (Lorente, 2022)

La aplicación puede ser consultada offline, y es compatible con Wear OS. Solo está disponible en los siguientes territorios: Madrid, Barcelona, País Vasco, Valencia, Sevilla, Zaragoza, Málaga, Granada e Islas Baleares. (Lorente, 2022)

RACC TRIPS, hablamos de una app muy jovencita, que nació en febrero. Es una aplicación de la empresa de seguros y asistencia que funciona en Barcelona, una ciudad con un transporte muy digitalizado. Según una encuesta del Instituto Superior para el Desarrollo de Internet (ISDI), el 30% de los barceloneses utiliza apps de movilidad para circular por la ciudad. (Martínez, 2018)

Se presenta como un servicio “centralizado, sencillo e intuitivo” tanto para el transporte público como para el compartido. Así, ofrece información sobre los Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB), pero también sobre el alquiler de bicicletas, servicios de motos compartidas, alquiler de coches... (Martínez, 2018)

Apertum, la versión beta de momento ofrece distintas opciones de personalización. Por supuesto, obliga a introducir lugar de origen y de destino de la ruta, pero ésta puede definirse con distintos parámetros. Por ejemplo, debes elegir entre metro o metro ligero, autobús o un híbrido de ambas. Además, puedes introducir la distancia máxima a caminar, una variable decisiva en las personas con movilidad reducida dependiendo de las circunstancias personales de cada una de

ellas, un detalle que precisamente también se puede elegir en la herramienta. (IMF, Blog de Tecnología, 2023)

Existen gran variedad de Apps enfocadas en el transporte público, aunque algunas tienen más facilidades para el usuario que otras.

Análisis de restricciones

En lo técnico, el acceso total a los datos de ocupación en tiempo real puede estar controlados y limitados a ciertos actores o entidades autorizadas, es posible que se requieran permisos especiales o acuerdos de colaboración con las autoridades responsables del sistema de transporte para así poder acceder a estos datos.

Desde el análisis económico la implementación de la tecnología NFC puede ser costosa en el desarrollo y diseño que se necesita para realizar esta integración. Además, el mantenimiento y la actualización de la aplicación móvil puede requerir tecnologías adicionales a futuro, por esto es importante evaluar los costos del proyecto y diseñar soluciones adecuadas de acuerdo al apoyo financiero que se tenga, a esta restricción económica se puede sumar la restricción de demanda ya que si la aplicación tiene una baja demanda de usuarios su valor caería y no quedaría más opción que actualizarla o quitarla de las plataformas.

En seguridad, la implementación de esta tecnología puede tener problemas como la posibilidad de ataques cibernéticos y vulnerabilidad de los datos personales de los usuarios, se

deberán diseñar medidas de seguridad para así minimizar estos riesgos, algunas medidas de seguridad que se deberían tomar son: firewalls, antivirus, software de clave pública o PKI, servicios MDR, pentesting y formación del personal a cargo.

Desde una perspectiva sociocultural, es posible que esta tecnología sea desconocida para muchas personas, y también es posible que la aplicación móvil presente barreras de accesibilidad para ciertos grupos. Esto podría resultar en una menor demanda por parte del público. Si el equipo de desarrollo decidiera actualizar la aplicación para abordar las necesidades de esta población, podría ocasionar retrasos en los plazos establecidos previamente.

En el análisis del tiempo, el cronograma general de proyecto es esencial ya que nos garantiza el éxito y la ejecución, puede que las horas de trabajo al proyecto se reduzcan o las cantidades de etapas de proyecto aumenten por diferentes factores personales o laborales, ya sean por falta de personal, escasez de recursos monetarios o físicos como equipos para trabajar, entre muchas cosas más.

Puede requerir el uso de servicios de telecomunicaciones, lo que puede implicar el pago de impuestos específicos relacionados con estos servicios. El proyecto deberá tener en cuenta los costos asociados y cumplir con las regulaciones fiscales pertinentes.

Las restricciones legales también pueden ser un factor que afecte al proyecto ya que dependemos de la aplicación TransmiAPP para hacer nuevas actualizaciones, si esta organización limita el proceso o no está de acuerdo todo el proyecto se verá afectado en todos los campos dichos anteriormente.

Metodología para la selección y desarrollo de la solución

Se inicia con la investigación en las diferentes fuentes de información para la recolección de los datos, consolidación y análisis de los mismos, lo cual permitirá identificar la problemática que se presenta actualmente en el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP).

Para la obtención de la información se utilizará la metodología de investigación mixta, puesto que se requiere aplicar el método de la observación asumiendo el rol de usuario para así obtener datos. De igual forma, se requiere de estadísticas, cifras o datos reales que permitan obtener información acerca de la cantidad o porcentaje de usuarios quienes hacen uso del sistema para su posterior análisis e interpretación.

Actualmente, existe una aplicación que permite a los usuarios consultar las rutas, ubicación de las mismas y tiempo aproximado de espera, por lo que se realizará un análisis de una posible mejora a la aplicación o propuesta de implementación de una nueva funcionalidad de acuerdo con las necesidades de los usuarios. La aplicación es conocida como “TransmiAPP,” si se llegase a implementar la nueva funcionalidad, no solo permitiría al usuario contar con la información actual sino también obtener nueva información mejorando así la experiencia de usuario.

Cabe destacar que diseñar una aplicación desde cero no es rentable, dado que las funcionalidades base de las cuales ya hemos mencionado, existen actualmente en otras aplicaciones, por lo tanto, en el ámbito económico no es rentable y también requiere de más tiempo.

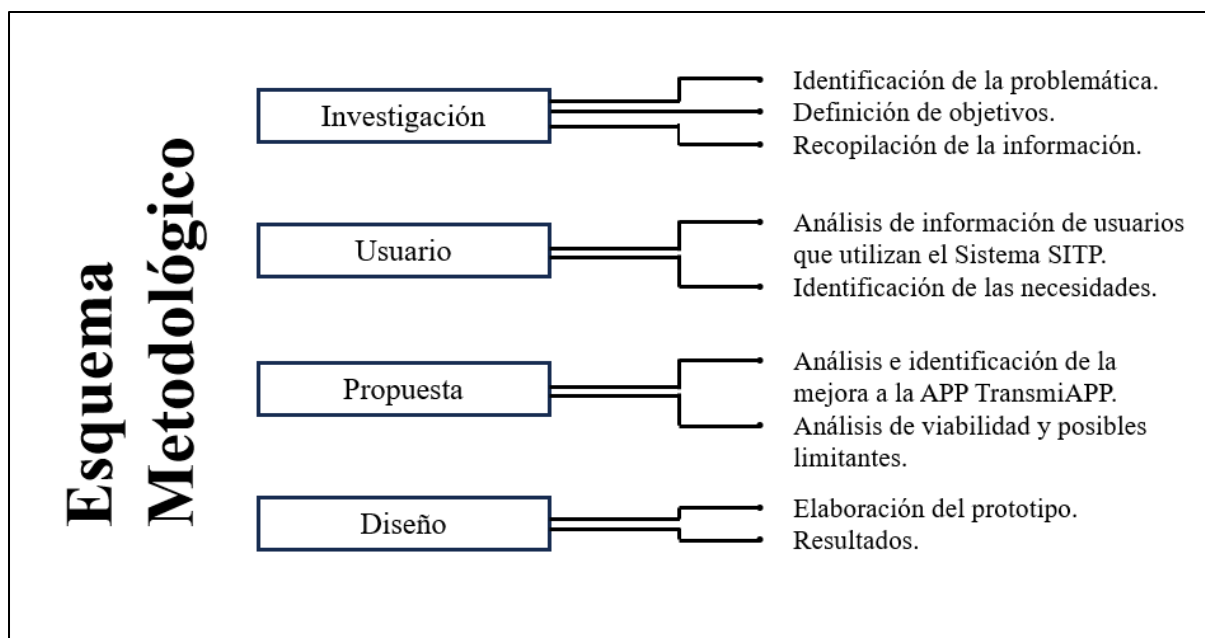
Se puede considerar la solución prevista como viable, considerando que no es algo que no se pueda construir. Actualmente, para el acceso a una ruta de SITP se debe colocar la tarjeta en el lector del sistema desbloqueando el torniquete (en caso de que el usuario cuente con saldo disponible) habilitando el ingreso, este proceso realiza el registro de un acceso; los propietarios del sistema podrían implementar un torniquete para el egreso o salida de la ruta lo cual registraría una salida, dicha información se enviaría a una base de datos por medio de la cual se tendría en tiempo real la cantidad de personas que se encuentran dentro del bus , y con el dato registrado de la cantidad máxima de personas que podrían estar en la ruta, se podría obtener el porcentaje de ocupación.

Se analizarán restricciones y/o limitantes que podría presentar la mejora a la aplicación en los diferentes factores en los que podría aplicar. Con el fin de establecer planes y/o acciones que permitan el desarrollo de la propuesta o en dado caso optar por otra alternativa.

Finalmente, se realizará el prototipo de la nueva funcionalidad o mejora la cual beneficiaría a un importante número de usuarios.

A continuación, se presenta el esquema metodológico establecido para el desarrollo del proyecto:

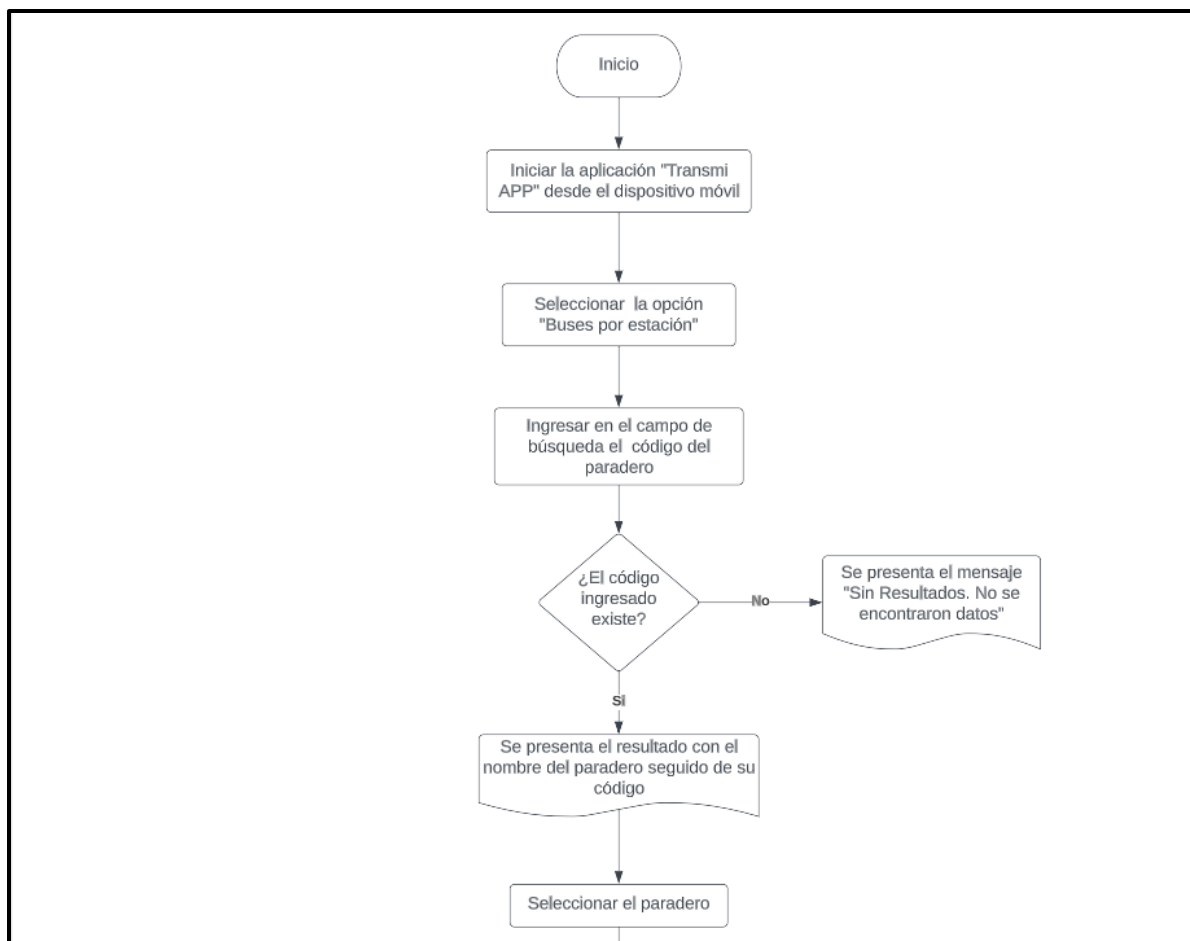
Figura: Esquema Metodológico

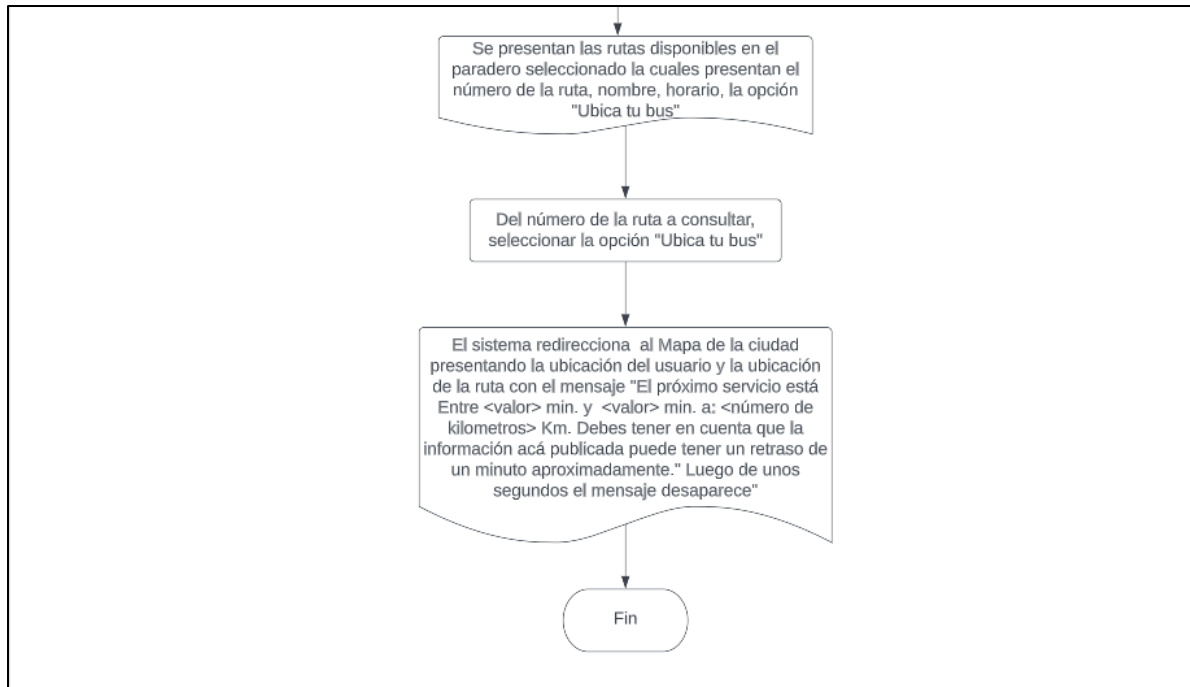


Fuente: Elaboración propia

Para comprender mejor como se relacionaría la nueva funcionalidad con lo ya existente en la aplicación TransmiAPP, se presenta el proceso de como consultar la ubicación y tiempo aproximado de espera de una ruta del SITP en el siguiente diagrama.

Figura: Diagrama de flujo de la funcionalidad actual para consultar la ubicación y tiempo de espera de una determinada ruta en la APP TransmiAPP

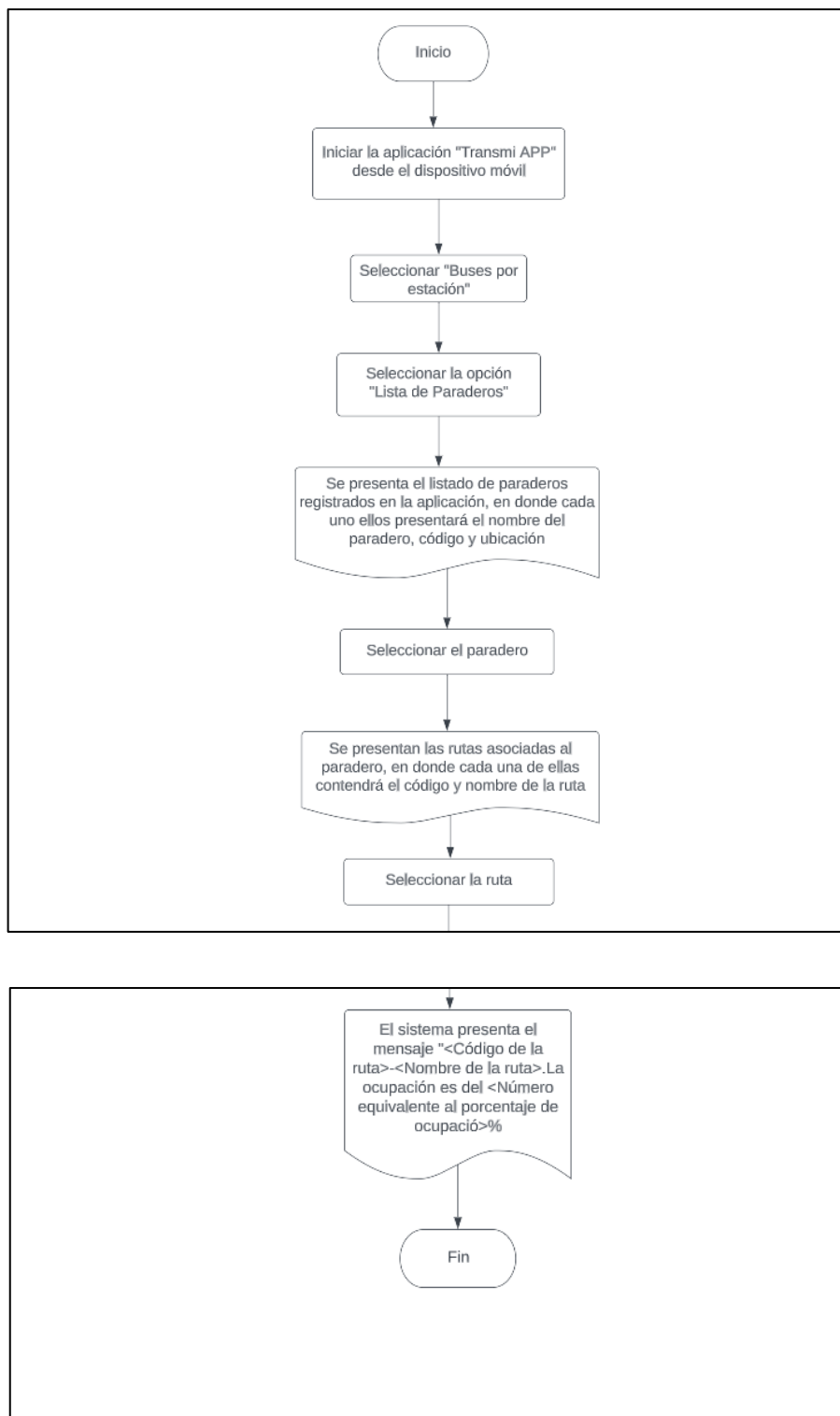




Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el proceso actual, a continuación, se presenta el proceso de integración de la nueva funcionalidad.

Figura: Diagrama de flujo con la funcionalidad para consultar el porcentaje de ocupación de una ruta en la aplicación TransmiAPP



Fuente: Elaboración propia

Resultados

En la tabla 1 podemos visualizar un servicio que expone los datos referentes a los registros de los accesos a los servicios del SITP encontrado en la página de datos abiertos del TransMilenio. (Transmilenio, 2023)

Tabla 1
Datos Abiertos TRANSMILENIO S.A.

Nombre del Campo	Tipo	Descripción				
Acceso_Estacion	STRING	Acceso de la estación. Solo aplica para troncal				
Day_Group_Type	STRING	Tipo de día				
Dispositivo	STRING	Identificador del dispositivo				
Emisor	STRING	Emisor de la tarjeta				
Estacion_Parada	STRING	Estación o Parada donde ocurrió la validación				
Fase	STRING	Fase a la que pertenece				
Fecha_Clearing	DATE	Fecha en la que llego el registro al sistema				
Fecha_Transaccion	TIMESTAMP	Fecha en la que ocurrió la transacción				
Hora_Pico_SN	STRING	Hora pico				
ID_Vehiculo	STRING	Identificador del vehículo Solo aplica para Zonal y Dual.				
Linea	STRING	Línea. En troncal son las zonas, en zonal son las rutas comerciales.				
Nombre_Perfil	STRING	Nombre del perfil. ver: beneficios tarjetas tullave				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nom bre del Perfil</th> <th>Desc ripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(001) Anonymous</td> <td>Tarj eta NO Personaliza da</td> </tr> </tbody> </table>	Nom bre del Perfil	Desc ripción	(001) Anonymous	Tarj eta NO Personaliza da
Nom bre del Perfil	Desc ripción					
(001) Anonymous	Tarj eta NO Personaliza da					

		(001)) Adulto	Tarjeta Personalizada
		(002)) Adulto Mayor	Tarjeta Personalizada con subsidio a personas mayores de 62 Años
		(005)) Discapacitada	Tarjeta Personalizada con subsidio a personas en condición de discapacidad
		(006)) Apoyo Ciudadano	Tarjeta Personalizada con subsidio a personas en el SISBEN
		(009)) Apoyo Ciudadano Reexpedición	Tarjeta Personalizada con subsidio a personas en el SISBEN
		(101)) Adulto PV	Tarjeta Personalizada virtualmente personalización virtual
Numero_Tarjeta	STRING	Número de tarjeta	
Operador	STRING	Operador del servicio. Trunk Agency para troncal	

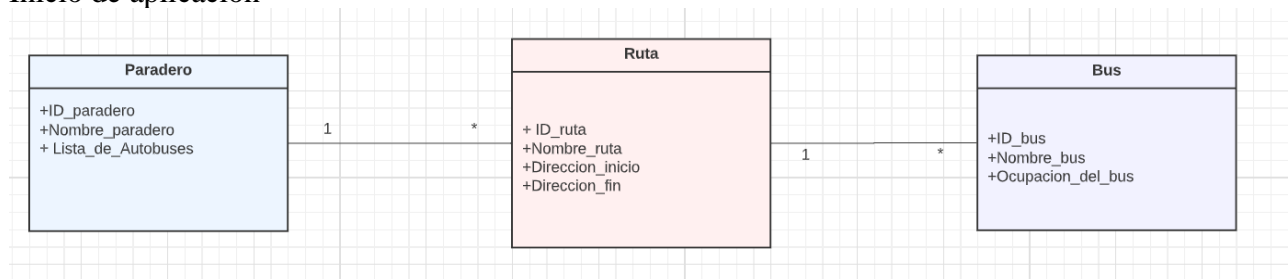
Ruta	STRING	Ruta Solo aplica para zonal.
Saldo Despues Transaccion	FLOAT	Saldo después de la transacción
Saldo_Previo_a_Tran saccion	FLOAT	Saldo previo a la transacción
Tipo_Tarifa	STRING	Tipo de tarifa
Tipo_Tarjeta	STRING	Tipo de tarjeta
Tipo_Vehiculo	STRING	Tipo de vehículo. Solo aplica para zonal.
Valor	FLOAT	Valor de la transacción

Nota: Esta tabla muestra los diferentes datos a los que podremos acceder.

Se planteo el siguiente diseño de base de datos para la aplicación, usamos un diagrama UML para saber qué relación tiene cada clase, creamos 3 clases (paradero, ruta, bus) con sus respectivos atributos.

Un paradero puede tener muchas rutas y una ruta puede tener muchos buses como se muestra en la figura 1.

Figura 1
Inicio de aplicación



Nota: Elaboración propia

Interfaz de Usuario

La aplicación está planteada para ser móvil, ya que resulta mucho más fácil acceder a la aplicación por medio de un teléfono inteligente. A continuación, se muestra cómo se plantean las interfaces gráficas de usuario.

Inicio

Se diseñó un inicio de aplicación sin necesidad de autenticarse ya que no se necesitan datos personales del usuario para interactuar con la aplicación y esto hace que el usuario ingrese rápidamente a conocer la ocupación del bus. En el diseño se agregó un botón con la opción de **“Consultar paradero”** visible a primera vista, esto para una navegación más rápida dentro de la app.

Figura 2

Inicio de aplicación



Nota: Elaboración propia

Modulo paraderos

Al hacer clic en la opción de “**Consultar paraderos**” la aplicación nos direcciona a una segunda pantalla donde podemos visualizar los paraderos que se tienen en una lista, esto con la

finalidad de darle una mejor navegación al usuario, el cual podrá seleccionar el paradero de su interés para así poder visualizar las rutas de buses que pasan por allí.

Figura 3
Lista de paraderos

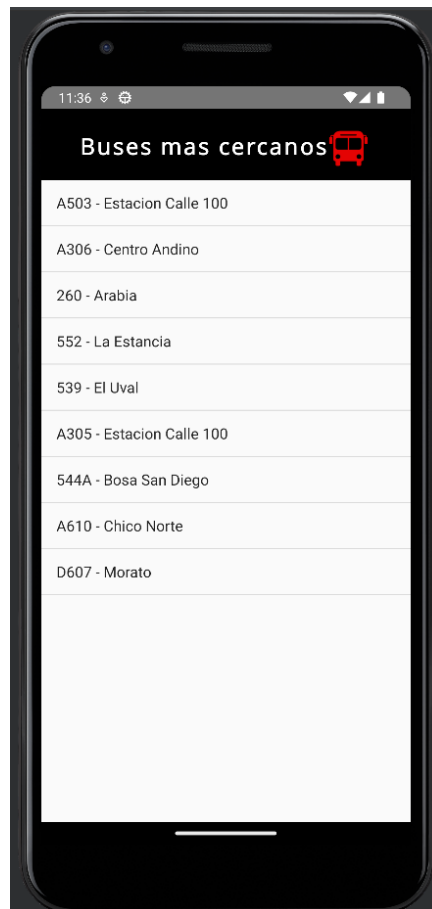


Nota: Elaboración propia

Modulo buses

Al seleccionar un paradero nos llevara a una próxima pantalla donde ya podremos visualizar los buses más cercanos a ese paradero anteriormente seleccionado, con el fin de que el usuario encuentre el bus de su interés para su recorrido.

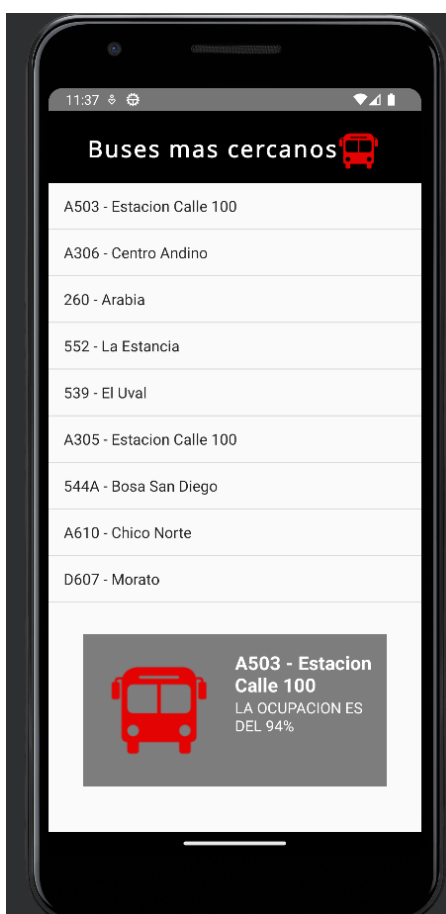
Figura 4
Lista de buses



Nota: Elaboración propia

Para tener conocimiento de la ocupación del bus tan solo se necesita seleccionar uno de los buses de la lista y con esto saldrá en pantalla en la parte inferior el nombre de la ruta del bus junto con la información de ocupación de este con un porcentaje del 1% al 100%, siendo en escala de menor a mayor ocupación, en la figura 5 se observa que al seleccionar la ruta **A503 – Estacion Calle 100** nos muestra que está a un 94% de ocupación.

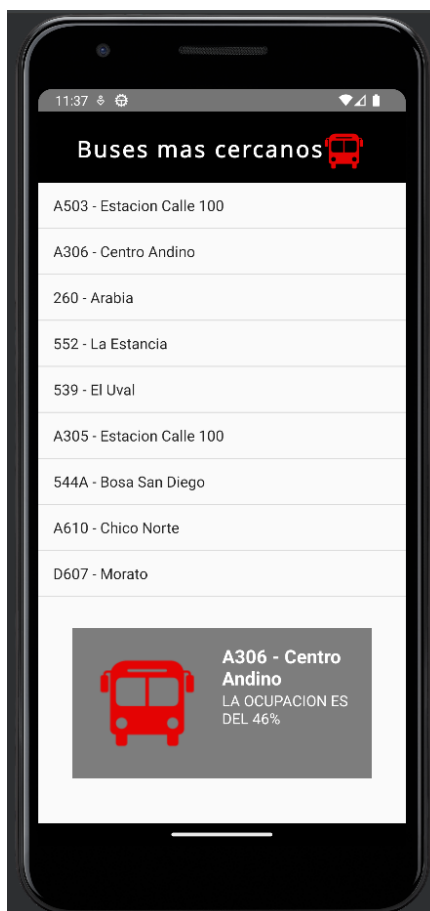
Figura 5
Ocupación del bus



Nota: Elaboración propia

En la figura 6 seleccionamos la ruta **A306 – Centro Andino** para visualizar una ocupación diferente a la anterior, en este caso nos muestra que tiene un 46% de ocupación.

Figura 6
Ocupación del bus



Nota: Elaboración propia

Análisis de costos

Los costos definidos para el desarrollo del proyecto se clasifican en: Costos Directos, Costos Fijos, Gastos Generales u Overhead y Costos Indirectos.

Costos Directos

Para el desarrollo del proyecto se requiere contratar un total de 11 personas quienes desempeñaran los siguientes roles:

Gerente de Proyecto, asignado a la dirección del proyecto quien será el responsable de garantizar el éxito del mismo en un plazo máximo de 3 meses, para el desempeño de este rol se requiere de una persona.

Desarrollador Móvil, asignado a la construcción de la aplicación móvil, para el desempeño de este rol se requiere de dos personas.

Diseñador Móvil, asignado a la elaboración y/o diseño del prototipo de la aplicación, para el desempeño de este rol se requiere de una persona.

Líder de Desarrollo, asignado al equipo de Desarrollo quien tendrá a su cargo los Desarrolladores, para el desempeño de este rol se requiere de una persona.

Líder de QA, asignado al equipo de Pruebas quien tendrá a su cargo los analistas de pruebas, para el desempeño de este rol se requiere de una persona.

Analista Funcional, asignado a la definición del alcance y documentación de instructivos y demás para el uso de la aplicación, para el desempeño de este rol se requiere de una persona.

Analista de Pruebas, asignado a la ejecución de las pruebas de la aplicación con el fin de garantizar la calidad del software, para el desempeño de este rol se requiere de una persona.

Arquitecto, asignado a la definición técnica de la aplicación, para desempeño de este rol se requiere de una persona.

Los costos definidos para cada uno de los funcionarios se estiman de acuerdo al salario promedio en cada uno de los roles definidos actualmente en Colombia.

Para el pago mensual del personal se requiere una inversión de \$60'000.000,00

Tener en cuenta: Los valores en las tablas que se presentan a continuación se estiman en pesos colombianos.

A continuación, se presenta el detalle en la Tabla 1:

Tabla 1: Costo Mensual - Pago de Nómina del Personal Requerido

Costo Mensual - Pago de Nómina del Personal Requerido			
Rol	No. Personas	Salario	Total
Gerente de Proyecto	1	\$ 10.000.000,00	\$ 10.000.000,00
Desarrollador Aplicación Móvil	2	\$ 4.500.000,00	\$ 9.000.000,00
Diseñador Aplicación Móvil	1	\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000,00
Líder de Desarrollo	1	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00
Lider QA	1	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00
Analista Funcional	1	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00
Tester	3	\$ 4.500.000,00	\$ 13.500.000,00
Arquitecto	1	\$ 8.000.000,00	\$ 8.000.000,00
		Total	\$ 60.000.000,00

Fuente: Elaboración propia

El costo total para el pago del salario del personal durante el tiempo del proyecto es de

\$180'000.000.

Tabla 2: Costo Total - Pago de Nómina del Personal Requerido

Costo Total - Pago de Nomina del Personal Requerido				
Rol	No. Personas	Salario	Cantidad Meses	Total
Gerente de Proyecto	1	\$ 10.000.000,00	3	\$ 30.000.000,00
Desarrollador Aplicación Móvil	2	\$ 4.500.000,00	3	\$ 27.000.000,00
Diseñador Aplicación Móvil	1	\$ 4.500.000,00	3	\$ 13.500.000,00
Lider de Desarrollo	1	\$ 6.000.000,00	3	\$ 18.000.000,00
Lider QA	1	\$ 5.000.000,00	3	\$ 15.000.000,00
Analista Funcional	1	\$ 4.000.000,00	3	\$ 12.000.000,00
Tester	3	\$ 4.500.000,00	3	\$ 40.500.000,00
Arquitecto	1	\$ 8.000.000,00	3	\$ 24.000.000,00
			Total	\$ 180.000.000,00

Fuente: Elaboración propia

Además del personal, se requieren recursos físicos y licencias para el desarrollo de la labor de cada uno de ellos.

Para los computadores, se tomará el servicio de alquiler, en lugar de compra, con el fin de reducir costos, teniendo en cuenta que la duración del proyecto va a tres meses, por lo tanto, se requiere de once computadores (uno por persona). El costo mensual de cada equipo es de **\$600.000,00**.

Tabla 3: Costo Mensual Equipos

Costo Mensual - Recursos Físicos			
Descripción	Cantidad	Precio	Total
Computador (Alquiler)	11	\$ 600.000,00	\$ 6.600.000,00
Total			\$ 6.600.000,00

Por lo anterior, el costo total para el alquiler de los equipos corresponde a: **\$19'800.000,00**

Tabla 4: Costo Total Equipos

Costo Total - Recursos Fisicos				
Descripción	Cantidad	Precio	Cantidad Meses	Total
Computador (Alquiler)	11	\$ 600.000,00	3	\$ 19.800.000,00
			Total	\$ 19.800.000,00

Costos Fijos

Se requiere garantizar la conectividad, por lo que se estima un costo mensual del servicio de internet dado que la labor se desempeñara desde casa, es decir, no se requiere pagar renta de oficina. El costo mensual para el pago del servicio de internet de cada uno de los colaboradores corresponde a: **\$770.000,00**

Tabla 5: Costo Mensual – Servicios

Costo Mensual - Servicios			
Descripción	Cantidad	Precio	Total
Servicio de Internet	11	\$ 70.000,00	\$ 770.000,00
		Total	\$ 770.000,00

Por lo anterior, el costo total para el pago de los servicios corresponde a: **\$2'310.000,00**

Tabla 6: Costo Total – Servicios

Costo Total - Servicios				
Descripción	Cantidad	Precio	Cantidad Meses	Total
Servicio de Internet	11	\$ 70.000,00	3	\$ 2.310.000,00
			Total	\$ 2.310.000,00

Gastos Generales u Overhead

Una vez se haya culminado con el desarrollo de la aplicación posteriormente de haber garantizada la calidad propuesta, se requiere publicación de la APP en Google Play, es

importantes destacar que el pago se realiza una única vez, el costo de la publicación corresponde a: **\$114.000,00**

Costos Indirectos

En cuanto al desarrollo de la aplicación se requiere trabajar con las herramientas de Firebase para el desarrollo de la base de datos y Kotlin para la elaboración del diseño, por lo que se estima el costo de licenciamiento, en el caso de Kotlin no requiere inversión.

El costo de licenciamiento para las herramientas requeridas corresponde a: **\$2'700.000,00**

Cabe destacar que el pago de la licencia para Firebase estará vigente durante un año.

Costos del Producto

Teniendo en cuenta que los costos totales del producto corresponden a la suma de los costos directos, fijos, gastos generales y costos indirectos, se puede afirmar que el costo del producto total mensual corresponde a: **\$70'184.000,00**

Tabla 7: Costo Mensual del Producto

Costo Mensual del Producto	
Descripción	Precio
Costos Directos	\$ 66.600.000,00
Costos Fijos	\$ 770.000,00
Gastos Generales u Overhead	\$ 114.000,00
Costos Indirectos	\$ 2.700.000,00
Total	\$ 70.184.000,00

Por lo tanto el costo total del producto o la inversión requerida para el desarrollo del proyecto es de: **\$204'924.000,00**

Tabla 8: Costo Total del Producto

Costo Total del Producto	
Descripción	Precio
Costos Directos	\$ 199.800.000,00
Costos Fijos	\$ 2.310.000,00
Gastos Generales u Overhead	\$ 114.000,00
Costos Indirectos	\$ 2.700.000,00
Total	\$ 204.924.000,00

Conclusiones

El contar con la opción de poder visualizar en la App “TransmiAPP” el porcentaje de ocupación de una determinada ruta permite no solo informar al usuario, sino también mantener control en el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) para así poder tomar decisiones que beneficien no solo a la movilidad sino al usuario.

El porcentaje de usuarios a nivel Bogotá que utiliza el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) es bastante alto al igual que el porcentaje de usuarios que presentan inconformidades no solo por temas de movilidad sino por los tiempos de espera y sobrecupos en cada una de las rutas, por lo anterior, la nueva opción para la aplicación que se presenta como propuesta en el proyecto beneficiaría a ambas partes (usuarios, Sistema SITP).

En esta investigación se mostró un boceto de cómo se vería la aplicación con el porcentaje de ocupación en cada SITP (Sistema Integrado de Transporte Público), demostrando que sería una gran innovación para los usuarios, al estar conectada con una Base de Datos se podrán ver los datos en tiempo real ya que esta esta alojada en una nube que permite almacenar y sincronizar datos, por medio de la información de las tarjetas “Tu Llave” y su tecnología NFC se subirían a la base de datos para que esta pueda ser vista en tiempo real.

Aunque el desarrollo de múltiples aplicaciones incluyendo esta dependen de varios factores se podría decir que tardaría 3 meses para que se pueda lograr una aplicación totalmente funcional conectada a una base de datos, estos hallazgos como el análisis de costos son de gran utilidad para establecer los recursos que requeriría un equipo u organización interesada en la elaboración de la aplicación.

Referencias

Calvo, J. A. (12 de Febrero de 2020). *bogota.gov.co*. Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/apps-para-dejar-el-carro-en-casa-y-moverte-sosteniblemente>

Transmilenio (2023) Obtenido de <https://datosabiertos-transmilenio.hub.arcgis.com/>

González, X. (29 de Noviembre de 2019). *Editorial La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/especiales/especial-transporte-moderno-noviembre-2019/cuatro-aplicaciones-que-le-permiten-transportarse-segun-su-necesidad-2938650>

IMF, *Blog de Tecnología*. (2023). Obtenido de <https://blogs.imf-formacion.com/blog/tecnologia/apertum-una-app-para-movilidad-accesible-201810/>

Laverde, G. S. (16 de Diciembre de 2020). *Bogota.gov.co*. Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/transmiapp-y-la-mayor-flota-electrica-de-la-historia-de-transmilenio>

Lorente, J. (17 de Mayo de 2022). *AZ ADSL zone*. Obtenido de <https://www.adslzone.net/noticias/moviles/mejores-apps-transporte-publico/>

Martínez, N. (14 de Junio de 2018). *NOBBOT, Tecnología para las personas*. Obtenido de <https://www.nobbot.com/transporte-publico-apps/>

Moovit. (15 de Julio de 2021). *Moovit*. Obtenido de <https://moovit.com/es/blog/moovit-lanza-una-nueva-funcion-que-permite-conocer-el-nivel-de-ocupacion-de-pasajeros-en-el-transporte-publico/>

Portafolio. (04 de Diciembre de 2018). Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/por-que-se-demoran-las-rutas-del-sitp-en-bogota-524027>

sitp. (09 de 07 de 2012). Obtenido de <https://www.sitp.gov.co/publicaciones/40075/informacion-general/>

Movilidad, S. D. (27 de Agosto de 2022). Secretaria de Movilidad. Obtenido de Secretaria de Movilidad: https://www.movilidadbogota.gov.co/web/encuesta_de_movilidad_2019