



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA OPTIMIZAR LA MOVILIDAD DE
ESTUDIANTES A TRAVÉS DE UN APLICATIVO MÓVIL EN BUSES DE LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: RUI JORDY TORRES BEDOR.

MAYKEL SMITH SALAZAR MIRANDA.

TUTOR: ING. JOSE LUIS MALDONADO ORTEGA, MGTR.

Guayaquil – Ecuador

2026

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Maykel Smith Salazar Miranda con documento de identificación N° 0951496553 y
Rui Jordy Torres Bedor con documento de identificación N° 0956154421; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro
la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total
o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 24 de febrero del año 2026

Atentamente,



Maykel Smith Salazar Miranda

0951496553



Rui Jordy Torres Bedor

0956154421

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Maykel Smith Salazar Miranda con documento de identificación No. 0951496553 y Rui Jordy Torres Bedor con documento de identificación No. 0956154421, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: “Estudio de factibilidad para optimizar la movilidad de estudiantes a través de un aplicativo móvil en buses de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de febrero del año 2026

Atentamente,

Maykel Smith Salazar Miranda

0951496553

Rui Jordy Torres Bedor

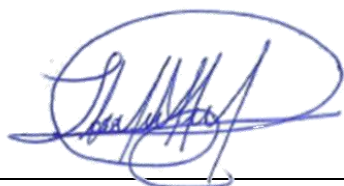
0956154421

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, José Luis Maldonado Ortega con documento de identificación N° 1105738395, docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA OPTIMIZAR LA MOVILIDAD DE ESTUDIANTES A TRAVÉS DE UN APLICATIVO MÓVIL EN BUSES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL, realizado por Maykel Smith Salazar Miranda con documento de identificación N° 0951496553 y por Rui Jordy Torres Bedor con documento de identificación N° 0956154421, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de febrero del año 2026

Atentamente,



José Luis Maldonado Ortega

1105738395

DEDICATORIA

Maykel Salazar:

Quiero dedicar este trabajo a Dios, porque es mi fortaleza y mi pilar cuando todo está a punto de derrumbarse, incluso en los momentos más difíciles es quien me da el valor de seguir adelante, no me deja solo, siempre me guía y me acompaña.

A mi padre, Antonio Salazar porque sin él nada de esto sería posible, por creer en mí, por querer que vaya por buen camino y su presencia siempre. Esta meta también es suya.

A mi madre, Manuela Miranda, por su amor y cariño, por sus palabras de aliento, su apoyo y por creer en mí siempre.

A a mis abuelos Elvia Plaza y Franklin Jiménez, por criarme y cuidarme, por enseñarme los buenos valores, a nunca rendirme y por acompañarme en este largo proceso.

De igual manera a mis compañeros universitarios por su ayuda, consejos, momentos y por acompañarme en este proceso universitario.

Rui Torres:

Dedico este trabajo de titulación principalmente a mi familia, por ser mi pilar fundamental, por su apoyo incondicional, comprensión y sacrificio a lo largo de todo mi proceso académico. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

De manera especial, dedico este logro a mis padres, quienes con su ejemplo de esfuerzo y perseverancia me motivaron a no rendirme y a luchar por mis metas. A ellos les debo gran parte de lo que soy hoy.

Asimismo, dedico este trabajo a mis amigos y compañeros, quienes me acompañaron durante este camino universitario, brindándome apoyo, ánimo y momentos que hicieron más llevadero este proceso.

Este logro es para todos ustedes

AGRADECIMIENTO

Maykel Salazar:

Agradezco a mis padres y a mis abuelos por ser la razón de mi vida y lo que me motiva a seguir adelante, por creer en mí incluso cuando yo no lo hago, eternamente agradecido.

Agradezco a mis familiares y amigos que me ayudaron e incluso me motivaron a seguir adelante, por sus palabras y sus anhelos más esperanzadores para mí, a los presentes y a los que ya no están, donde sea que se encuentren les agradezco por haber confiado en mí, sin su apoyo y aliento esto no sería posible. Gracias a todos por ser partes de esta travesía.

Agradezco a mi tutor, Ing. José Maldonado y a todos los docentes de la carrera que me han enseñado y orientado todos estos años, pilares fundamentales para poder llegar hasta este punto de mi formación académica como Ingeniero Automotriz.

Rui Torres:

Agradezco en primer lugar a Dios, por brindarme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa importante de mi vida académica.

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, por ser el espacio de formación donde adquirí los conocimientos técnicos y humanos que han contribuido a mi desarrollo profesional. De manera especial, expreso mi gratitud a los docentes de la carrera de Ingeniería Automotriz, quienes, con su experiencia, compromiso y vocación, guiaron mi proceso de aprendizaje a lo largo de la carrera.

Un agradecimiento especial a mi tutor de tesis, por su orientación, tiempo y apoyo constante durante el desarrollo de este trabajo, así como por sus valiosas observaciones que permitieron mejorar la calidad del proyecto.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de manera directa o indirecta, aportaron con su apoyo, consejos y motivación para la culminación exitosa de esta investigación

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen:.....	1
1. Introducción	2
2. Materiales y Métodos	4
2.1 Materiales.....	4
2.1.1 Área de estudio.....	4
2.2 Metodología.	5
2.2.1 Estructura del sistema.....	5
2.3 Desarrollo del aplicativo móvil.	6
2.3.1 Requisitos funcionales y no funcionales del aplicativo móvil.....	6
2.3.2 Codificación del aplicativo móvil.....	7
2.3.3 Diseño del aplicativo móvil.....	7
2.3.4 APIs y servicios: Función, uso e integración.....	8
2.3.5 Emulación, pruebas y validación.....	8
3. Resultados	9
3.1. Resultados obtenidos previo a la implementación del aplicativo	9
3.2. Resultados del desarrollo del aplicativo móvil.....	10
3.3. Pruebas piloto y corrección de errores	13
3.4. Proceso de implementación del aplicativo móvil.....	14
3.5. Datos obtenidos después de la implementación del aplicativo.....	16
4. Discusión.....	17
4.1. Análisis comparativo del antes y después.....	17
4.2. Efecto del aplicativo en los tiempos de espera y puntualidad	18
4.3. Impacto y aceptación del aplicativo por parte de los usuarios.....	18
5. Conclusiones	18
Apéndice A – Códigos del desarrollo del aplicativo móvil	20
Apéndice B – Pruebas piloto, implementación del sistema y encuestas.....	26
Referencias.....	29

Artículo

Estudio de factibilidad para optimizar la movilidad de estudiantes a través de un aplicativo móvil en buses de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Maykel Salazar Miranda¹, Rui Torres Bedor² y José Maldonado Ortega³

¹ Universidad Politécnica Salesiana; msalazarm9@est.ups.edu.ec

² Universidad Politécnica Salesiana; rtorresb1@est.ups.edu.ec

³ Universidad Politécnica Salesiana; jmaldonadoo@ups.edu.ec

Resumen:

El presente estudio abordó la problemática de movilidad, tráfico e ineficiencia del servicio de movilidad en la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, donde la falta de control sobre rutas, horarios y ubicación de los buses universitarios se traduce en retrasos, congestión en puntos de parada y desorganización en los traslados de los usuarios. Frente a este contexto, se planteó analizar la factibilidad de una solución de apoyo tecnológico basada en geolocalización y comunicación digital, orientada a optimizar la logística del sistema de transporte. Metodológicamente, el trabajo contempló un diagnóstico del sistema actual a partir de encuestas a personal universitario y alumnado, además del registro de tiempos y paradas en la ruta seleccionada, posteriormente se realizó el aplicativo y se lo implementó. Los resultados del estudio demostraron el desarrollo de un aplicativo móvil plenamente funcional, capaz de visualizar en tiempo real la ubicación del transporte, además de integrar funcionalidades clave como información de rutas, estimación de horarios de llegada, gestión de paradas solicitadas, notificaciones de proximidad, selección de rutas directas o con paradas intermedias y una interfaz destinada al conductor. Al finalizar la implementación, se evidenció una mejora significativa en la operación del servicio, reflejada en un incremento de la puntualidad de hasta un 85 % y una reducción de los retrasos académicos del 73 %, así como en una mayor claridad y accesibilidad de la información para los usuarios. En conjunto, los resultados reflejaron que el aplicativo constituye una herramienta efectiva para la optimización de la movilidad estudiantil y la mejora integral del sistema de transporte universitario.

Palabras clave: Movilidad estudiantil; Optimización; Factibilidad; Logística; Estrategia; Geolocalización.

Abstract: This study addressed the mobility, traffic, and inefficiency issues of the institutional transportation system at the Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil campus. The lack of control over routes, schedules, and the location of university buses results in delays, congestion at bus stops, and disorganization in passenger commutes. Given this context, the feasibility of a technological support solution based on geolocation and digital communication was analyzed to optimize the logistics of the transportation system. Methodologically, the work included a diagnostic assessment of the current system through surveys of students, faculty, and administrative staff, as well as the recording of waiting and travel times on the selected route. Subsequently, the application was developed and implemented. The study results demonstrated the development of a fully functional mobile application capable of displaying the real-time location of transportation, as well as integrating key features such as route information, estimated arrival times, management of requested stops, proximity notifications, selection of direct routes or routes with intermediate stops, and a driver interface. Upon implementation, a significant improvement in service operation was evident, reflected in an increase in punctuality of up to 85% and a 73% reduction in academic delays, as well as greater clarity and accessibility of information for users. Overall, the results showed that the application is an effective tool for optimizing student mobility and the comprehensive improvement of the university transportation system.

Keywords: Student mobility; Optimization; Feasibility; Logistics; Strategy; Geolocation.

Citation: To be added by editorial staff during production-

Academic Editor: Firstname Lastname

Received: date

Revised: date

Accepted: date

Published: date



Copyright: © 2023 por los autores. Presentado para su posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de Creative Commons Attribution license.

1. Introducción

La movilidad y el sistema de transporte se han convertido en elementos claves para brindar acceso a la educación, el trabajo y los servicios en las ciudades, pero en el contexto universitario la red de transporte enfrenta problemas de congestión, falta de planificación y baja confiabilidad operativa [1]. Monroy [2] afirma que las universidades son polos de atracción de transporte en las ciudades debido al gran número de estudiantes, profesores y personal administrativo que se desplazan diariamente hacia los campus. Diversos estudios muestran que la integración de Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS) en el transporte público permite mejorar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad, incluido el monitoreo en tiempo real, el análisis de datos operativos y el apoyo a las decisiones sobre rutas y frecuencias de servicio [3].

El transporte institucional constituye un elemento clave para facilitar el acceso de la comunidad estudiantil, especialmente si los puntos de parada se encuentran en zonas periféricas y disponen de una provisión limitada de servicios de transporte. La experiencia en diversos campus universitarios demuestra que la planificación de rutas internas, la coordinación de horarios y la implementación de políticas de transporte sostenible ayudan a disminuir el uso del vehículo privado, reducir la congestión y mejorar la calidad de la movilidad académica [4].

Según Edwards [5], el acceso al transporte confiable mejora la asistencia y reduce el ausentismo crónico entre los estudiantes. En un estudio realizado en el Politécnico de Milán (Italia), se observó que la mejora en la eficiencia del sistema de transporte se vinculó con un incremento del 100 % en la asistencia de los estudiantes, especialmente para los estudiantes económicamente desfavorecidos., además, se demostró que el tiempo de viaje tiene un impacto significativo en el rendimiento académico de los estudiantes [6]. Por su parte Dzulkalnine [7] asegura que la percepción de los estudiantes sobre la calidad del transporte está estrechamente relacionada con factores como la puntualidad, el tiempo de espera, la frecuencia del servicio y la disponibilidad de información confiable. Las investigaciones realizadas en contextos universitarios y urbanos muestran que el acceso a datos en tiempo real sobre la ubicación de los autobuses y los tiempos estimados de llegada mejora la satisfacción del usuario y reduce la incertidumbre en los viajes [8].

Por otra parte, varios estudios [9–11] afirman que desarrollar una herramienta de gestión logística del transporte público basada en el procesamiento de datos GPS de autobuses permite identificar patrones de movilidad y optimizar la frecuencia operativa de las unidades, demostrando el potencial de los sistemas de geolocalización para mejorar la planificación y el control de la flota en contextos de alta demanda. Nafrees [12] afirma que identificar los tramos más transitados y los tiempos de espera en cada parada, facilita una planificación de rutas más eficiente, además de reducir los retrasos en el servicio, ya que un estudio previo se encontró que entre el 15% y el 20% de las personas tienden a llegar tarde [13,14]

Existen diversas técnicas experimentales para evaluar los sistemas de rastreo y monitoreo en el sistema de transporte. Una de las más utilizadas son las pruebas en carretera con prototipos instalados en vehículos reales. Por ejemplo, Salih et.al [15] desarrollaron un sistema de seguimiento en tiempo real basado en módulos GPS y comunicación inalámbrica, que se instaló en autobuses urbanos y se sometió a pruebas. En su trabajo, comparan las distancias y posiciones fijadas del sistema con las condiciones reales de la carretera, calculan el error de posición promedio y revisan la continuidad en la comunicación de información del vehículo mientras opera. De manera similar, Mat Tahir et al. [16] implementaron un sistema de seguimiento GPS en los autobuses universitarios; adicionalmente, verificaron la actualización de la ubicación en tiempo real y aplicaron encuestas a los estudiantes para evaluar la usabilidad de la interfaz, además del nivel de satisfacción con la información proporcionada, integrando así mediciones técnicas con la percepción del usuario. Por su parte, Prashanth et al. [17] proponen un marco para una aplicación de seguimiento de transporte móvil y lo validan mediante pruebas funcionales que verifican que las coordenadas se reciban correctamente, que las rutas estén mapeadas correctamente y que la aplicación continúe funcionando en condiciones cambiantes de la red. En el ámbito logístico, Abdelhafed [18] utiliza un sistema de seguimiento de rutas múltiples que

registra los tiempos de viaje, los retrasos y el cumplimiento del cronograma antes y después de la implementación, lo que le permite demostrar mejoras en la regularidad del servicio y el seguimiento de la flota.

Otro factor a considerar son las pruebas piloto, las cuales se orientan a evaluar el impacto que tiene la disponibilidad de información sobre la experiencia del usuario. Estas pruebas permiten analizar cómo el acceso continuo a datos actualizados, como la ubicación del transporte, los tiempos de llegada y posibles variaciones en la ruta, influye en la percepción de puntualidad, confiabilidad y organización del servicio. En el estudio de Parveenbanu et al. [19] desarrollaron un sistema de seguimiento de autobuses utilizando tecnología móvil y lo probaron en rutas específicas evaluando la frecuencia de actualización de la ubicación, la correlación entre el movimiento del vehículo y el marcador en el mapa, en este estudio obtuvieron como resultados que el monitoreo en tiempo real y la gestión de rutas específicas aumenta un 55.6% en la eficiencia del sistema de transporte. Desde un enfoque más empírico, Liu et al. [20] investigaron si la información de llegada de autobuses en tiempo real reduce el tiempo de espera. Para ello, comparan datos operativos junto con el comportamiento de los pasajeros en contextos con y sin acceso a esta información, además concluyen que cuando los usuarios pueden familiarizarse con datos actualizados, planifican mejor su llegada a una parada y experimentan menos incertidumbre, obteniendo un 30% en la reducción de retrasos de los usuarios gracias a la precisión en la hora de llegada de los autobuses. De forma complementaria, Hu et al. [21] propusieron un método de control de retrasos basado en información en tiempo real aplicado a los ferrocarriles urbanos, analizaron diferentes estrategias de control y obtuvieron una reducción significativa de las desviaciones del horario previsto y del tiempo de espera. Finalmente, Chikkabagewadi et al. [22] integraron el rastreo por GPS con un sistema de registro de pasajeros utilizando códigos QR, realizaron pruebas piloto para verificar la correspondencia entre la ubicación del autobús y los eventos de embarque, lo que les permite confirmar la precisión de la geolocalización, explorar simultáneamente su uso para el control de ocupación y el monitoreo de la demanda, obteniendo un 80% de aceptación por parte de los usuarios.

Finalmente, los estudios [23,24] advierten que la logística y la gestión de flotas son fundamentales para mejorar la eficiencia en el sistema de transporte. La optimización de rutas y la gestión adecuada de los recursos de transporte permiten reducir costos y tiempos de espera.

Según los estudios revisados, se evidencia un enfoque común orientado a la mejora de la movilidad mediante la gestión logística del transporte y la incorporación de herramientas digitales, como sistemas de geolocalización basados en GPS. Estas soluciones permiten la trazabilidad instantánea de los autobuses, lo que contribuye a optimizar la puntualidad del servicio, la disminución de los periodos de inactividad en los nodos de abordaje y minimizar la congestión generada por la concentración de estudiantes. Asimismo, el acceso a la disponibilidad de reportes vigentes sobre la planificación de recorridos, franjas horarios y ubicación del bus, junto con mecanismos de comunicación y notificación a los usuarios, fortalece la organización del sistema de transporte universitario y mejora de manera significativa en la experiencia de movilidad. En este contexto, este estudio plantea una metodología que tiene como objetivo analizar la factibilidad de un aplicativo para optimizar la movilidad estudiantil y la gestión del transporte universitarios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, desde la identificación de los problemas en el sistema de transporte actual, desarrollo del aplicativo móvil en consonancia con las demandas específicas de la población usuaria hasta su implementación y verificar su factibilidad mediante análisis estadístico.

2. Materiales y Métodos

2.1 Materiales.

En la ejecución del presente estudio se emplearon diversos materiales e instrumentos orientados a la recolección de datos, el diseño del aplicativo y el análisis de resultados. Entre estos, la encuesta como herramienta primordial para cuantificar la valoración de los beneficiarios respecto al funcionamiento del transporte universitario antes y después de la implementación del aplicativo. La encuesta fue aplicada con el objetivo de identificar problemáticas relacionadas con la puntualidad, los tiempos de espera, la disponibilidad de información y la experiencia general de la movilidad estudiantil. La encuesta estuvo compuesta por preguntas cerradas y escalas de valoración Likert, enfocadas en aspectos como frecuencia del uso de transporte, retrasos en actividades académicas, claridad de la información disponible y la aceptación del aplicativo móvil. La aplicación de la encuesta en dos etapas permitió comparar los escenarios previo y posterior a la implementación del aplicativo móvil, facilitando la evaluación del impacto.

Para el diseño y distribución de las encuestas se utilizó Microsoft Forms, la cual permitió la recopilación automática de respuestas y su posterior exportación para el análisis estadístico mediante Microsoft Excel. Esta herramienta fue empleada para la elaboración de gráficos comparativos que ayudaron a contextualizar las conclusiones emanadas del estudio.

El mapeo de las rutas y paradas del transporte universitario se realizó mediante Google My maps, herramienta que permitió definir el recorrido del sistema piloto y establecer los puntos de referencia utilizados por el aplicativo. Asimismo, se emplearon servicios de Google Maps y sus interfaces de programación (APIs) para la visualización cartográfica y la obtención de información geoespacial en tiempo real, facilitando la representación de la ubicación de las unidades dentro del aplicativo.

Para el desarrollo del aplicativo se trabajó inicialmente en Visual Studio Code, aprovechando su entorno ligero y eficiente para la programación y organización del proyecto. La aplicación fue construida con Flutter, utilizando el lenguaje Dart, lo que permitió crear una interfaz dinámica y multiplataforma con una sola base de código. Durante las fases de prueba y depuración se utilizó el emulador de Android Studio, facilitando la simulación del comportamiento real de la aplicación antes de su implementación en dispositivos físicos.

En cuanto a los servicios integrados, se empleó Firebase Authentication para la gestión segura de usuarios y control de acceso, garantizando que estudiantes y conductores ingresen mediante credenciales validadas. Asimismo, se implementó Firebase Realtime Database, permitiendo la sincronización y actualización instantánea de datos, especialmente para la ubicación del bus en tiempo real.

Para la parte cartográfica se integró Google Maps, junto con el Maps SDK de Google Platform, lo que hizo posible incorporar mapas interactivos dentro de la aplicación. Además, se utilizó la Google Directions API para el cálculo dinámico de rutas, estimación de distancias y tiempos de recorrido. La obtención de coordenadas geográficas en tiempo real se gestionó mediante Geolocator, facilitando el monitoreo continuo del transporte. Finalmente, se aplicó el proceso de Polyline Decoding para interpretar y representar gráficamente las trayectorias generadas por los servicios de Google, optimizando la visualización de las rutas dentro del sistema.

2.1.1 Área de estudio.

La ruta seleccionada para el estudio se limita geográficamente desde la sede Centenario a sede María Auxiliadora, la cual se encuentra en el km.19 vía a la costa, esta ruta contiene la mayor cantidad de paradas y es la ruta que abarca la mayor cantidad de estudiantes, esto gracias a que atraviesa vías con alta cantidad de flujo vehicular y zonas altamente comerciales como la calle Portete, principal arteria del Suburbio en Guayaquil, soporta un alto flujo vehicular con más de 34.000 automotores diarios. Además de estar situada en el casco comercial de la urbe guayaquileña, lo cual la hace ideal para el estudio.

2.2 Metodología.

Tal como se describe en la Figura 1, el proceso investigativo se desplegó en tres puntos clave. Durante la primera fase, se priorizó la compilación de insumos teóricos y operativos vinculados al sistema de transporte institucional, detectar sus carencias y fallas mediante encuestas a los usuarios del sistema. La segunda fase comprendió en determinar las necesidades para la mejora logística del transporte universitario, desarrollando un aplicativo móvil el cual cuenta con registro de tiempos de llegada, ubicación en tiempo real de la unidad, información sobre rutas y horarios, opciones para ruta directa y ruta con parada, notificaciones cuando la unidad este cerca de la parada y mejoras del sistema., además del diseño del aplicativo. En la tercera fase se inició el proceso de implementación del aplicativo móvil para el sistema operativo Android y verificar la funcionabilidad del mismo mediante la evaluación estadística de los hallazgos derivados en las encuestas previa y posterior a la implementación, junto con la verificación técnica del funcionamiento de los datos en tiempo real durante las pruebas piloto.

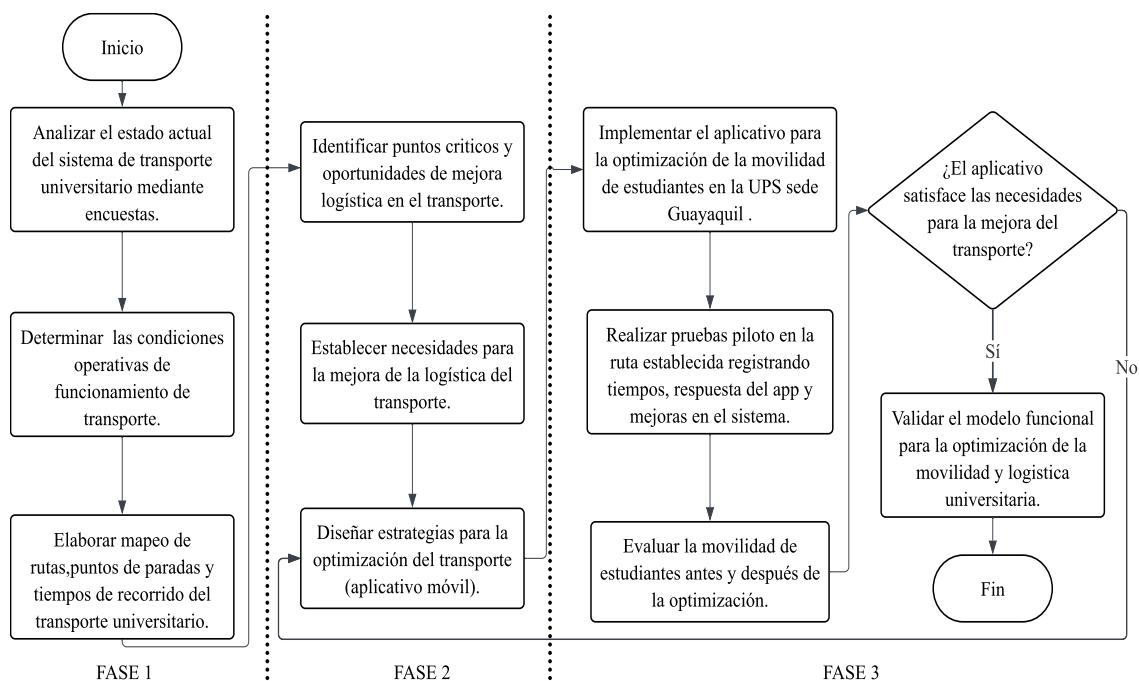


Figura 1: Proceso metodológico.

2.2.1 Estructura del sistema.

La Figura 2 muestra la arquitectura general del sistema propuesto, la cual describe la interacción entre los principales componentes que conforman la solución tecnológica. Se basa en servicios en la nube, en la que intervienen tres componentes principales: el dispositivo del conductor, Firebase y el aplicativo móvil del usuario final.

El sistema consiste en el despliegue de la solución tecnológica, a través del dispositivo móvil del conductor, desde la cual se envía información de la ubicación geográfica del dispositivo de forma continua durante el viaje. Estos datos se transfieren a la nube mediante Firebase Realtime Database, que actúa como un servidor central que le permite almacenar y sincronizar instantáneamente la ubicación en tiempo real. Gracias a su diseño basada en actualizaciones instantáneas, los cambios registrados en la posición del vehículo se reflejan automáticamente en los dispositivos de los usuarios sin necesidad de recargas manuales.

A su vez, el acceso al sistema se gestiona mediante Firebase Authentication, lo que garantiza un mecanismo seguro de autenticación y control de usuarios. Esta integración permite validar credenciales, limitar el acceso no autorizado y distinguir entre perfiles de conductor y usuario; de este modo, se fortalece la seguridad, así como la confiabilidad del sistema.

Flutter utiliza los servicios Firebase Authentication y Realtime Dtabase para la gestión de usuarios y el tiempo real. En cuanto al número de registros, la plataforma no establece un límite fijo, lo que permite almacenar miles de cuentas sin afectar el funcionamiento del sistema. En términos de usuarios simultáneos, el plan Firebase permite hasta 100 conexiones activas en tiempo real.



Figura 2: Estructura del sistema.

2.3 Desarrollo del aplicativo móvil.

El proceso del desarrollo constituye un componente central del presente estudio, ya que representa la herramienta mediante la cual se materializa la estrategia orientada a la eficiencia operativa del transporte universitario. El aplicativo fue diseñado con el propósito de agilizar la consulta sincrónica de parámetros operativos de las unidades, rutas y puntos de paradas, contribuyendo a una movilidad más organizada y eficiente. Para su desarrollo se consideraron criterios de usabilidad, fiabilidad y eficiencia, orientados a satisfacer las necesidades de los usuarios.

2.3.1 Requisitos funcionales y no funcionales del aplicativo móvil.

Con el fin de garantizar una implementación coherente con los objetivos del estudio, se definieron los requisitos de la aplicación, diferenciando entre funcionales o no funcionales. Estos criterios determinaron el alcance del desarrollo y permitieron la estructuración técnica de la solución propuesta. Como se evidencia en la Tabla 1 se muestran los requisitos funcionales orientados a salvaguardar la estabilidad operativa y la respuesta técnica de la arquitectura desarrollada en el contexto de la movilidad y la gestión del transporte institucional.

Tabla 1: Requisitos funcionales del aplicativo móvil.

Requisitos funcionales del aplicativo móvil		
Requisitos	Descripción	Beneficiario
Geolocalización	La app debe mostrar en tiempo real la ubicación del transporte.	Usuario
Parámetros de ruta	La app debe permitir consultar ruta, paradas, horarios de salida, tiempo estimado y recorrido.	Usuario
Notificación de paradas	La app debe enviar notificaciones cuando la unidad se encuentre próxima a la parada seleccionada.	Usuario

También en la Tabla 2, los requisitos no funcionales fueron determinados con el objetivo de brindar condiciones adecuadas para la usabilidad, rendimiento, disponibilidad y confiabilidad del aplicativo en el entorno institucional. Estos criterios definen los estándares de calidad que debe cumplir el sistema durante su operación, especialmente en escenarios de alta demanda o en caso de diferencias de conectividad.

Además, brindan la oportunidad de evaluar aspectos relacionados con tiempos de respuesta, estabilidad de visualización de datos en tiempo real, seguridad de acceso mediante autenticación y protección de datos. De esta forma, no solo se analiza la funcionalidad del sistema, sino también su desempeño operativo y capacidad para ofrecer un servicio continuo, seguro a la comunidad universitaria.

Asimismo, los requisitos no funcionales incluyen criterios relacionados con la escalabilidad y compatibilidad del sistema, tomando en cuenta su posible expansión a varias unidades de transporte o nuevas rutas institucionales. Los lineamientos se establecieron para que el sistema pudiera soportar una mayor cantidad de usuarios sin afectar el rendimiento ni causar retrasos en la actualización de la información.

Tabla 2: Requisitos no funcionales del aplicativo móvil.

Requisitos no funcionales del aplicativo móvil		
Requisitos	Descripción	Beneficiario
Usabilidad	La app debe contar con interfaz intuitiva, con íconos claros y navegación simple.	Usuario
Rendimiento y disponibilidad	La app debe actualizar la ubicación del bus y estar disponible en horarios de servicio.	Usuario
Compatibilidad y mantenibilidad	La app debe funcionar de manera estable en dispositivos de gama media en adelante, en caso de futuras actualizaciones.	Usuario

2.3.2 Codificación del aplicativo móvil.

Para el desarrollo del aplicativo tomando en consideración los requisitos funcionales y no funcionales se utilizó Visual Studio Code [25]. Se empleó el framework Flutter, permitiendo el desarrollo multiplataforma (Android) con una sola base de código, optimizando tiempos y recursos de implementación.

Su aporte fundamental radica en que permite, la edición estructurada del código en Flutter (Dart), detección temprana de errores mediante depuración en tiempo real, integración directa con Firebase y emuladores. En el Apéndice A.1 se muestra parte del desarrollo del aplicativo mediante programación.

2.3.3 Diseño del aplicativo móvil.

El aplicativo móvil fue desarrollado considerando los requisitos funcionales y no funcionales establecidos previamente. Se utilizó Visual Studio Code como entorno de desarrollo y el framework Flutter, basado en el lenguaje Dart, lo que permitió la creación de una aplicación multiplataforma (Android) mediante una sola base de código, optimizando tiempos de implementación y depuración, como se evidencia en el Apéndice A.2.

La arquitectura del sistema se estructuró bajo un modelo cliente-servidor en tiempo real, integrando Firebase Authentication para el control de acceso y Firebase Realtime Database para la transmisión y lectura de coordenadas GPS. Se definieron dos perfiles principales:

- Conductor: transmitir la ubicación en tiempo real y seleccionar la ruta.
- Usuario: visualizar en el mapa la ubicación del bus y su recorrido.

El desarrollo general del aplicativo, se observa en el Apéndice A.3, inicia con el módulo de autenticación, seguido del acceso al menú principal y la visualización del mapa según el rol asignado. La obtención de la ubicación se realiza mediante el módulo Geolocator, mientras que la representación gráfica y el trazado de rutas se ejecutan a través de Google Maps SDK y la Directions API.

El ciclo de operación consiste en que el conductor obtiene su ubicación, se actualiza en la Firebase y el usuario recibe estos cambios en tiempo real, permitiendo la visualización dinámica del transporte y el cálculo estimado de llegada.

2.3.4 APIs y servicios: Función, uso e integración.

El sistema integra Firebase Authentication para el control de acceso mediante correo institucional y contraseña, incluye ventanas de inicio de sesión y registro diseñadas por Flutter, validación de credenciales institucionales y gestión automática de sesiones. Esto evita el acceso anónimo, como se muestra en el Apéndice A.4. La adquisición de la ubicación se realiza mediante Geolocator, el cual se encarga de gestionar los permisos y recibir las coordenadas GPS de forma fija o continua, convirtiéndose en la principal fuente de datos para el seguimiento del dispositivo.

La sincronización en tiempo real se implementa con Realtime Database, donde el controlador actualiza continuamente variables como latitud, longitud y marca de tiempo en un modo determinado mientras los usuarios se conectan como oyentes para recibir cambios inmediatos y de baja latencia, como se evidencia en el Apéndice A.5. Esta información se visualiza utilizando Google Maps SDK, que permite mostrar un mapa y ubicar marcadores dinámicos del transporte.

Para el cálculo de recorridos (ETA) se emplea Google Directions API, enviando solicitudes con origen, destino y puntos intermedios, cuya respuesta incluye una polyline codificada, como se observa en el Apéndice A.6. Esta cadena se procesa mediante decodificación de polyline para generar coordenadas Lat/Lng trazadas en el mapa como una ruta visible. La gestión de segura de credenciales se realizó a través de API Keys configuradas en Google Cloud, con restricciones habilitadas para cada aplicación y servicio, garantizando el uso controlado, protegido de recursos humanos, como se demuestra en el Apéndice A.7.

Tal como se observa en el Apéndice A.9, el consumo de datos móviles de la aplicación es relativamente bajo, ya que la transmisión principal corresponde coordenadas geográficas (latitud y longitud); pequeños paquetes de información en formato JSON procedentes de Firebase Realtime Database. Una sesión promedio de seguimiento de ubicación activa puede consumir entre 1 MB y 5 MB por hora, dependiendo de la velocidad de actualización del GPS y la interacción del usuario con el mapa.

2.3.5 Emulación, pruebas y validación.

El Apéndice B.1, demuestra que esta etapa permitió comprobar el correcto funcionamiento del aplicativo tanto en entornos simulados como en condiciones reales. Inicialmente, mediante el emulador de Android Studio se verificaron los flujos principales, la gestión de permisos y la simulación de desplazamiento GPS. Luego se evaluó la estabilidad de la transmisión de la ubicación del dispositivo físico, las actualizaciones en tiempo real para los usuarios, el consumo de datos y la respuesta del mapa. Finalmente, la validación funcional se basó en criterios como actualización continua del transporte, visualización de paradas, mejora de la percepción del tiempo de espera y facilidad de uso.

En el Apéndice B.3 se evidencia que el aplicativo desarrollado en Flutter, puede ejecutarse en dispositivos con Android 5.0 o superior que cumplan con el nivel API 21. Esta versión es compatible con la mayoría de los dispositivos actualmente en circulación, garantizando una amplia cobertura de la comunidad universitaria.

3. Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de encuestas, desarrollo del aplicativo y el análisis sobre el desempeño final del aplicativo móvil. Los resultados permiten analizar la situación del transporte universitario antes y después de la implementación del aplicativo móvil, así como analizar el impacto de la información en tiempo real sobre las variables relacionadas con la puntualidad, los tiempos de espera y la percepción del servicio.

3.1. Resultados obtenidos previo a la implementación del aplicativo

La Figura 3 presenta los resultados relacionados con los atrasos académicos atribuidos al sistema de transporte antes de la implementación del aplicativo. Se evidencia una afectación significativa en la puntualidad estudiantil: el 60% indicó haber llegado tarde en varias ocasiones, el 30% rara vez y el 10% frecuentemente. Estos datos reflejan deficiencias en la gestión de tiempos y en la coordinación operativa del servicio institucional.

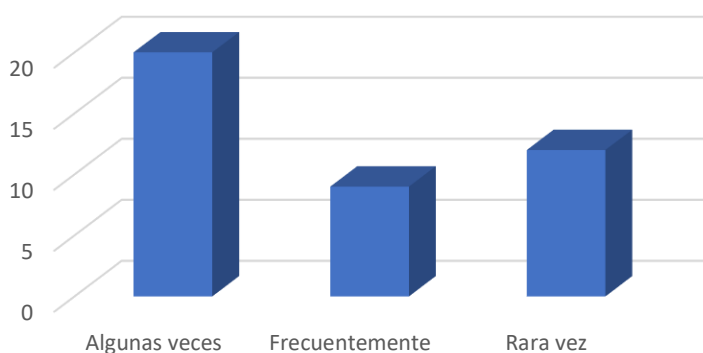


Figura 3: Porcentaje de atrasos por ineficiencia del sistema de transporte.

Como se observa en la Figura 4, los resultados obtenidos en la encuesta antes de la implementación del aplicativo, se preguntó a los usuarios cual es el tiempo que debe de esperar a la unidad después de la hora pactada de llegada, como se observa el tiempo de espera es excesivo, este tiempo de espera se traduce como atrasos y fallas en el sistema logístico. Como resultados se obtuvieron que el 61% de los usuarios espera a la unidad entre 10 y 20 minutos después de la hora establecida, un 32% espera entre 5 y 10 minutos y un 7% espera más de 20 minutos. Se debe de tener en cuenta que esta valoración de los usuarios es basada en sus experiencias con el sistema de transporte institucional a través de los años que lo han utilizado.

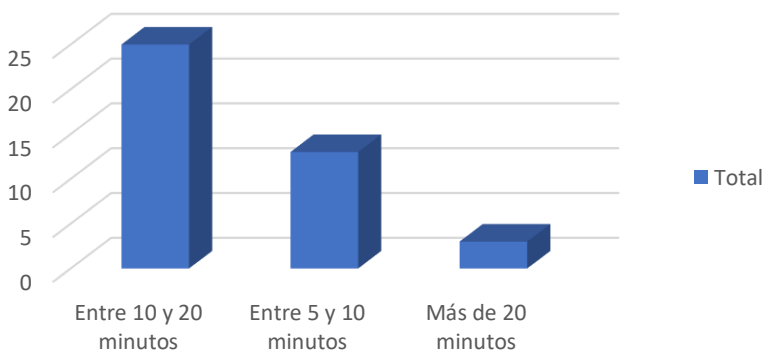


Figura 4: Porcentaje de espera en paradas establecidas

De acuerdo con la Figura 5, se les preguntó a los usuarios si estarían de acuerdo contar con una herramienta digital, beneficiando la logística y gestión del sistema institucional, siendo positivo el impacto que esta tendría en la comunidad estudiantil. Además, la

información disponible sobre rutas y horarios se percibe como insuficiente, lo que genera confusión entre los usuarios. Sin embargo, los encuestados expresaron una alta expectativa en el impacto de la aplicación de geolocalización para la mejora de la experiencia de movilidad universitaria. Como resultados se obtuvieron que un 78% de los usuarios aprueban contar con un aplicativo móvil, mientras que un 12% mencionó que no y un 10% indicó que tal vez.

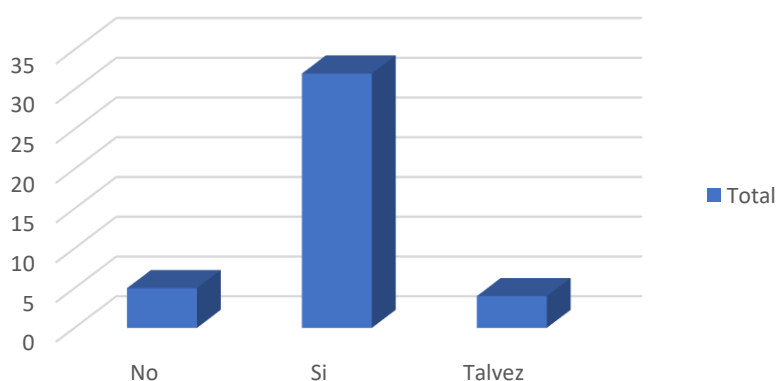


Figura 5: Opinión de los usuarios si aprueban implementar una herramienta digital como apoyo logístico.

Los resultados obtenidos en la etapa previa a la implementación evidencian limitaciones significativas en la logística y gestión del transporte universitario, principalmente relacionadas con la falta de información oportuna, los tiempos de espera prolongados y una percepción desfavorable de la puntualidad del servicio. Estas condiciones reflejan un sistema de poca coordinación operativa y escaso soporte tecnológico, lo que genera incertidumbre en los usuarios y afecta directamente su experiencia de movilidad.

3.2. Resultados del desarrollo del aplicativo móvil.

En las Figuras 6 y 7 se muestran el proceso del desarrollo en el interfaz del usuario y la del conductor, el usuario podrá registrarse con sus credenciales institucionales y el conductor con su nombre y un código previamente asignado. El usuario podrá registrarse con sus credenciales institucionales para una mayor seguridad al momento de ingresar al sistema y la interfaz del conductor fue diseñada para que sea más seguro al momento de entrar al aplicativo en este caso el conductor asignado a la ruta Centenario – María Auxiliadora tiene su propio código de acceso.

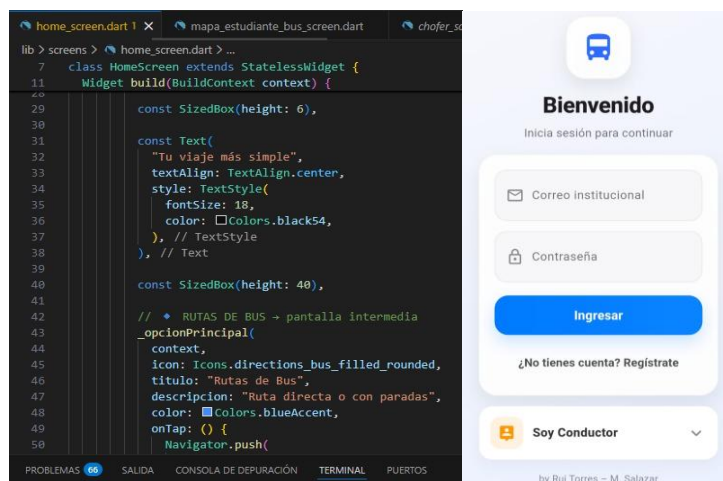


Figura 6: Desarrollo de la interfaz del usuario.

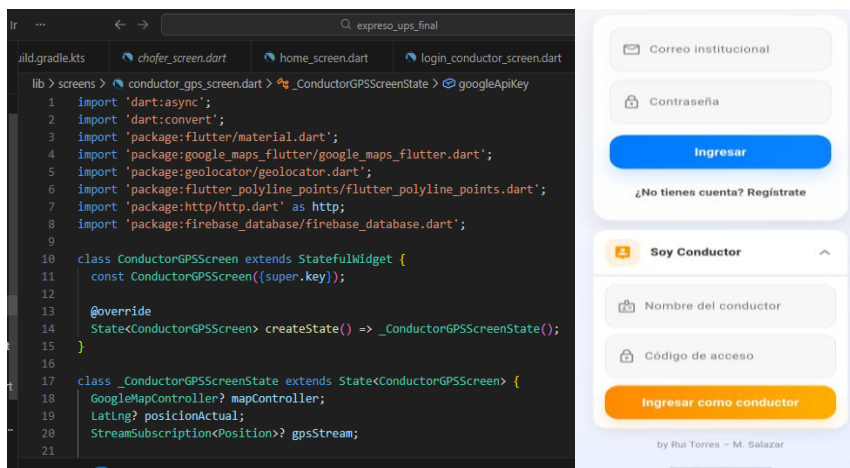


Figura 7: Desarrollo de la interfaz del conductor.

La Figura 8a y Figura 8b muestran el panel principal del aplicativo desarrollado, en la cual el usuario puede visualizar e interactuar la ruta de la unidad, ya sea directa o con paradas, información de las paradas establecidas dispuestas por la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil y la ubicación actual de la unidad.



Figura 8: Aplicativo móvil, a) Interfaz principal, b) Selección de ruta.

Tal como se observa en la Figura 9, la ruta establecida con cada una de las paradas, el tiempo de llegada y la distancia entre paradas.

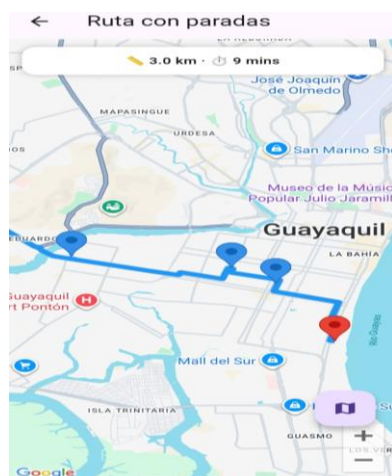


Figura 9: Ruta con paradas.

En la Figura 10a muestra la funcionalidad de la notificación que indica cuando la unidad se encuentra cerca de la parada, esto con el fin de que el usuario se encuentre listo y se eviten retrasos por espera, además se muestra en la Figura 10b la unidad en tiempo real y se indica su estado, activo o inactivo, la velocidad de la unidad, su próxima parada, la distancia y la ruta en la que se encuentra ya sea directa o con paradas.

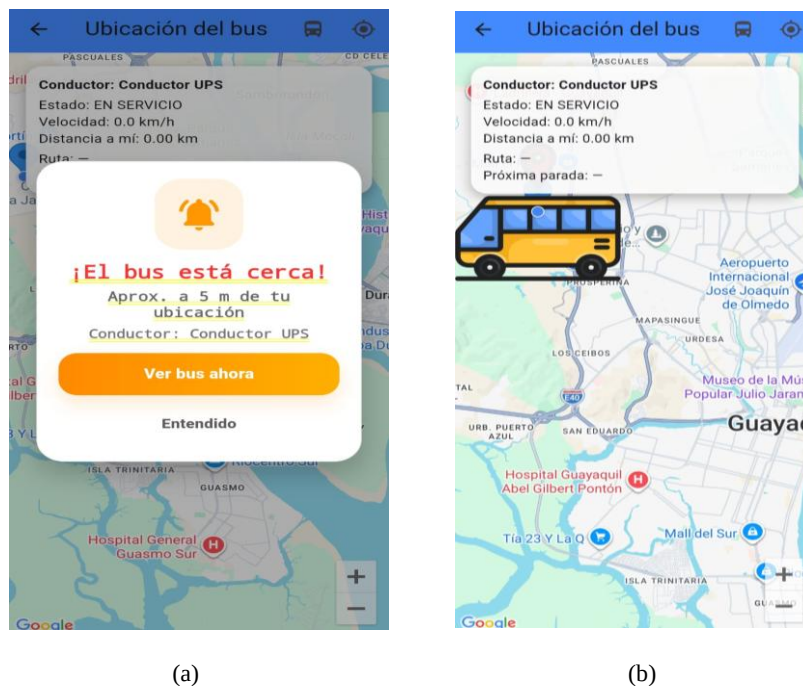


Figura 10: Funcionamiento del aplicativo, a) Notificación de proximidad, b) Unidad en tiempo real.

Finalmente, el conductor cada vez que esté en la unidad podrá activar y desactivar su ubicación tiempo real (tocando el ícono GPS), por cuestiones de privacidad y únicamente sea utilizado en la ruta. En la Figura 11 se observa la ubicación en tiempo real de la unidad, así como velocidad, distancia y el tiempo del recorrido.



Figura 11: Interfaz del conductor.

3.3. Pruebas piloto y corrección de errores

Una vez desarrollado el aplicativo móvil, se seleccionó un grupo de 10 usuarios para las pruebas piloto en la ruta con paradas, se instaló el aplicativo y se explicó el funcionamiento de la misma para posteriormente dar inicio con la prueba de ruta como se muestra en la Figura 12a y Figura 12b.

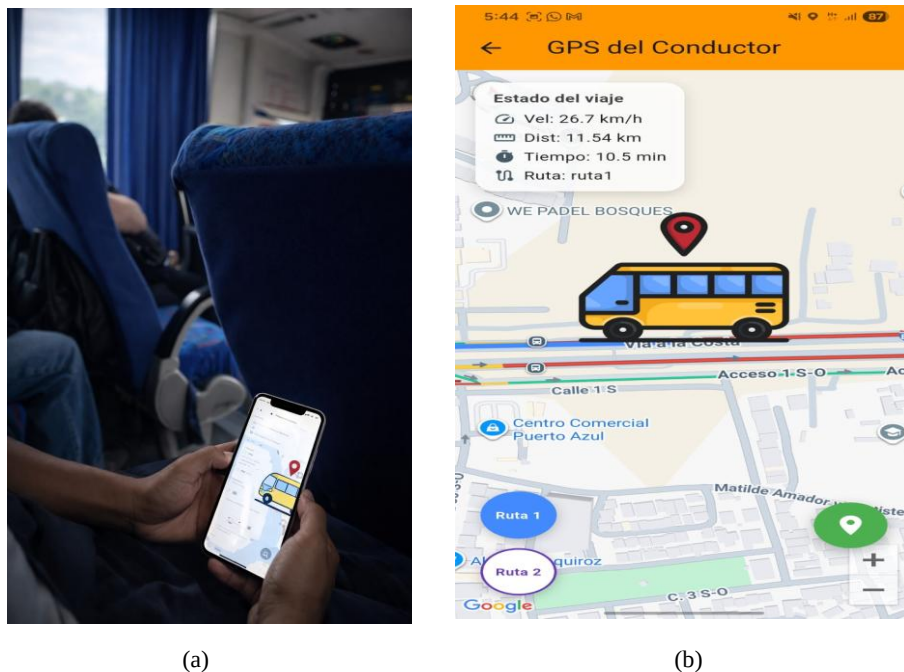


Figura 12: Prueba piloto, a) Usuario verificando el aplicativo, b) Funcionamiento del aplicativo en ruta.

En la primera prueba piloto se encontró una falla en el sistema de autenticación, la cual no permitía ingresar a ciertos usuarios al aplicativo.

Como se observa en la Figura 13, se generaba un mensaje al momento de ingresar las credenciales, esto debido a un error en el Firebase. El error del acceso al aplicativo fue solucionado mediante una reestructuración de datos en el firebase (Authentication) se integraron los datos de los usuarios anteriormente registrados, lo que permitió gestionar de forma segura y estable el acceso de los usuarios, garantizando la correcta validación de credenciales junto con la continuación del servicio.

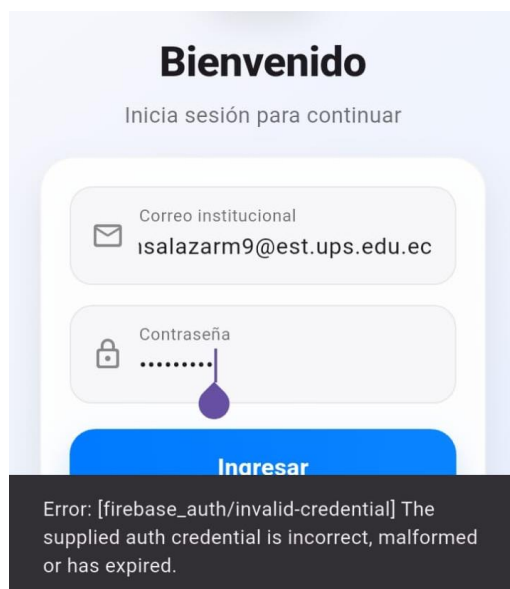


Figura 13: Mensaje de error de autenticación.

Una vez solucionado el error observado en la primera prueba piloto, se realizó una segunda prueba piloto para verificar el correcto funcionamiento del aplicativo, utilizando la misma ruta con los mismos puntos de parada. En la Figura 14 se observa el correcto ingreso al aplicativo, además de la correcta operación del panel de información, esta vez sin presentar fallos ni retrasos en todo el recorrido de la ruta.

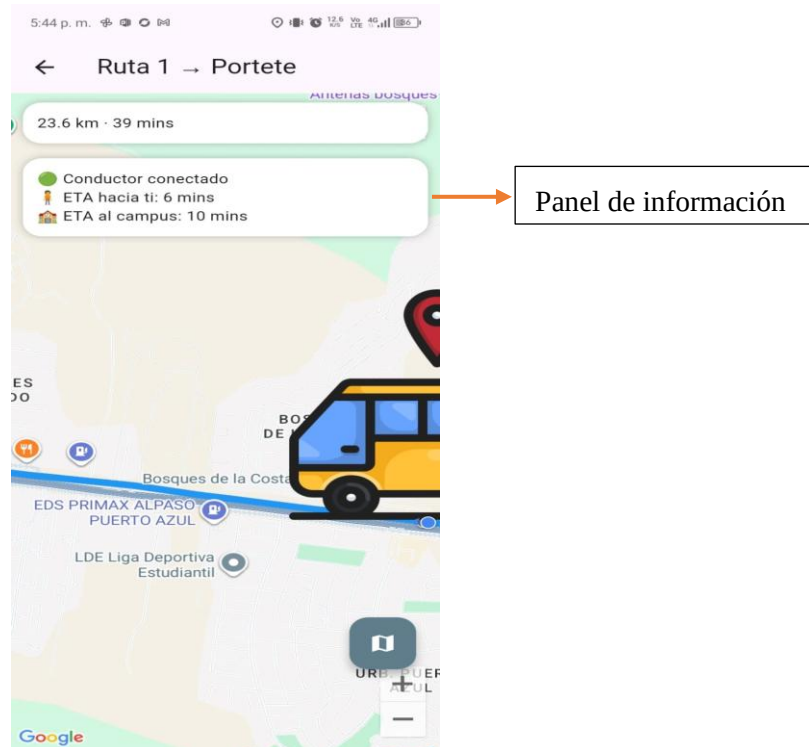


Figura 14: Correcto funcionamiento del sistema GPS.

3.4. Proceso de implementación del aplicativo móvil.

Una vez comprobado el correcto funcionamiento del aplicativo, como se observa en la Figura 15 se realizó la implementación, se convocó a los usuarios encuestados por medio de correo institucional para que participen en la implementación del aplicativo, en la ruta Centenario-María Auxiliadora.



Figura 15: Participación de los usuarios.

En la Figura 16 se muestra el proceso de interacción del aplicativo con el conductor asignado a la ruta, posteriormente se procedió con la instalación en su dispositivo para dar inicio a la implementación

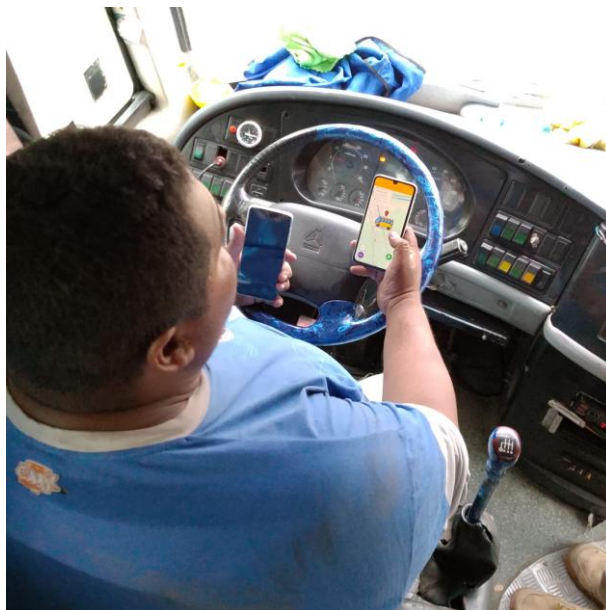
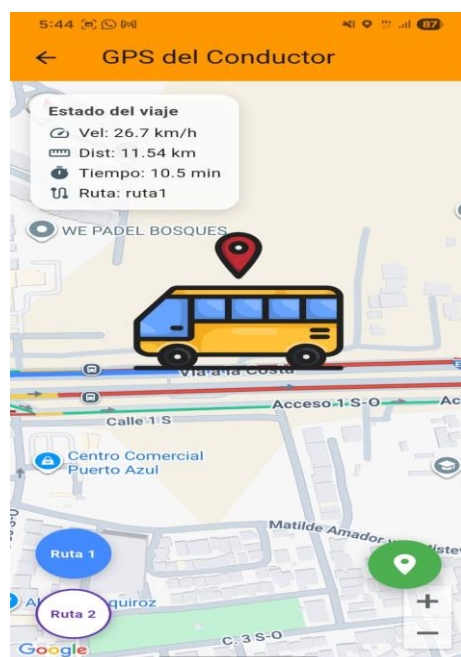


Figura 16: Conductor con su interfaz del aplicativo.

Una vez que se verificó el correcto funcionamiento del aplicativo después de la implementación, se le agregaron varias mejoras al aplicativo como una mejor precisión de la ruta, señalización en los puntos de parada por medio de íconos y el cambio en la vista principal del conductor, como se observa en la Figura 17a fue la primera interfaz del conductor, posteriormente se le agregó un apartado de las rutas, ya sea directa o con paradas, con un acceso más rápido y sencillo sin necesidad de salir de la página principal., además, muestra varios parámetros como: velocidad, tiempo entre paradas, distancia entre paradas y la ruta elegida como se evidencia en la Figura 17b.



(a)



(b)

Figura 17: Retroalimentación, a) Interfaz del conducto antes, b) Interfaz del conductor después.

3.5. Datos obtenidos después de la implementación del aplicativo.

De acuerdo con la Figura 18, el 73% de los usuarios estuvo totalmente de acuerdo en que la puntualidad mejoró, el 12% manifestó estar de acuerdo, mientras que el 10% expresó desacuerdo y el 5% total desacuerdo. Estos datos sugieren que la visualización anticipada de la unidad y la información disponible en tiempo real influyeron positivamente en la organización de los tiempos de desplazamiento.

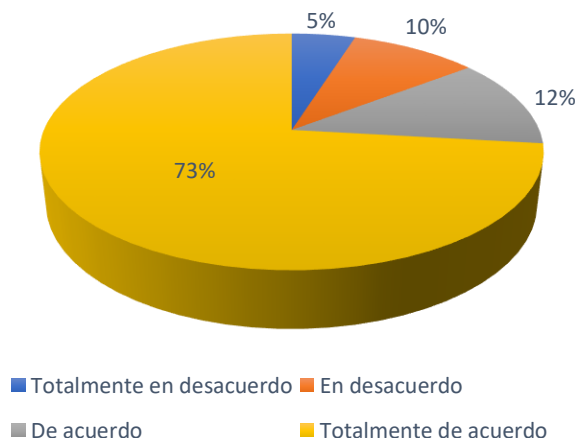


Figura 18: Porcentaje de puntualidad de la unidad post implementación.

Tal como se muestra en la Figura 19 gracias a las funciones del aplicativo, el porcentaje del tiempo de espera ha disminuido significativamente, ya se encontró una gran cantidad de fallas en este punto respecto a los tiempos de llegada. El 85% de los usuarios estuvo totalmente de acuerdo en que el tiempo de espera fue menor que la última vez, el 10% estuvo de acuerdo, el 2% en desacuerdo y el 3% totalmente en desacuerdo.

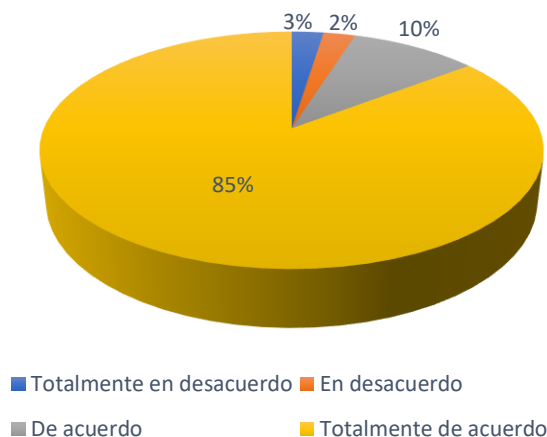


Figura 19: Porcentaje de la disminución del tiempo de espera en paradas.

Como puede apreciarse en la Figura 20, el nivel de aceptación del aplicativo por parte de los usuarios es positivo. Luego de identificar las principales debilidades del sistema de transporte institucional, se desarrolló e implementó una herramienta digital con el objetivo de satisfacer estas necesidades y fortalecer la logística del sistema. Los resultados muestran una tasa de aceptación del 92.6%, lo que confirma que la inclusión de la aplicación como soporte tecnológico ayuda significativamente a optimizar el servicio y mejorar la experiencia de la movilidad estudiantil.

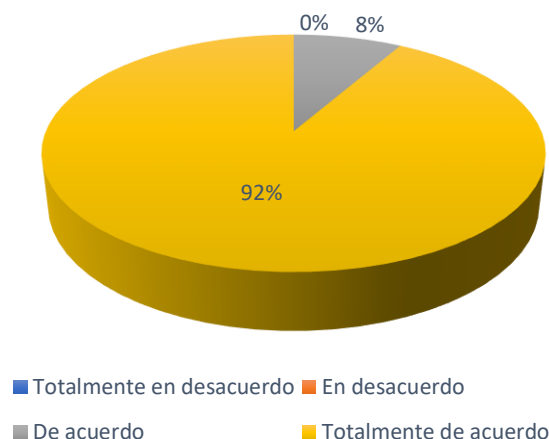


Figura 20: Porcentaje de la mejora de la experiencia en la movilidad estudiantil.

4. Discusión

4.1. Análisis comparativo del antes y después.

Como se observa en la Figura 21, la comparación de los resultados obtenidos antes y después de la implementación del aplicativo, considerando el total de encuestados, las respuestas positivas y el porcentaje de aprobación del sistema. Antes de la implementación, se registraron 41 encuestados, de los cuales únicamente 11 manifestaron una percepción positiva respecto a la puntualidad del transporte, lo que corresponde a un 26,8% de aprobación. En contraste, después de la implementación del aplicativo, se contó con 41 encuestados, de los cuales 38 emitieron una valoración positiva, alcanzando un 92,6% de aprobación.

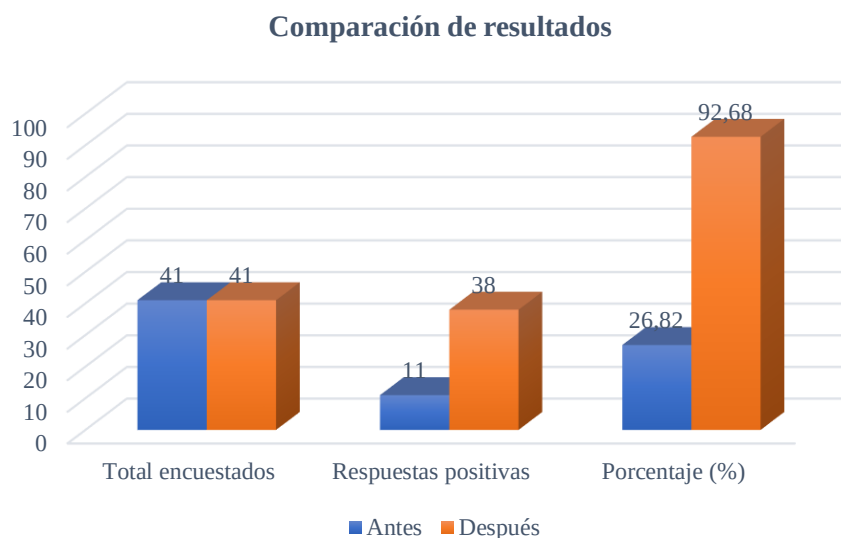


Figura 21: Comparación de resultados del antes y después de la implementación del aplicativo.

Este incremento significativo en el porcentaje de respuestas favorables evidencia una mejora sustancial en la percepción de la puntualidad del transporte universitario tras la incorporación del sistema de monitoreo en tiempo real. En conjunto, los resultados confirman que la implementación de herramientas de geolocalización contribuye de manera efectiva a optimizar la gestión del transporte y a mejorar la percepción del servicio por parte de la comunidad universitaria.

La implementación del aplicativo permitió evaluar de manera objetiva el impacto de la información en tiempo real sobre la eficiencia operativa del transporte institucional y la

gestión del tráfico interno. La comparación de los resultados antes y después de la implementación evidencia mejoras significativas en variables claves asociadas a tiempo de espera, puntualidad y percepción del servicio, confirmando la efectividad del sistema propuesto como herramienta de apoyo a la logística del transporte institucional.

4.2. Efecto del aplicativo en los tiempos de espera y puntualidad

Los resultados iniciales evidenciaron deficiencias significativas en el sistema de transporte universitario. Antes de la implementación del aplicativo, el 61% de los estudiantes indicó que debía esperar entre 10 y 20 minutos en las paradas, mientras que el 90% manifestó haber llegado tarde a clases o actividades académicas debido a retrasos del bus. Asimismo, la puntualidad del servicio fue valorada apenas con un 50%, y el 61% de los encuestados consideró que la información sobre rutas, horarios y paradas no era clara. Por lo tanto, el 78% de la comunidad universitaria expresó su interés en contar con un aplicativo o plataforma web que permita visualizar la ubicación del bus en tiempo real.

Tras la implementación del aplicativo móvil, se observó una mejora significativa en todos los indicadores evaluados. La aceptación general del sistema alcanzó un 92.6%, reflejando una alta adopción por parte de la comunidad universitaria. La puntualidad del transporte mejoró hasta un 75%, mientras que el tiempo de espera en paradas se redujo en un 70%. Además, el 77% de los estudiantes indicó que la visualización de la ruta y ubicación del bus funcionó de manera frecuente y confiable.

Como resultado directo del acceso a información en tiempo real, el atraso a clases y actividades académicas disminuyó en un 73%, y el 75% de los encuestados consideró que el aplicativo fue útil. Finalmente, el 92.6% de la comunidad universitaria afirmó que el uso del aplicativo mejoró de forma notable la experiencia en la movilidad estudiantil.

La falta de información clara sobre horarios, rutas y puntos de parada fue identificada como un factor crítico antes de la implementación, donde el 61% de los encuestados consideró insuficiente la información disponible. Este escenario es característico de sistemas de transporte con bajo nivel de digitalización.

Posterior a la implementación, el 70% de los usuarios indicó que la visualización en tiempo real funciona de manera frecuente a lo largo de toda la ruta, mientras que el 94% consideró al aplicativo como una herramienta digital útil. Asimismo, el 92.6% de la comunidad universitaria afirmó que el sistema mejoró su experiencia en la movilidad estudiantil, lo cual refleja un aumento de confiabilidad y aceptación del sistema.

4.3. Impacto y aceptación del aplicativo por parte de los usuarios.

La reducción del atraso a clases o actividades académicas en un 70% demuestra el impacto directo del aplicativo sobre la eficiencia operativa del sistema. La aceptación general del aplicativo fue de un 92.6%, se confirma la factibilidad de su implementación como solución tecnológica para optimizar la movilidad de estudiantes dentro de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Estos resultados permiten concluir que el aplicativo no solo cumple una función informativa, sino que actúa como una herramienta de gestión logística, con potencial para ser integrada en futuros sistemas de control de flota, análisis de tráfico en horas pico y optimización de rutas.

5. Conclusiones

El análisis de la situación inicial permitió identificar las deficiencias operativas en el sistema de transporte universitario. Antes de la implementación de la aplicación, el 60% de los usuarios reportó múltiples retrasos y el 10% indicó retrasos frecuentes, mientras que el 61% reportó tiempos de espera entre 10 y 20 minutos, el 7% incluso superó los 20 minutos. Estos hallazgos confirmaron una limitada previsibilidad del servicio y una inadecuada gestión logística, que afectan directamente la puntualidad académica, además de la eficiencia del sistema institucional.

La evaluación de requerimientos y la percepción de los usuarios evidenciaron la viabilidad, eficiencia y alto nivel de aceptación de la propuesta, ya que el 78 % de los encuestados manifestó la necesidad de incorporar una herramienta digital de apoyo logístico y, tras la implementación del sistema GPS, el 73 % afirmó que la puntualidad mejoró significativamente mientras que un 12 % adicional también reconoció una mejora en este aspecto. Estos indicadores confirman que la solución propuesta cumplió efectivamente con los requisitos establecidos y generó un impacto operativo medible.

La propuesta funcional incorporó geolocalización en tiempo real, notificaciones de paradas y visualización de rutas, permitiendo mejorar la interacción entre usuario y conductor, se demostró que el aplicativo cumplió con los criterios establecidos de actualización constante de ubicación, claridad en la visualización de recorridos y mejora en la experiencia del usuario. La aceptación global del 92,6 % respalda la efectividad del diseño implementado.

El estudio demuestra que la incorporación de sistemas de monitoreo y seguimiento en tiempo real ayuda a mejorar la eficiencia operativa de flotas y reducir el tiempo no productivo. En general, los resultados confirman que la implementación de estas herramientas digitales es una estrategia viable para modernizar la gestión del transporte universitario y establecer una base sólida para futuras mejoras en la planificación, control y administración del servicio.

Apéndice A – Códigos del desarrollo del aplicativo móvil

Apéndice A.1: Codificación principal del aplicativo móvil

```

1  import 'dart:async';
2  import 'dart:convert';
3  import
4  'package:audioplayers/audioplayers.dart';
5  import 'package:flutter/material.dart';
6  import
7  'package:google_maps_flutter/google_maps_
8  flutter.dart';
9  import 'package:geolocator/geolocator.dart';
10 import
11 'package:firebase_database/firebase_database
12 .dart';
13 import 'package:http/http.dart' as http;
14 import
15 'package:flutter_polyline_points/flutter_polyl
16 ine_points.dart';
17 const String googleApiKey =
18 "AlzaSyCt1Qhw07j-
19 DzXlgr9kFuhg23NXWnnMJUl";
20 // DESTINOS
21 const LatLng centenario = LatLng(-2.220777,
22 -79.888156);
23 const LatLng mariaAux = LatLng(-2.192237,
24 -80.045334);
25 // PARADAS RUTA 3 – ESCALA MARIUX
26 final List<LatLng> paradasRuta3 = [
27   LatLng(-2.207700, -79.894752),
28   LatLng(-2.201587, -79.916172),
29   LatLng(-2.185905, -79.966110),
30   LatLng(-2.192602, -80.045148),
31 ];
32 // PARADAS RUTA 4 – ESCALA
33 CENTENARIO
34 final List<LatLng> paradasRuta4 = [
35   LatLng(-2.192602, -80.045148),
36   LatLng(-2.186257, -79.965890),
37   LatLng(-2.201721, -79.916500),
38   LatLng(-2.208406, -79.895272),
39   LatLng(-2.220773, -79.888201),
40 ];
41 class MapaConductorScreen extends
42 StatefulWidget {
43   const MapaConductorScreen({super.key});
44   @override
45   State<MapaConductorScreen> createState()
46   => _MapaConductorScreenState();
47   class _MapaConductorScreenState extends
48   State<MapaConductorScreen> {
49     GoogleMapController? mapController;
50     Marker? markerBus;
51     BitmapDescriptor? busIcon;
52     final AudioPlayer player = AudioPlayer();
53     // IMPORTANTE: el estudiante escucha
54     "bus_ubicacion"
55     final DatabaseReference dbBus =
56     FirebaseDatabase.instance.ref("bus_ubicacio
57     n");
58     StreamSubscription<Position>?
59     posicionStream;
60     bool gpsActivo = false;
61     bool seguirBus = true;
62     bool _rutaCalculada = false;
63     String? rutaSeleccionada;
64     LatLng? ultimaPosicion;
65     Set<Polyline> _polylines = {};
66     Set<Marker> _markersRuta = {};
67     final PolylinePoints polylinePoints =
68     PolylinePoints();
69     double? distanciaKm;
70     double? duracionMin;
71     double? velocidadKmh;
72     // NUEVO: nombre del conductor (puedes
73     cambiarlo luego por login)
74     final String conductorNombre = "Conductor
75     UPS";
76     @override
77     void initState() {
78       super.initState();
79       player.setReleaseMode(ReleaseMode.stop)
80       ;
81       _cargarIconoBus();
82       _pedirPermisos();
83       // Seguridad: al iniciar, marcamos como
84       inactivo hasta que active GPS
85       _marcarBusInactivo();
86     }
87     Future<void> _playSound(String asset)
88     async {
89       await player.stop();
90       await player.play(AssetSource(asset));
91     }
92     // ICONO DEL BUS
93     Future<void> _cargarIconoBus() async {
94       const ImageConfiguration config =
95       ImageConfiguration(devicePixelRatio: 3);
96       busIcon = await
97       BitmapDescriptor.fromAssetImage(
98         config,
99         "assets/icons/bus_3d.png",
100       );
101       if (!mounted) return;
102       setState(() {});
103     }
104     Future<bool> _pedirPermisos() async {
105       if (!await
106       Geolocator.isLocationServiceEnabled())
107       return false;
108       LocationPermission permisos = await
109       Geolocator.checkPermission();
110       if (permisos ==
111       LocationPermission.denied) {
112         permisos = await
113         Geolocator.requestPermission();
114       }
115       return permisos ==
116       LocationPermission.always ||
117       permisos ==
118       LocationPermission.whileInUse;
119     }
120     // Firebase: marcar activo/inactivo

```

Apéndice A.2: Codificación, visualización en tiempo real.

```

121 Future<void> _marcarBusActivo() async {
122     await dbBus.update({
123         "activo": true,
124         "conductor": conductorNombre,
125         "ruta": rutaSeleccionada ?? "—",
126         "ts": ServerValue.timestamp,
127     });
128 }
129 Future<void> _marcarBusInactivo() async {
130     await dbBus.update({
131         "activo": false,
132         "conductor": conductorNombre,
133         "ruta": rutaSeleccionada ?? "—",
134         "ts": ServerValue.timestamp,
135     });
136 }
137 // Firebase: enviar ubicación real del
138 conductor + ruta + conductor
139 Future<void> _enviarUbicacionBus({
140     required double lat,
141     required double lng,
142     double? velocidad,
143 }) async {
144     await dbBus.update({
145         "lat": lat,
146         "lng": lng,
147         "velocidad": velocidad,
148         "activo": true,
149         "conductor": conductorNombre,
150         "ruta": rutaSeleccionada ?? "—",
151         "ts": ServerValue.timestamp,
152     });
153 }
154 Future<void> _iniciarGPS() async {
155     if (!await _pedirPermisos()) return;
156     posicionStream?.cancel();
157     // Apenas se activa el GPS
158     await _marcarBusActivo();
159     posicionStream =
160     Geolocator.getPositionStream(
161         locationSettings: const LocationSettings(
162             accuracy:
163             LocationAccuracy.bestForNavigation,
164             distanceFilter: 3,
165         ),
166     ).listen((pos) async {
167         ultimaPosicion = LatLng(pos.latitude,
168 pos.longitude);
169         velocidadKmh = (pos.speed.isNaN ? 0 :
170 pos.speed) * 3.6;
171
172         if (gpsActivo) {
173             await _enviarUbicacionBus(
174                 lat: pos.latitude,
175                 lng: pos.longitude,
176                 velocidad: velocidadKmh,
177             );
178         }
179
180         if (!mounted) return;
181
182         setState() {
183             markerBus = Marker(
184                 markerId: const MarkerId("bus"),
185                 position: ultimaPosicion!,
186                 icon: busIcon ??
187                 BitmapDescriptor.defaultMarkerWith
188                 BitmapDescriptor.hueOrange,
189             ),
190             anchor: const Offset(0.5, 0.5),
191         );
192     });
193     if (seguirBus && mapController != null
194     && ultimaPosicion != null) {
195         mapController!.animateCamera(
196             CameraUpdate.newLatLngZoom(ultima
197             aPosicion!, 17),
198         );
199     }
200 });
201 }
202 Future<void> _detenerGPS() async {
203     await posicionStream?.cancel();
204     posicionStream = null;
205     // no borramos el nodo; marcamos "activo:
206     false"
207     await _marcarBusInactivo();
208     if (!mounted) return;
209     setState() {
210         markerBus = null;
211         velocidadKmh = null;
212         distanciaKm = null;
213         duracionMin = null;
214         _polylines.clear();
215         _markersRuta.clear();
216         _rutaCalculada = false;
217     });
218 }
219 void _seleccionarRuta(String ruta) {
220     _playSound("sounds/ruta_seleccion.mp3");
221     setState() {
222         rutaSeleccionada = ruta;
223         _polylines.clear();
224         _markersRuta.clear();
225         _rutaCalculada = false;
226     });
227     if (ruta == "ruta3") {
228         _cargarParadas(paradasRuta3);
229     } else if (ruta == "ruta4") {
230         _cargarParadas(paradasRuta4);
231     }
232     // NUEVO: guardar ruta seleccionada en
233     Firebase (para que estudiante lo vea)
234     dbBus.update({
235         "ruta": rutaSeleccionada,
236         "conductor": conductorNombre,
237         "ts": ServerValue.timestamp,
238     });
239     _recalcularRuta();
240 }

```

Apéndice A.3: Codificación, registro de usuarios

```

241 void _cargarParadas(List<LatLng> paradas)
242 {
243     for (int i = 0; i < paradas.length; i++) {
244         _markersRuta.add(
245             Marker(
246                 markerId: MarkerId("parada_${i}"),
247                 position: paradas[i],
248                 icon:
249                     BitmapDescriptor.defaultMarkerWithHue(
250                         BitmapDescriptor.hueAzure,
251                     ),
252                 infoWindow: InfoWindow(title:
253                     "Parada ${i + 1}"),
254             ),
255         );
256     }
257 }
258 Future<void> _recalcularRuta() async {
259     if (ultimaPosicion == null ||
260     _rutaCalculada) return;
261     LatLng destino;
262     List<LatLng> waypoints = [];
263     if (rutaSeleccionada == "ruta1") {
264         destino = mariaAux;
265     } else if (rutaSeleccionada == "ruta2") {
266         destino = centenario;
267     } else if (rutaSeleccionada == "ruta3") {
268         destino = paradasRuta3.last;
269         waypoints = paradasRuta3.sublist(0,
270             paradasRuta3.length - 1);
271     } else {
272         destino = paradasRuta4.last;
273         waypoints = paradasRuta4.sublist(0,
274             paradasRuta4.length - 1);
275     }
276     final wp = waypoints.isEmpty
277         ? ""
278         : "&waypoints=${waypoints.map((e) =>
279             "${e.latitude},${e.longitude}").join(",")"}";
280     final url = Uri.parse(
281         "https://maps.googleapis.com/maps/api/di
282         rections/json"
283         "?origin=${ultimaPosicion!.latitude},${ultimaPosicion!.longitude}"
284         "&destination=${destino.latitude},${destino.longitude}"
285         "&mode=driving&key=${googleApiKey}"
286     );
287     final resp = await http.get(url);
288     final data = json.decode(resp.body);
289     final leg = data["routes"][0]["legs"][0];
290     final distanciaKm = leg["distance"]["value"] /
291     1000;
292     final duracionMin = leg["duration"]["value"] /
293     60;
294     final puntos =
295     polylinePoints.decodePolyline(
296         data["routes"][0]["overview_polyline"]["
297         points"],
300
301     );
302     if (!mounted) return;
303     setState() {
304         _polylines = {
305             Polyline(
306                 polylineId: const PolylineId("ruta"),
307                 width: 6,
308                 color: Colors.blueAccent,
309                 points: puntos.map((p) =>
310                     LatLng(p.latitude, p.longitude)).toList(),
311             ),
312         };
313         _rutaCalculada = true;
314     });
315 }
316 Widget _botonGPS() {
317     return GestureDetector(
318         onTap: () {
319             gpsActivo = !gpsActivo;
320             setState(() {});
321             if (gpsActivo) {
322                 _playSound("sounds/gps_on.mp3");
323                 _iniciarGPS();
324             } else {
325                 _playSound("sounds/gps_off.mp3");
326                 _detenerGPS();
327             }
328         },
329         child: CircleAvatar(
330             radius: 28,
331             backgroundColor: gpsActivo ?
332                 Colors.green : Colors.red,
333             child: const Icon(Icons.gps_fixed, color:
334                 Colors.white),
335         ),
336     );
337 }
338
339 Widget _panelInfo() {
340     return Container(
341         padding: const EdgeInsets.all(12),
342         decoration: BoxDecoration(
343             color: Colors.white.withOpacity(0.9),
344             borderRadius:
345                 BorderRadius.circular(16),
346         ),
347         child: Column(
348             crossAxisAlignment:
349                 CrossAxisAlignment.start,
350             children: [
351                 Text("Conductor:
352                 $conductorNombre"),
353                 Text("Ruta: ${rutaSeleccionada ?? ""}"),
354                 Text("Velocidad:
355                 ${velocidadKmh?.toStringAsFixed(1) ?? ""}
356                 km/h"),
357                 Text("Distancia:
358                 ${distanciaKm?.toStringAsFixed(2) ?? ""}
359                 km"),
360

```

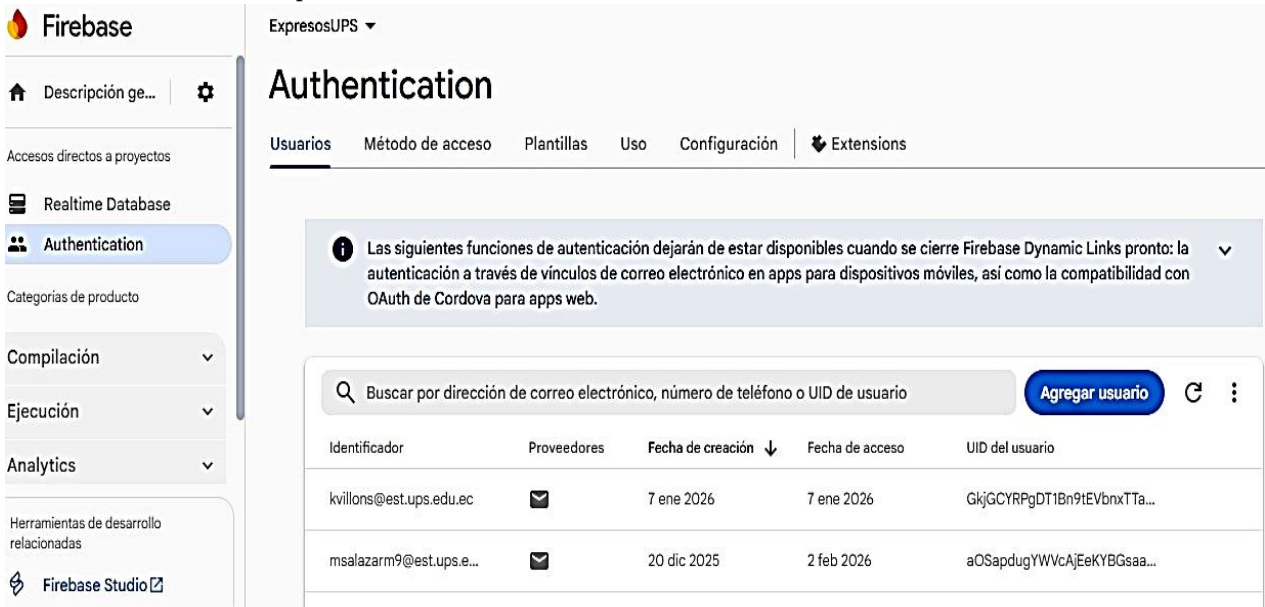
Apéndice A.4: Codificación, Firebase.

```

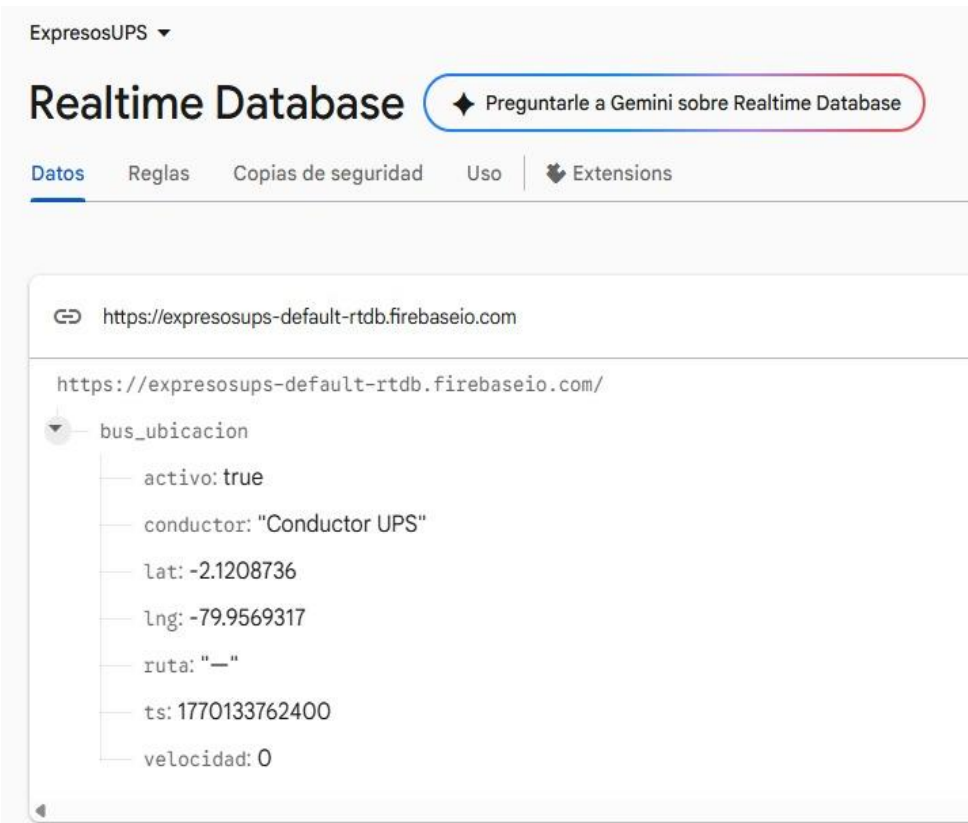
361     Text("Tiempo:
362 ${duracionMin?.toStringAsFixed(1) ?? "--"}
363 min"),
364   ],
365   ),
366   );
367   }
368   @override
369   void dispose() {
370     posicionStream?.cancel();
371     _marcarBusInactivo();
372     super.dispose();
373   }
374   @override
375   Widget build(BuildContext context) {
376     return Scaffold(
377       appBar: AppBar(title: const Text("GPS
378 del Conductor")),
379       body: Stack(
380         children: [
381           GoogleMap(
382             initialCameraPosition:
383               const CameraPosition(target:
384                 centenario, zoom: 14),
385             myLocationEnabled: true,
386             markers: {
387               if (markerBus != null) markerBus!,
388               ..._markersRuta,
389             },
390             polylines: _polylines,
391             onMapCreated: (c) => mapController
392               = c,
393             trafficEnabled: true,
394           ),
395           Positioned(top: 16, left: 16, child:
396             _panelInfo()),
397           Positioned(
398             bottom: 30,
399             left: 16,
400             child: Column(
401               children: [
402                 _botonRuta("Ruta
403 1\nDirecta\nMariAux", "ruta1", Colors.blue),
404                 const SizedBox(height: 10),
405                 _botonRuta("Ruta
406 2\nDirecta\nCente", "ruta2", Colors.purple),
407                 const SizedBox(height: 10),
408                 _botonRuta("Ruta
409 3\nEscala\nMariAux", "ruta3", Colors.green),
410                 const SizedBox(height: 10),
411                 _botonRuta("Ruta
412 4\nEscala\nCente", "ruta4", Colors.orange),
413               ],
414             ),
415           ),
416           Positioned(bottom: 90, right: 20, child:
417             _botonGPS()),
418         ],
419       ),
420     );
421   }
422   Widget _botonRuta(String texto, String id,
423   Color color) {
424     final activa = rutaSeleccionada == id;
425     return GestureDetector(
426       onTap: () => _seleccionarRuta(id),
427       child: AnimatedContainer(
428         duration: const Duration(milliseconds:
429           250),
430         width: 78,
431         height: 78,
432         decoration: BoxDecoration(
433           color: activa ? color : Colors.white,
434           shape: BoxShape.circle,
435           border: Border.all(color: color, width:
436             2),
437         ),
438         child: Center(
439           child: Text(
440             texto,
441             textAlign: TextAlign.center,
442             style: TextStyle(
443               fontSize: 11,
444               fontWeight: FontWeight.bold,
445               color: activa ? Colors.white : color,
446             ),
447           ),
448         ),
449       );
450     );
451   }

```

Apéndice A.5: Sistema de autenticación.



Apéndice A.6: Base de datos en tiempo real.



Apéndice A.7: Servicio en la nube y APIs externas.



Apéndice A.8: Biblioteca APIs, direcciones y ubicaciones.

Google Cloud expresos ups

RPT APIs y servicios / Biblioteca de APIs

Biblioteca de APIs

Bienvenido a la Biblioteca de APIs

La Biblioteca de API tiene documentación, vínculos y una experiencia de búsqueda inteligente.

Buscar APIs y servicios

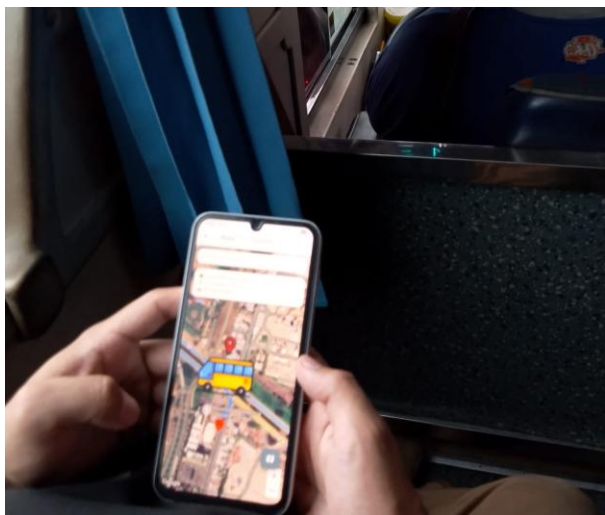
Filtro Escribe para filtrar

Mapas Ver todo (32)

Visibilidad	Mapas SDK for Android	Maps SDK for iOS	Maps JavaScript API	Places API
Pública (502)	Google	Google	Google	Google Enterprise API
Privada (3)	Maps for your native Android app.	Maps for your native iOS app.	Maps for your website	Get detailed information about 100 million places

Apéndice B – Pruebas piloto, implementación del sistema y encuestas.

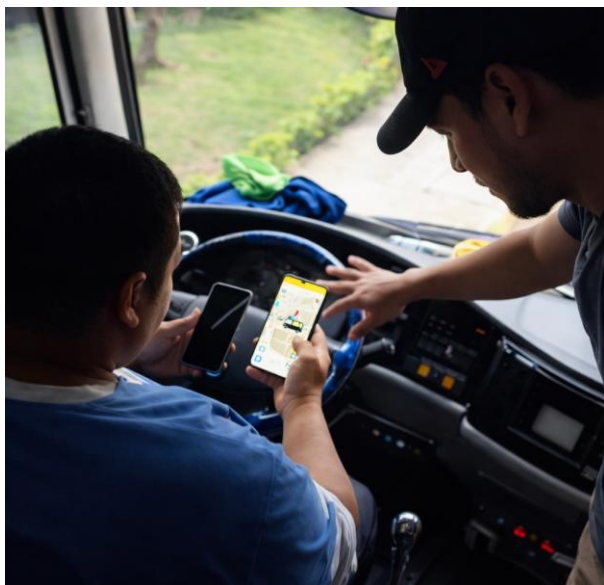
Apéndice B.1: Pruebas piloto.



Apéndice B.2: Unidad de transporte.



Apéndice B.3: Pruebas de ruta.



Apéndice B.4: Proceso de implementación del aplicativo móvil.



Apéndice B.5: Encuesta antes de la implementación.**Encuesta sobre movilidad y transporte universitario**

Esta encuesta se enmarca en un estudio de titulación orientado a analizar la movilidad de los estudiantes que utilizan el transporte universitario, con énfasis en la ruta Centenario – María Auxiliadora. El objetivo es conocer su experiencia respecto a tiempos de espera, puntualidad y calidad del servicio, así como su opinión sobre la posible implementación de un aplicativo de geolocalización para mejorar la gestión del transporte.

1. ¿Con qué frecuencia utiliza el transporte universitario?

- ☐ Todos los días
- ☐ 3-4 veces por semana
- ☐ 1-2 veces por semana

2. En promedio, cuánto tiempo espera el bus en la parada antes de subir?

- ☐ Entre 5 y 10 minutos
- ☐ Entre 10 y 20 minutos
- ☐ Más de 20 minutos

3. ¿Con qué frecuencia ha llegado tarde a clases o actividades académicas debido a retrasos del bus universitario?

- ☐ Rara vez
- ☐ Algunas veces
- ☐ Frecuentemente

4. Califique la puntualidad del transporte universitario que utiliza:

- 1: Totalmente impuntual.
2: Impuntual.
3: Ni puntual, ni impuntual.
4: Puntual.
5: Totalmente puntual.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Actualmente, la información sobre horarios, puntos de parada y rutas del transporte universitario le parece:

- ☐ Clara y suficientemente
- ☐ Parcialmente clara
- ☐ No recibo información

6. ¿Por qué medio se entera de cambios en ruta, horarios o unidades del transporte?

- ☐ Compañeros/Grupos
- ☐ Personal administrativo/Redes sociales
- ☐ Me entero en el momento

Apéndice B.6: Encuesta antes de la implementación del aplicativo.**Encuesta post-implementación del aplicativo móvil**

El objetivo de esta encuesta es recopilar sus opiniones y expectativas sobre la herramienta digital aplicada al transporte institucional. Muchas gracias.

1. ¿Que tanto le ha favorecido la implementación de esta herramienta digital?

- 1: Nada satisfecho.
- 2: Poco satisfecho.
- 3: Neutral.
- 4: Muy satisfecho.
- 5: Totalmente satisfecho.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. ¿La impuntualidad del transporte universitario ha reducido considerablemente?

- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni en acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo

3. ¿La ubicación en tiempo real esta funcionando constatemente en toda la ruta?

- ☐ Rara vez
- ☐ Algunas veces
- ☐ Frecuentemente

4. ¿El tiempo de espera en las paradas disminuyó considerablemente?

- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni en acuerdo ni desacuerdo
- ☐ En desacuerdo

5. ¿Considera que el aplicativo es útil para la comunidad universitaria?

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Talvez

6. ¿Ha reducido considerablemente el atraso a clases o actividades académicas?

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Talvez

Referencias

1. Çelik, T.; Haldenbilen, S.; Ceylan, H. Evaluación Comparativa Del Rendimiento de Los Sistemas de Transporte Inteligente En Las Operaciones de Transporte Público Urbano. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve* 2025, 8, 117–129, doi:10.51513/JITSA.1572364.
2. Matas M; Javier H; Román Concepción An Importance-Performance Analysis of Public Transport to the University Campus Based on Best-Worst Scaling. *Research in Transportation Economics* 2025, 109, doi:10.1016/j.retrec.2025.101519.
3. Pemberthy, J.R.I.; Gañan-Cardenas, E. Optimizing Urban Transportation Network Reliability by Analyzing Road Traffic Accidents. *archivesoftransport.com* I Pemberthy, E Gañan-CardenasArchives of Transport, 2025•archivesoftransport.com 2025, 73, 155–177, doi:10.61089/AOT2025.818S6T27.
4. Noor, R.M.; Rasyidi, N.B.G.; Nandy, T.; Kolandaisamy, R. Campus Shuttle Bus Route Optimization Using Machine Learning Predictive Analysis: A Case Study. *mdpi.com*RM Noor, NBG Rasyidi, T Nandy, R KolandaisamySustainability, 2020•mdpi.com 2021, 13, 1–24, doi:10.3390/SU13010225.
5. Edwards, D.S. Another one rides the bus: The impact of the school transportation on student outcomes in Michigan Educ. Finance Policy 2024, 19, 1–31, doi:10.1162/edfp_a_00382.
6. Burzacchi, A.; Rossi, L.; Agasisti, T.; Paganoni, A.M.; Vantini, S. Movilidad Urbana y Aprendizaje: Análisis de La Influencia Del Tiempo de Desplazamiento En El Promedio de Calificaciones (GPA) de Los Estudiantes Del Politécnico de Milán. *Estudios en Educación Superior* 2025, 50, 1339–1364, doi:10.1080/03075079.2024.2374005.
7. Dzulkalnine, N.; Anuar, M.; y, N.H.-G. de la información; 2024, undefined Satisfacción de Los Estudiantes Con La Elección Del Transporte Público En UiTM Puncak Alam. *elibrary.ru*N Dzulkalnine, MM Anuar, NIA HafitRevista de gestión de la información y negocios, 2024 • elibrary.ru 2024, 16, 635–641, doi:10.22610/IMBR.V16I3S(I)A.4156.
8. Jurado Romero, F.; Munoz Diaz, E.; Bousdar Ahmed, D. Localización Basada En Teléfonos Inteligentes Para Pasajeros Que Se Desplazan En Centros de Tráfico. *mdpi.com*F Jurado Romero, E Muñoz Díaz, D Bousdar AhmedSensores, 2022 • mdpi.com 2022, 22, doi:10.3390/S22197199.
9. Gahane, S.; Khode, P.; Mahajan, C. Sistema de Automatización de Autobuses Lanzadera Basado En La Nube Que Utiliza IoT Con Especial Referencia al Distrito de Wardha. In *Proceedings of the Ponencia de conferencia*; Karad, January 18 2024; pp. 331–333.
10. Anusha, K.; Upendhar, R.; Rakesh, P.; Sai, P. Aplicación Android Para El Seguimiento de Autobuses Universitarios Que Utiliza Java y Google Firbase. In *Proceedings of the Métodos computacionales en ciencia y tecnología*; Kaur, S., Kambo, j S., Kumar, M., Dagur, A., Eds.; Kingston, August 2 2025; pp. 1–265.
11. Webb, L.; Higgs, G.; Langford, M.; Berry, R. Evaluación de Datos de Transporte Público En Tiempo Real y Programados: Retos y Oportunidades. *mdpi.com*L. Webb, G. Higgs, M. Langford, R. BerryRevista Internacional de Geo-Información de la ISPRS, 2025 • mdpi.com 2025, 14, doi:10.3390/IJGI14070243.
12. Nafrees, A.C.M.; Raseez, S.M.S.; Ubeshanan, C.G.; Achutharaj, K.; Hanees, A.L. Intelligent Transportation System Using Smartphone. In *Proceedings of the 2021 5th International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer Technologies and Optimization Techniques, ICEECCOT 2021 - Proceedings*; Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021; pp. 229–234.
13. Salim, S.W.A.; Saringat, M.Z.; Mostafa, S.A. Estudio Comparativo de Sistemas de Gestión de Datos. *Revista de Computación Flexible y Minería de Datos*. 2020, 1, 10–12, doi:10.30880/jscdm.2020.01.01.002.
14. Ahern, Z.; Paz, A.; Corry, P. Approximate Multi-Objective Optimization for Integrated Bus Route Design and Service Frequency Setting. *Transportation Research Part B: Methodological* 2022, 155, 1–25, doi:10.1016/J.TRB.2021.10.007.
15. Salih, T.A.; Younis, N.K. Designing an Intelligent Real-Time Public Transportation Monitoring System Based on IoT. *OALib* 2021, 08, 1–14, doi:10.4236/OALIB.1107985.
16. Tahir, M.S.M.; Yi, K.W.; Mohtar, S.; Ikram, R.R.R.; Othman, Z. Smart Mobility on Campus: A Real-Time GPS Bus Tracking System With Cloud Integration. *International Journal of Research and Innovation in Social Science* 2025, IX, 17–33, doi:10.47772/IJRISS.2025.90900003.
17. Mudambi, A.M. Real-Time Transportation Tracking: A GPS Enabled Mobile Application Framework. *IJARCCCE* 2025, 14, doi:10.17148/IJARCCCE.2025.141220.
18. Abdelhafed, Y.H.A. Improving Transportation Management by Real-Time Bus Tracking Using GPS. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.* 2025, 13, 1173–1180, doi:10.22214/IJRASET.2025.73741.
19. Mrs.M.Parveenbanu; Ms.Meiyymamal.M; Ms.Prasannadevi.P; Ms.Sathiyasri.P REALTIME BUS TRACKING SYSTEM USING MOBILE TECHNOLOGY. *International Journal of Engineering Research & Technology* 2024, 12, doi:10.17577/IJERTCONV12IS01032.
20. Liu, L.; transporte, H.M.-I. sobre; práctica, parte A.P. y; 2020, undefined ¿Reduce La Información de Tránsito En Tiempo Real El Tiempo de Espera? Un Análisis Empírico. *Elsevier*L. Liu, H. J. MillerInvestigación sobre transporte, parte A: políticas y prácticas, 2020 • Elsevier 2020, 141, 167–179, doi:10.1016/J.TRA.2020.09.014.
21. Hu, B.; Song, X.; Fu, Y. Método de Control Combinado Basado En Información En Tiempo Real Para El Retraso Del Bus. *Transporte* 2025, 40, 105–119, doi:10.3846/TRANSPORT.2025.22886.

22. Rane, M.A.; Chikkabagewadi, Santosh.B. Design of Bus Tracking System Using GPS and Q-R Code Attendance System. *International Journal of Engineering Research & Technology* 2021, 9, doi:10.17577/IJERTCONV9IS14004.
23. Mangina, E.; Narasimhan, P.K.; Saffari, M.; Vlachos, I. Optimización Del Sistema Logístico de La Cadena de Suministro Mediante Técnicas de Análisis de Datos. *Notas de clase del Instituto de Ciencias de la Computación, Informática Social e Ingeniería de Telecomunicaciones*, 2020, 310 LNICST, 77–91, doi:10.1007/978-3-030-38822-5_6.
24. Nadimi, N.; Zamzam, A.; Litman, T. University Bus Services: Responding to Students' Travel Demands? *Sustainability (Switzerland)* 2023, 15, doi:10.3390/su15118921.
25. Joshi, P.; Bein, D. Audible Code, Una Extensión de Programación Habilitada Por Voz de Visual Studio Code. *Advances in Intelligent Systems and Computing* 2020, 1134, 335–341, doi:10.1007/978-3-030-43020-7_44.