



UNIVERSIDAD EAN

Sistema de seguimiento GPS con servicios de geocalización y navegación de tráfico  
terrestre de empresas privadas en tiempo real - Naviway

Autores:

Angelica María Rodríguez Hernández

Juan Sebastián Soscue Portes

Ivan Daniel Maldonado Castaño

Docente:

Johanna Karina Solano

Ingeniería De Sistemas

Bogotá D.C

2024



## Agradecimientos

El presente proyecto no habría sido posible sin el apoyo, la guía y el compromiso de tres destacados profesores de la Universidad EAN, a la profesora Luz Maribel Guevara Ortega, por su invaluable apoyo y comprensión durante el desarrollo del trabajo. Su paciencia y disposición para orientar cada etapa del proceso fueron fundamentales para lograr los objetivos planteados, inspirando confianza y determinación.

Al profesor Alexander García Pérez, cuya capacidad para proporcionar críticas constructivas permitió fortalecer la calidad del proyecto, su dedicación y profesionalismo fueron esenciales para guiar las ideas y convertirlas en resultados sólidos. Al profesor Luis Armando Cobo Campo, por sus valiosos consejos y su generosa disposición para compartir conocimientos.

Su acompañamiento fue importante no solo para el desarrollo del proyecto, sino también para el crecimiento personal y profesional de quienes lo presentan, se agradece profundamente a estos docentes por su compromiso, esfuerzo y contribución al éxito de este proyecto, dejando una huella imborrable en este proceso académico.



### **Resumen ejecutivo**

En un entorno urbano, la movilidad y el transporte son aspectos fundamentales para lograr un desarrollo eficiente de la ciudad. En Bogotá, según el Departamento Administrativo de Movilidad (2023), un 56 % de los ciudadanos enfrenta retrasos significativos en su trayecto diario debido a congestiones e incidentes viales, tales como obras en la vía, bloqueos o accidentes. Esto genera la necesidad de mejorar la información sobre estas condiciones para optimizar la movilidad urbana y reducir el impacto de estos problemas en la calidad de vida de los habitantes. Aunque los servicios de GPS han sido de gran utilidad en la gestión del tráfico, aun presenta limitaciones, especialmente en la actualización en tiempo real de datos sobre incidentes viales, lo que afecta directamente al gremio de transporte, que depende de la información para cumplir con horarios y rutas establecidas.

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un prototipo de sistema de seguimiento GPS que integre APIs de geolocalización y navegación de tráfico en tiempo real. El sistema proporcionará datos actualizados en tiempo real sobre el tráfico y los incidentes viales, permitiendo la creación de rutas flexibles adaptadas a las necesidades del usuario. Con esta solución, se pretende optimizar la movilidad urbana y mejorar la experiencia de transporte para los ciudadanos.

### **Palabras clave**

Movilidad, prototipo, gremio de transporte, Bogotá y geolocalización.



## Abstract

In an urban setting, mobility and transportation are key aspects for achieving efficient city development. In Bogotá, according to the Administrative Department of Mobility, 56% of citizens face significant delays in their daily commutes due to traffic congestion and road incidents, such as roadworks, blockages, or accidents. This situation highlights the need to improve information about these conditions to optimise urban mobility and reduce the impact of these issues on residents' quality of life. Although GPS services have greatly aided traffic management, limitations still exist, particularly in the real-time updating of road incident data, directly affecting the transport sector, which relies on this information to meet schedules and established routes.

The objective of this project is to develop a GPS tracking system prototype that integrates geolocation and real-time traffic navigation APIs. The system will provide real-time updated data on traffic and road incidents, enabling the creation of flexible routes tailored to user needs. This solution aims to optimise urban mobility and enhance the transport experience for citizens.

## Keywords

Mobility, prototype, transportation sector, Bogotá, geolocation.



## Tabla de contenido

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>2</b>
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>3</b>
<b>Palabras clave</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Keywords</b> .....	<b>4</b>
<b>Tabla de contenido</b> .....	<b>5</b>
<b>Tabla de ilustraciones</b> .....	<b>7</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>8</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>9</b>
<b>Objetivo general</b> .....	<b>11</b>
<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>11</b>
<b>Definición del problema</b> .....	<b>12</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>14</b>
<b>Análisis de requerimientos</b> .....	<b>16</b>
<b>Requerimientos funcionales</b> .....	<b>17</b>
1. Seguimiento de vehículos en tiempo real .....	<b>17</b>
2. Parametrización de viajes .....	<b>17</b>
3. Interfaz intuitiva .....	<b>17</b>
4. Alertas personalizadas.....	<b>18</b>
5. Monitoreo de la operación del computador.....	<b>18</b>
6. Planificación de rutas .....	<b>18</b>
<b>Requerimientos no funcionales</b> .....	<b>18</b>
1. Desempeño y tiempo de respuesta .....	<b>18</b>
2. Disponibilidad y confiabilidad .....	<b>19</b>
3. Compatibilidad.....	<b>19</b>
4. Escalabilidad .....	<b>19</b>
5. Facilidad de instalación y uso .....	<b>20</b>
<b>Marco de referencia</b> .....	<b>21</b>
<b>Sistema de seguimiento y monitoreo GPS</b> .....	<b>23</b>



<b>Servicios de Geolocalización.....</b>	<b>25</b>
<b>APIs de Geolocalización.....</b>	<b>27</b>
<b>Software de Visualización y Análisis de Datos .....</b>	<b>29</b>
<b>¿Qué es Firebase? .....</b>	<b>32</b>
<b>Análisis de restricciones.....</b>	<b>34</b>
<b>Presupuesto limitado.....</b>	<b>34</b>
<b>Normativas de privacidad y protección de datos .....</b>	<b>34</b>
<b>Regulaciones de tránsito y transporte .....</b>	<b>34</b>
<b>Aceptación del sistema de por parte de las empresas .....</b>	<b>34</b>
<b>Seguridad de la instalación.....</b>	<b>35</b>
<b>Metodológica .....</b>	<b>36</b>
<b>Desarrollo de solución.....</b>	<b>37</b>
<b>Componentes de la Solución.....</b>	<b>37</b>
<b>Diagrama de flujo .....</b>	<b>37</b>
<b>Tecnologías Utilizadas.....</b>	<b>42</b>
<b>Simulación .....</b>	<b>45</b>
<b>Vista administrador.....</b>	<b>48</b>
<b>Estructura de Firebase en el Proyecto Naviway .....</b>	<b>56</b>
<b>Colección vehicles .....</b>	<b>58</b>
<b>Beneficios de la Solución.....</b>	<b>60</b>
<b>Análisis de costos.....</b>	<b>62</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>68</b>
<b>Bibliografías.....</b>	<b>69</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>71</b>



### Tabla de ilustraciones

Ilustración 1.....	21
Ilustración 2.....	24
Ilustración 3.....	27
Ilustración 4.....	38
Ilustración 5.....	38
Ilustración 6.....	39
Ilustración 7.....	40
Ilustración 8.....	41
Ilustración 9.....	42
Ilustración 10.....	43
Ilustración 11.....	45
Ilustración 12.....	45
Ilustración 13.....	46
Ilustración 14.....	47
Ilustración 15.....	47
Ilustración 16.....	48
Ilustración 17.....	49
Ilustración 18.....	50
Ilustración 19.....	51
Ilustración 20.....	52
Ilustración 21.....	52
Ilustración 22.....	54
Ilustración 23.....	54
Ilustración 24.....	55
Ilustración 25.....	56
Ilustración 26.....	67



## Índice de tablas

Tabla 1.....	58
Tabla 2.....	58
Tabla 3.....	62
Tabla 4.....	63
Tabla 5.....	64
Tabla 6.....	65
Tabla 7.....	66



## Introducción

La movilidad urbana es uno de los principales desafíos en ciudades grandes y densamente pobladas como Bogotá. De acuerdo con Observatorio de Movilidad de Bogotá (2023), el constante aumento del tráfico vehicular, accidentes y obras en la vía, generan congestiones significativas que afectan la eficiencia en los desplazamientos diarios de los ciudadanos. La disponibilidad de información actualizada y precisa sobre el estado del tráfico es esencial para minimizar estos problemas; sin embargo, los sistemas tradicionales de navegación GPS suelen presentar limitaciones en cuanto a la actualización en tiempo real lo que afecta negativamente la toma de decisiones de los usuarios en ruta.

Ante esta necesidad, surge Naviway, un prototipo de sistema de seguimiento GPS avanzado que integra servicios de geolocalización y navegación de tráfico terrestre en tiempo real. A diferencia de los sistemas convencionales, Naviway no solo muestra la ubicación del usuario, sino que también ofrece datos sobre el tráfico y los incidentes como trancones, bloqueos u obras en la vía viales permitiendo a los conductores ajustar sus rutas de manera rápida y efectiva.

Uno de los principales problemas de los sistemas GPS actuales es la falta de información precisa y actualizada sobre incidentes en tiempo real, lo que genera retrasos considerables y frustra a los usuarios ya que se retrasan. Por lo tanto, este proyecto tiene como objetivo desarrollar un prototipo de sistema de seguimiento GPS que combine la funcionalidad de APIs de geolocalización y servicios de navegación de tráfico en tiempo real.



El sistema proporcionará datos precisos sobre el tráfico y los incidentes viales, permitiendo a los usuarios identificar retrasos.

Con esta iniciativa, se espera optimizar la movilidad en Bogotá y contribuir a un entorno de trabajo más eficiente; la primera etapa del proyecto consistió en la identificación y documentación de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, asegurando que se aborden las necesidades de los usuarios y las condiciones del tráfico en tiempo real. Se continuó con el diseño de la arquitectura del sistema y la interfaz de usuario garantizando que la integración de las APIs de geolocalización y navegación fueran eficientes. Finalmente, se desarrolló el prototipo del sistema de seguimiento GPS, utilizando tecnologías adecuadas para asegurar el cumplimiento de los estándares establecidos.



### Objetivo general

Desarrollar un prototipo de un sistema de seguimiento GPS que integre APIs de geolocalización y navegación en tiempo real para el tráfico e incidentes viales para la generación de rutas flexibles y puntos de parada.

### Objetivos específicos

- Identificar y documentar los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de seguimiento GPS, asegurando que se aborden las necesidades de los usuarios y las condiciones del tráfico en tiempo real.
- Diseñar la arquitectura del sistema y la interfaz de usuario de la aplicación, garantizando que la integración de las APIs de geolocalización y navegación sea eficiente y que la experiencia del usuario sea intuitiva y accesible.
- Desarrollar el prototipo del sistema de seguimiento GPS utilizando tecnologías adecuadas, como las APIs de geolocalización asegurando que todas las funcionalidades requeridas se desarrollen de acuerdo con los estándares establecidos.



## Definición del problema

Las congestiones y accidentes son problemas comunes que afectan negativamente la movilidad de los vehículos privados. Según el informe de FENALCO (2024), el mercado automotor mostró un incremento en la venta de vehículos nuevos y un notable crecimiento en los segmentos de vehículos eléctricos e híbridos. Es decir que, con el aumento de la población y el crecimiento del parque automotor, Bogotá experimenta un tráfico cada vez más complicado, lo que genera retrasos y dificultades para los conductores. Además, los sistemas de gestión actuales no siempre permiten obtener datos precisos y en tiempo real, lo que dificulta la toma de decisiones informadas tanto para los conductores como para los administradores de tráfico.

La falta de información oportuna sobre accidentes y congestiones impacta significativamente en los conductores y en la eficiencia del cumplimiento de horarios establecidos. Greenpeace Colombia (2021) alerta sobre el impacto significativo del transporte vehicular en la calidad del aire de Bogotá, destacando que los vehículos son responsables de un alto porcentaje de las partículas contaminantes PM2.5 y PM10. Ante este escenario, surge la necesidad de desarrollar un sistema de seguimiento y monitoreo GPS que pueda recopilar datos en tiempo real sobre accidentes y congestiones. Una solución de este tipo proporcionaría alertas oportunas tanto a los conductores como a los administradores de tráfico, permitiendo la identificación rápida de problemas en la carretera y la sugerencia de rutas alternativas menos congestionadas. Esto ayudaría a reducir los tiempos de viaje y a mejorar la fluidez del tráfico Bogotá.



Para los conductores, contar con información precisa y en tiempo real significa la posibilidad de evitar rutas problemáticas, disminuyendo así los tiempos de espera y aumentando la seguridad durante el trayecto. Por otro lado, los administradores de tráfico pueden beneficiarse de una herramienta de monitoreo que les permita anticipar problemas y gestionar el tráfico de manera proactiva. Con datos precisos sobre el flujo vehicular y la ubicación de los accidentes, es posible tomar decisiones informadas que ayuden a mejorar la experiencia general de los usuarios de la vía.

Entonces, ¿Cómo puede un sistema de seguimiento GPS con integración de APIs de geolocalización y navegación en tiempo real recopilar datos sobre accidentes y congestiones viales, permitiendo a los conductores redirigir sus rutas y evitar retrasos? El problema identificado es la falta de un sistema eficiente de seguimiento y monitoreo GPS que permita recopilar y visualizar datos sobre accidentes y congestiones en tiempo real. Esta deficiencia provoca retrasos innecesarios y dificulta la gestión del tráfico, afectando tanto a conductores como a administradores de transporte a la hora de cumplir con tiempos de entrega.

Un sistema que ofrezca información actualizada sobre el estado de las vías podría reducir significativamente los tiempos de viaje y mejorar la fluidez del tráfico, proporcionando una mejor experiencia de conducción y optimizando el uso de las infraestructuras viales.



## Justificación

En una ciudad como Bogotá, donde el tráfico y los accidentes viales son una problemática constante, los conductores enfrentan demoras e inconvenientes significativos en sus desplazamientos diarios. Según estudios de movilidad, Bogotá enfrenta graves problemas de congestión vehicular, siendo una de las ciudades más afectadas por el tráfico en América Latina (“Voz de América”, 2024), lo que resulta en tiempos de viaje prolongados, aumento de emisiones contaminantes y un impacto negativo en la calidad de vida de los ciudadanos. Actualmente, existen aplicaciones como Waze y Google Maps que ofrecen información sobre el tráfico. Sin embargo, estas no permiten informar a los administradores sobre el tráfico, ni un seguimiento detallado en tiempo real de accidentes para una rápida toma de decisiones.

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un prototipo de sistema de seguimiento GPS que integre APIs de geolocalización y navegación en tiempo real, permitiendo así recopilar y visualizar datos sobre accidentes y congestiones viales de manera eficiente. Este sistema permitirá a los conductores y administradores anticipar retrasos y redirigir a los usuarios de automotores terrestres privados, generando rutas flexibles y puntos de parada, adaptados a las condiciones actuales del tráfico.

La creación de este sistema de seguimiento GPS responde a la necesidad de contar con una herramienta tecnológica que no solo informe sobre la congestión vehicular, sino que también proporcione datos valiosos en tiempo real sobre incidentes viales específicos, como accidentes, obras en la vía o cualquier otro evento que pueda afectar el flujo del tráfico. Al contar con información más precisa y detallada, los conductores tendrán la posibilidad de planificar mejor sus rutas y reduciendo los tiempos de desplazamiento.



En el contexto de Bogotá, donde los tiempos de desplazamiento suelen ser impredecibles, un sistema de estas características no solo beneficia a los conductores, sino que también tiene el potencial de mejorar la eficiencia en las entregas de una empresa. Al proveer datos precisos y en tiempo real sobre las condiciones del tráfico, los administradores de transporte privado podrán ajustar sus rutas y horarios de manera más efectiva, optimizando el uso de los recursos y disminuyendo el consumo de combustible.

Actualmente, las aplicaciones de navegación populares, según La República (2024), Waze y Google Maps ofrecen funcionalidades básicas de reporte de tráfico, pero carecen de una integración directa con sistemas de gestión de tránsito que permitan una coordinación efectiva entre los conductores y administradores. El proyecto propuesto busca cerrar esta brecha, proporcionando una herramienta avanzada que no solo recopile datos, sino que también los analice y los utilice para generar alertas en tiempo real, permitiendo una respuesta más rápida. Un sistema de monitoreo de tráfico con estas características podría integrarse en una plataforma más amplia de gestión privada, donde los datos recopilados sirvan para identificar patrones de congestión, evaluar la efectividad de tiempos y planificar mejoras en la infraestructura vial.



### **Análisis de requerimientos**

El propósito de este proyecto es desarrollar un prototipo de un sistema de seguimiento GPS que integre APIs de geolocalización y navegación de tráfico en tiempo real, con el fin de mejorar la comunicación entre conductores y administradores. Este sistema se diseñará específicamente para las rutas que siguen los vehículos de una empresa privada, permitiendo un monitoreo continuo y actualizado del tráfico de los incidentes viales.

La velocidad de respuesta de la aplicación y la precisión de los datos permitirá identificar y solucionar posibles problemas que puedan afectar la experiencia del usuario. Asimismo, es fundamental asegurar que la aplicación sea capaz de actualizar la información de tráfico y rutas en tiempo real para ofrecer una experiencia de usuario precisa y actualizada. Un monitoreo constante de estos aspectos permitirá ajustar el sistema para mantener un flujo de información ágil y fiable, optimizando la capacidad de respuesta ante cambios en las condiciones del tráfico y las rutas.

Para asegurar el correcto funcionamiento del sistema, es importante garantizar una conexión estable a internet que permita la recepción continua de datos en tiempo real. Esto implica evaluar minuciosamente la cobertura y la calidad de la señal proporcionada por la SIM card utilizada, para asegurar una comunicación fluida y sin interrupciones. En términos del alcance de la solución de ingeniería, la aplicación se enfocará en tres funcionalidades principales: la integración de datos de tráfico e incidentes en tiempo real y la visualización clara de rutas de puntos de inicio y fin.



## Requerimientos funcionales

### 1. Seguimiento de vehículos en tiempo real

El principal objetivo del sistema es ofrecer un seguimiento continuo y preciso de los vehículos en operación. Al integrar datos de GPS con APIs de tráfico en tiempo real como Google Maps, el sistema puede proporcionar información actualizada sobre la posición de cada vehículo, así como alertas en caso de obras en la vía, mantenimiento, bloqueos y trancones. Esto no solo mejora la eficiencia de las operaciones, sino que también permite una rápida reacción ante posibles imprevistos en la ruta.

### 2. Parametrización de viajes

El sistema debe ser capaz de registrar todos los eventos importantes relacionados con el vehículo, como el encendido y apagado del motor, la cantidad de viajes realizados y la distancia total recorrida. Esta información es valiosa para la gestión y análisis del rendimiento del vehículo y del conductor. Además, la opción de exportar estos datos en formatos descargables, como Excel, facilita el análisis y la generación de reportes detallados sobre el uso de la flota.

### 3. Interfaz intuitiva

La facilidad de uso es un factor clave para garantizar que los operadores y los inversores puedan interactuar con el sistema de manera eficiente. La interfaz debe ser simple, con una navegación clara que permita acceder fácilmente a la información relevante, como las rutas recorridas, las paradas realizadas y los eventos detectados en tiempo real. Además, la visualización de las rutas en un mapa debe ser clara, permitiendo monitorear la operación sin complicaciones.



#### **4. Alertas personalizadas**

Para mejorar la seguridad y el control, el sistema debe permitir la configuración de alertas personalizadas que informen sobre situaciones como excesos de velocidad, frenadas bruscas o desvíos no autorizados de la ruta. Estas notificaciones en tiempo real ayudan a los gestores de flotas a tomar decisiones rápidas y a intervenir cuando sea necesario, evitando posibles riesgos o problemas durante el viaje.

#### **5. Monitoreo de la operación del computador**

Un aspecto fundamental es el monitoreo del comportamiento del conductor, ya que la seguridad es una prioridad. El sistema debe generar alertas cuando se detecten comportamientos de riesgo, como la falta de uso del cinturón de seguridad o una conducción imprudente, para que se puedan tomar acciones preventivas y garantizar una conducción más segura.

#### **6. Planificación de rutas**

La planificación de rutas es esencial para optimizar el rendimiento de la flota. El sistema debe ofrecer la posibilidad de planificar rutas específicas y monitorear que los vehículos las sigan adecuadamente, evitando desvíos no autorizados. Esto no solo mejora la eficiencia del transporte, sino que también permite a la empresa controlar mejor los costos y el tiempo de operación.

### **Requerimientos no funcionales**

#### **1. Desempeño y tiempo de respuesta**

El sistema debe actualizar constantemente la información del tráfico y el estado del vehículo en tiempo real. Para garantizar un rendimiento óptimo, debe ser capaz de operar



eficientemente incluso en áreas con baja conectividad, como en la ruta Bogotá-La Calera, donde las condiciones de red pueden ser inestables. En estos casos, el sistema deberá almacenar localmente los datos recolectados y enviarlos automáticamente una vez que la conexión esté disponible, asegurando que no se pierda información importante durante la operación.

## **2. Disponibilidad y confiabilidad**

La fiabilidad del sistema es fundamental para garantizar la seguridad y privacidad de los datos manejados, ya que estará expuesto a información sensible sobre las ubicaciones y rutas de los vehículos. El sistema debe cumplir con los estándares de seguridad y privacidad definidos por el Ministerio de Transporte, implementando políticas robustas de protección de datos, retención y custodia para garantizar que la información sea gestionada de manera adecuada, protegiendo a los usuarios y asegurando la integridad de los datos transmitidos.

## **3. Compatibilidad**

Es esencial que el sistema sea compatible con una amplia gama de dispositivos, incluyendo ordenadores, tabletas y teléfonos móviles. La interfaz debe ser adaptativa y accesible desde múltiples plataformas, permitiendo que los usuarios interactúen con el sistema de manera flexible, independientemente del dispositivo que estén utilizando. Esta accesibilidad mejora la experiencia del usuario y facilita la gestión de la flota desde cualquier lugar y en cualquier momento.

## **4. Escalabilidad**

Aunque el sistema pueda comenzar como un prototipo, su diseño debe prever futuras expansiones. Es decir, el sistema debe ser escalable, de manera que permita la integración de



más vehículos y datos sin comprometer el rendimiento ni la velocidad de respuesta. Esta característica es crucial para garantizar que, a medida que la flota crezca, el sistema continúe operando con la misma eficiencia y capacidad de respuesta.

## **5. Facilidad de instalación y uso**

La facilidad de uso es un aspecto clave para la adopción del sistema. La instalación de los dispositivos GPS debe ser sencilla y rápida, permitiendo a los usuarios configurar el sistema sin complicaciones y comenzar el monitoreo de los vehículos de inmediato. Una interfaz amigable y bien diseñada, junto con un proceso de configuración simple, garantiza que los usuarios, incluso aquellos con poca experiencia tecnológica, puedan aprovechar todas las funcionalidades del sistema sin dificultades.



### Marco de referencia

La implementación de tecnologías avanzadas de monitoreo y seguimiento se presenta como una solución eficaz para mejorar la gestión del tráfico, optimizar los tiempos de viaje y reducir los riesgos en las vías. A través de la integración de APIs de geolocalización y herramientas de análisis de tráfico, el sistema proporcionará a los usuarios información precisa y actualizada sobre las condiciones de las rutas, permitiendo toma de decisiones más eficientes.

#### *Ilustración 1*

#### *Congestión de Bogotá*



*Nota.* La imagen es creada con la inteligencia artificial “NighthCafé” el 8 noviembre 2024. Usando el prompt “Congestion and road accidents generate significant delays, increasing pollution, reducing productivity and affecting mobility in general”.



El proyecto "GPS-Tracking. Sistema de Localización y Seguimiento GPS", desarrollado por un estudiante de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, utiliza tecnologías GPS, GSM y GPRS para rastrear objetos, personas o vehículos en tiempo real. Surge como respuesta al aumento del robo de vehículos en Argentina, con un incremento del 22% en 2009.

El sistema permite monitorizar la posición y el movimiento de un objeto, útil para empresas de transporte y usuarios individuales. Utiliza un módulo GPS/GSM/GPRS para transmitir las coordenadas a un servidor, que procesa la información y la almacena en una base de datos. El proyecto de Mateo guzmán (2011), tiene una interfaz web, los usuarios pueden ver la ubicación en un mapa interactivo utilizando la API de Google Maps. Ofrece dos modos: modo histórico, para visualizar datos en un rango de fechas, y modo monitoreo, para ver la ubicación en tiempo real. Este sistema mejora la seguridad personal, optimiza rutas logísticas y ayuda a la recuperación de objetos robados (Mateo guzmán, 2011).

En su publicación, Julián Rodrigo Quintero González, Magíster en Ingeniería Ambiental, resalta la importancia de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) dentro de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), y su papel crucial en la gestión y optimización del transporte. El GPS proporciona referencias geográficas precisas en tiempo real, lo que mejora el control y seguimiento de vehículos, tanto en áreas urbanas como rurales, y permite una planificación eficiente de rutas y tráfico.

El GPS, combinado con Sistemas de Información Geográfica (SIG), se ha consolidado como una de las tecnologías más prometedoras para el sector del transporte, contribuyendo significativamente a la seguridad vial. Esta integración facilita la cuantificación de variables del tráfico como volúmenes vehiculares, velocidad y densidad, permitiendo a los



administradores del tráfico tomar decisiones informadas para gestionar el tráfico y mejorar la movilidad. Además, la modernización de los sistemas de transporte, apoyada por tecnologías como el GPS, ayuda a reducir la congestión, mejora la seguridad vial y optimiza la experiencia del usuario. Las tecnologías avanzadas permiten la recopilación y análisis de información en tiempo real sobre el tráfico, lo que beneficia tanto a los administradores como a los usuarios, al proporcionar alertas sobre congestiones o bloqueos.

En cuanto a la información en tiempo real, esta mejora la toma de decisiones y la eficiencia en la movilidad. Los sistemas GPS permiten la creación de aplicaciones avanzadas de gestión del transporte, como las que se utilizan en sistemas de peaje electrónico, gestión de estacionamientos y en el Transmilenio de Bogotá o el Metro de Medellín, promoviendo un transporte más eficiente, seguro y sostenible. Los Sistemas GPS, al integrarse con los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), permiten una gestión más eficaz del tráfico, mejorando la seguridad, reduciendo costos, y optimizando rutas y tiempos de viaje en las ciudades, contribuyendo así a la movilidad sostenible.

### **Sistema de seguimiento y monitoreo GPS**

Utiliza una red de satélites que transmiten señales a receptores ubicados en dispositivos en tierra, como vehículos, para determinar su posición geográfica exacta. A través de estos sistemas, los datos de ubicación, velocidad y dirección se envían en tiempo real a una estación de control o plataforma de monitoreo. El uso de sistemas GPS en la logística es crucial para realizar un control efectivo de los transportistas, ya que permite un monitoreo constante de su ubicación y desempeño a lo largo del día, no solo mejora la eficiencia en las rutas sino que también permite gestionar el tiempo de forma más efectiva y

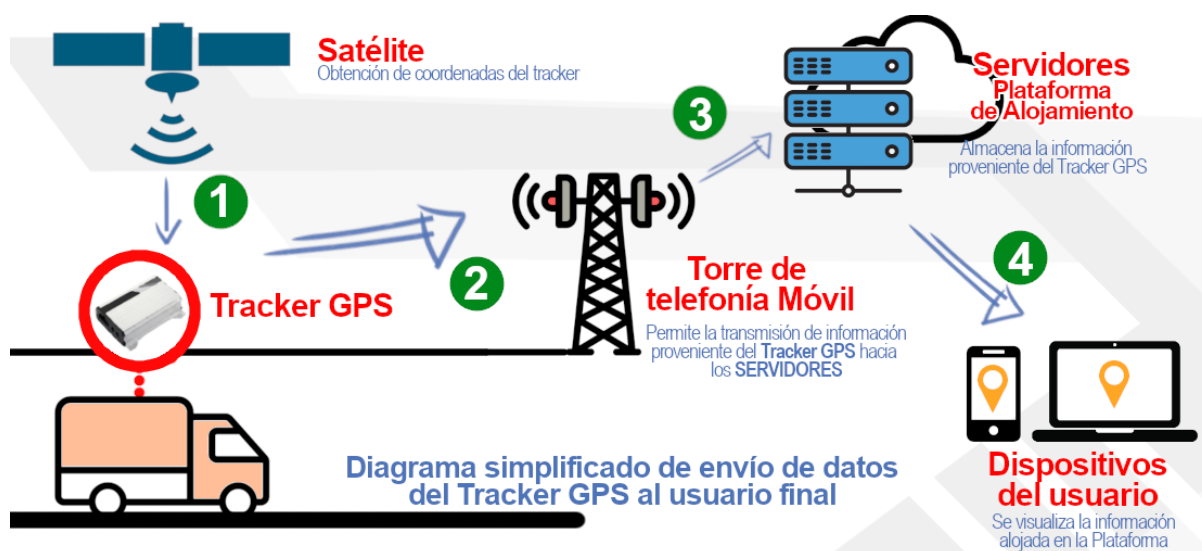


optimizar los recursos operativos (Inmediatum, 2024) Este tipo de tecnología no solo proporciona una ubicación precisa, sino que también permite el análisis de patrones de movimiento, lo que es fundamental en la gestión de rutas, la seguridad y la optimización.

Los sistemas modernos también integran funcionalidades adicionales, como alertas de comportamiento del conductor, monitoreo de mantenimiento del vehículo y análisis de datos históricos, lo que facilita la toma de decisiones informadas para mejorar la logística y reducir costos operativos.

### Ilustración 2

#### Diagrama sistema de seguimiento



*Nota.* La imagen es de <https://www.staccess.com.mx/servicios/localizacion-vehicular>

La visualización en tiempo real permite hacer un seguimiento de la ubicación, optimizando la toma de decisiones en función de las condiciones de las rutas. Según IBM (s.f.), "la inteligencia de localización utiliza datos geoespaciales para mejorar la toma de



decisiones y optimizar procesos empresariales". Esta tecnología facilita la observación instantánea de eventos como accidentes que interrumpen el tráfico y generan retrasos y congestiones, donde la alta cantidad de vehículos afecta la fluidez de la circulación. Las rutas flexibles permiten ajustar dinámicamente los trayectos según los imprevistos, mejorando la eficiencia del viaje. Además, los puntos de parada predefinidos como estaciones permiten a los conductores realizar ajustes necesarios para mantener la seguridad y eficiencia de los trayectos.

### **Servicios de Geolocalización**

Los servicios de geolocalización permiten identificar la ubicación exacta de un objeto, persona o dispositivo. El procesamiento de datos implica convertir datos sin procesar en información útil a través de varias etapas, incluyendo la recopilación, el análisis y el almacenamiento (Astera, s.f.). Según la definición estándar, la geolocalización implica el uso de coordenadas geográficas para localizar y proporcionar información en tiempo real. Entre las tecnologías más comunes utilizadas para la geolocalización se encuentran el GPS (Sistema de Posicionamiento Global), la triangulación de torres de telefonía celular y el Wi-Fi el GPS es la tecnología más precisa en áreas abiertas, mientras que el Wi-Fi es preferible en interiores.

### **Navegación de tráfico terrestre**

Las tecnologías empleadas para la navegación de tráfico incluyen sistemas GPS avanzados, usan sensores en carretera y plataformas de datos en la nube, son tecnologías que permite a los usuarios recibir información actualizada sobre las condiciones del tráfico



mientras se desplazan. Según Dongee (2023), el sistema GPS utiliza señales de satélites para rastrear con precisión la ubicación de los vehículos, mientras que los sensores en carretera recopilan datos sobre el flujo de tráfico y las condiciones de la carretera. Las plataformas en la nube integran esta información para ofrecer una visión global y en tiempo real del tráfico, permitiendo a los usuarios reciban actualizaciones constantes y detalladas sobre su ruta.

### Integración de GPS y Servicios de Geolocalización.

La integración de GPS y servicios de geolocalización en aplicaciones modernas se lleva a cabo mediante una variedad de métodos técnicos, como la incorporación de APIs especializadas y el uso de protocolos estándar como HTTP o MQTT. Estos métodos facilitan la conexión entre los dispositivos de usuario y los servidores que gestionan la información. Ofrecer datos precisos sobre la ubicación en tiempo real para diversas funcionalidades como la navegación y el monitoreo del tráfico. Este enfoque no solo optimiza la precisión en la localización, sino que también mejora la experiencia del usuario al proporcionar rutas más eficientes y actualizaciones sobre condiciones de tránsito y eventos importantes.

En un estudio realizado por Urquiza Cuellar María Lizet (2022) de la Universidad Piloto de Colombia, se destaca la importancia de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) en la Sistemas de Información Geográfica (SIG), juega un papel crucial en mejorar la competitividad y eficiencia del sector. Este proceso implica el diseño de trayectorias que minimicen costos y tiempos de entrega, contribuyendo a una gestión más eficaz de las flotas de vehículos. El uso de información en tiempo real es otro factor clave en la mejora de la gestión del tranco gestión vehicular, la accidentalidad y la contaminación ambiental. Además, la implementación de SIT ayuda en la reducción de costos operativos. Al seleccionar las rutas



más eficientes y monitorear el estado de las carreteras en tiempo real, las empresas pueden reducir el consumo de combustible y mejorar la productividad general.

También contribuye a la mejora de la seguridad vial, al permitir la detección temprana de situaciones de riesgo y la rápida respuesta ante incidentes. Los SIT proporcionan una mejor toma de decisiones, al ofrecer datos precisos y actualizados que optimizan la planificación de rutas y la gestión del transporte. En resumen, los Sistemas Inteligentes de Transporte son fundamentales para mejorar la eficiencia, reducir costos, aumentar la seguridad y optimizar la toma de decisiones en el sector del transporte en Colombia.

### **APIs de Geolocalización**

Son herramientas que permiten acceder a servicios de localización y mapas en tiempo real. La integración de estas APIs es esencial para el funcionamiento del sistema de monitoreo y seguimiento GPS propuesto, ya que facilita la recopilación, procesamiento y visualización de datos de ubicación de los vehículos y de las condiciones del tráfico.

### *Ilustración 3*

*APIs como sistema de visualización de datos*



*Nota.* La imagen fue creada con la inteligencia artificial “NighthCafé” el 8 noviembre 2024.

Usando el prompt “La integración de estas APIs”.

La arquitectura de las API se explica generalmente en términos de cliente y servidor, Según Amazon Web Services (s.f.), "una API permite que dos aplicaciones interactúen entre sí a través de un conjunto de definiciones y protocolos" la aplicación que envía la solicitud se denomina cliente, y la que envía la respuesta se denomina servidor. Las API pueden funcionar de cuatro maneras diferentes, según el momento y el motivo de su creación:

1. API de SOAP: Utilizan el Protocolo Simple de Acceso a Objetos, intercambiando mensajes mediante XML. Son menos flexibles y eran más populares en el pasado.

2. API de RPC: Llamadas a Procedimientos Remotos, donde el cliente completa una función en el servidor y este devuelve el resultado.



3. API de WebSocket: Utilizan objetos JSON para transmitir datos y permiten la comunicación bidireccional entre cliente y servidor.

4. API de REST: Son las más populares y flexibles, donde el cliente envía solicitudes al servidor como datos y este devuelve los datos de salida.

Existen varias APIs que pueden ser utilizadas en el desarrollo de este tipo de sistemas, estas APIs incluyen funcionalidades variadas, como la *Directions API*, que permite calcular rutas y obtener direcciones de navegación; y la *Maps JavaScript API*, utilizada para integrar mapas interactivos en aplicaciones web. Además, se destacan herramientas especializadas para el análisis de datos como la *BigQuery API*, que facilita el manejo de grandes volúmenes de datos y permite realizar análisis complejos y eficientes en la nube.

Por otro lado, también las APIs que están enfocadas en mejorar la experiencia del usuario y la gestión de servicios, como la *Geocoding API*, que convierte direcciones en coordenadas geográficas, y la *Distance Matrix API*, que calcula distancias y tiempos de viaje. Existen también servicios de soporte para operaciones más técnicas, como la *Cloud Storage API*, que permite el almacenamiento y recuperación de datos, y la *Compute Engine API*, que gestiona recursos de procesamiento en la nube. Este conjunto de herramientas ofrece una amplia gama de funcionalidades para desarrolladores que buscan integrar capacidades avanzadas en sus aplicaciones utilizando la infraestructura de Google Cloud.

### Software de Visualización y Análisis de Datos

Para el procesamiento y análisis de los datos recopilados en tiempo real, el sistema debe contar con una plataforma de software robusta que permita actualizar la información de rutas



de manera eficiente, alertando a los conductores sobre accidentes, congestiones y cualquier otro evento que pueda alterar el flujo vehicular. Esta plataforma debe ser capaz de gestionar grandes volúmenes de datos, procesarlos sin retrasos y ofrecer actualizaciones en tiempo real, garantizando que la información proporcionada a los usuarios sea siempre actual y precisa.

Una parte esencial de esta plataforma es el desarrollo de interfaces gráficas intuitivas que permitan a los usuarios visualizar mapas interactivos, rutas sugeridas y puntos de congestión de manera clara y detallada. Para ello, se pueden utilizar tecnologías como HTML, CSS y JavaScript. Estos lenguajes permiten crear páginas web dinámicas y atractivas, donde los usuarios puedan interactuar con los mapas y obtener información visual de las condiciones del tráfico. Además, mediante el uso de librerías y frameworks como Leaflet o Google Maps API, se pueden integrar mapas interactivos que muestren en tiempo real las rutas y alertas.

Los algoritmos de optimización de rutas son capaces de generar rutas alternativas en función de las condiciones del tráfico y los accidentes reportados en tiempo real. Para este tipo de soluciones, los lenguajes de programación como JavaScript, junto con herramientas de backend, pueden ser utilizados para procesar los datos y calcular las rutas óptimas, incorporando aspectos como la velocidad del tráfico y los desvíos ocasionados por incidentes. El backend, que puede estar desarrollado en lenguajes como Node.js o Python, Según Ticnus (2024), "las mejores prácticas en el desarrollo con Node.js incluyen el uso de herramientas específicas que optimizan el rendimiento y la escalabilidad de las aplicaciones" donde se encarga de gestionar la lógica de negocio y las conexiones con bases de datos y APIs externas.



Para el desarrollo y la implementación de estas soluciones, Visual Studio Code es una herramienta de programación. Este editor de código es ampliamente utilizado por su versatilidad y su soporte para múltiples lenguajes de programación; se puede integrar fácilmente con Live Server, una extensión que permite visualizar los cambios en tiempo real en el navegador, lo que facilita el proceso de desarrollo de las interfaces gráficas.

En cuanto al backend, herramientas como Now.js, una biblioteca para la comunicación en tiempo real entre cliente y servidor, son ideales para garantizar la actualización instantánea de los datos. Además, la integración con Firebase puede facilitar la gestión de bases de datos en tiempo real, autenticación de usuarios y almacenamiento de datos sin necesidad de una infraestructura compleja. Firebase es especialmente útil para aplicaciones móviles y web que requieren actualizaciones rápidas sin sacrificar rendimiento. Por último, el uso de plataformas en la nube como Google Cloud puede ofrecer una infraestructura buena para gestionar el procesamiento de datos masivos como Google Cloud que permite implementar soluciones avanzadas de análisis de datos y optimización, además de proporcionar servicios de almacenamiento, bases de datos y procesamiento en tiempo real que se integran perfectamente con otras herramientas del sistema.

En el contexto de las tecnologías de localización y monitoreo, Firebase se presenta como una plataforma integral que facilita la implementación de servicios de backend en tiempo real, tales como bases de datos, autenticación de usuarios y análisis de datos. Esta plataforma es una solución moderna y versátil que, para el proyecto apoya la gestión de datos críticos para el seguimiento de vehículos y el control de la información de los conductores en



tiempo real. Firebase no solo es altamente escalable, sino que también permite la integración de sistemas de autenticación seguros y una base de datos sincronizada en tiempo real, aspectos esenciales para los objetivos del proyecto.

### ¿Qué es Firebase?

Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones de Google que proporciona una gama de herramientas y servicios enfocados en facilitar el desarrollo de aplicaciones móviles y web. Entre sus componentes principales se encuentran Firestore y Realtime Database para la gestión de datos en tiempo real, y Firebase Authentication para la seguridad en la autenticación de usuarios. Estos servicios no solo optimizan el tiempo de desarrollo, sino que también aseguran una estructura de datos robusta y adaptable para proyectos que requieren actualizaciones constantes y confiabilidad en la transmisión de datos.

### Ventajas de Firebase para el Proyecto Naviway

1. **Actualización en Tiempo Real:** Firebase permite la sincronización de datos en tiempo real entre el backend y los dispositivos de los usuarios, una característica fundamental para el seguimiento preciso y la notificación inmediata de eventos en el sistema de monitoreo.
2. **Escalabilidad y Flexibilidad:** Firebase se adapta al crecimiento de la aplicación, permitiendo la expansión y el manejo de grandes volúmenes de datos sin afectar su rendimiento.
3. **Seguridad Integrada:** Con Firebase Authentication y reglas de acceso en Firestore, se garantiza que los datos sean accesibles solo por los usuarios autorizados, lo cual es



crucial en un sistema de seguimiento que maneja información sensible de conductores y vehículos.

4. **Fácil Integración y Gestión de Datos:** Firebase ofrece una interfaz manejable para la creación, almacenamiento y recuperación de datos, lo que facilita la gestión de los mismos en aplicaciones móviles y web.

La combinación de estas ventajas hace que Firebase sea una opción ideal para Naviway, proporcionando la infraestructura necesaria para una aplicación que exige precisión, rapidez y seguridad en la gestión de datos de localización y monitoreo.



## **Análisis de restricciones**

### **Presupuesto limitado**

El prototipo probablemente esté sujeto a restricciones presupuestarias, por lo que se debe priorizar soluciones económicas como el uso de APIs gratuitas o de bajo costo. Sin embargo, en Colombia la fluctuación del dólar podría afectar el costo de licencias o suscripciones de servicios en la nube, uno de estos servicios es Google Cloud que se cuenta con 300 dólares de prueba gratuita brindando acceso a servicios como APIs de Google, bases de datos en la nube, etc. Otros recursos de desarrollo como editores de código como Visual Studio suelen ser gratuitos por lo que no se requiere presupuesto para ello.

### **Normativas de privacidad y protección de datos**

Debido a que el sistema manejará datos sensibles de ubicación en tiempo real, es importante cumplir con leyes y normas como la ley 1581 de 2012 sobre la protección de datos personales en Colombia. La información recolectada debe estar protegida para evitar vulneraciones a la privacidad de los usuarios.

### **Regulaciones de tránsito y transporte**

Si el sistema monitoreará vehículos de transporte, es necesario verificar que cumpla con las regulaciones del Ministerio de Transporte de Colombia, especialmente en lo relacionado con el monitoreo de flotas y transmisión de datos de GPS.

### **Aceptación del sistema de por parte de las empresas**

Aunque la tecnología de seguimiento GPS es común en Colombia, algunas empresas pueden ser reacias a adoptar nuevas plataformas si estas no demuestran un valor agregado



frente a soluciones existentes como Waze o Google Maps. La solución debe mostrar una ventaja, como la personalización para el monitoreo de flotas.

### **Seguridad de la instalación**

Cualquier instalación física debe cumplir con las normativas de seguridad ocupacional en Colombia para evitar riesgos a los que la operan, por ejemplo, en el caso de utilizar componentes electrónicos para el desarrollo del prototipo estos deben cumplir con normativas de seguridad y funcionar correctamente para evitar riesgos.



## Metodológica

El problema central de este estudio es cómo un sistema de seguimiento y monitoreo GPS puede recopilar datos sobre accidentes y congestiones para visualizarlos en tiempo real, permitiendo que los conductores y administradores tomen decisiones informadas sobre rutas y puntos de parada. Esto optimiza los tiempos de viaje y mejora la fluidez del tráfico, al proporcionar datos precisos sobre las condiciones del tráfico y ajustar las rutas de manera dinámica en función de incidentes imprevistos, como accidentes o congestiones.

El enfoque metodológico adoptado será cuantitativo, permitiendo una evaluación objetiva del impacto del sistema de monitoreo GPS. Se iniciará con una fase exploratoria y descriptiva, junto con el uso de APIs de geolocalización para acceder a la información sobre el tráfico. Estos datos se procesarán mediante algoritmos de análisis de tráfico, como la identificación de congestiones y accidentes. Posteriormente, se desarrollará una plataforma de software interactiva que presentará la información procesada en tiempo real, utilizando tecnologías web como HTML, CSS y JavaScript, y un backend en lenguajes como Node.js o Python para gestionar los datos y optimizar las rutas.

Se integrarán APIs de geolocalización como Google Maps para obtener datos adicionales sobre las condiciones de tráfico, accidentes y congestiones. Estas APIs permitirán ajustar dinámicamente las rutas en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta del sistema ante incidentes imprevistos. La simulación de software procesará, almacenará y visualizará los datos.



## Desarrollo de solución

La solución propuesta es el desarrollo de una simulación web interactiva que permita visualizar y gestionar el sistema de monitoreo y optimización de rutas en tiempo real. Utilizará tecnologías avanzadas como GPS, APIs de geolocalización y algoritmos de optimización de rutas para crear un entorno dinámico donde los usuarios puedan identificar las condiciones de tráfico, accidentes y congestiones.

### Componentes de la Solución

La plataforma simulará la recolección de datos sobre la ubicación de los vehículos mediante dispositivos GPS virtuales, así como la información de tráfico obtenida a través de APIs de geolocalización como Google Maps. Estos datos se mostrarán en un mapa interactivo, representando las rutas, vehículos y condiciones del tráfico.

La plataforma web contará con una interfaz amigable que permitirá a los usuarios interactuar con el sistema de manera intuitiva. Los conductores podrán ingresar su ubicación de inicio y destino, el sistema les proporcionará rutas en función de las condiciones de tráfico simuladas. Los administradores podrán ver un panel de control con información sobre el tráfico en tiempo real, así como estadísticas sobre la eficiencia del sistema.

### Diagrama de flujo

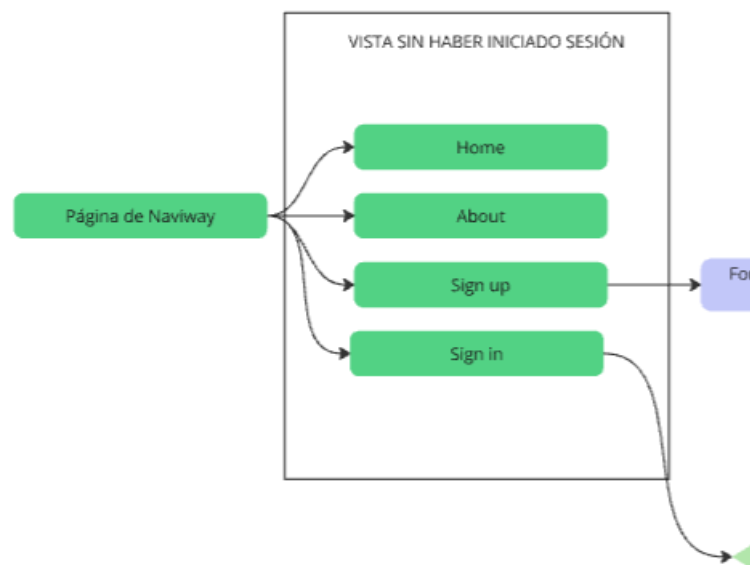
El diagrama de flujo ilustra el proceso de navegación y gestión de usuarios dentro de una aplicación web, dividiendo las etapas según las acciones realizadas por el usuario y su rol (usuario estándar o administrador). La primera sección corresponde a la **vista inicial sin iniciar sesión**, donde el usuario accede a la página principal de la aplicación denominada



"Página de NavWay". Desde esta pantalla, se presentan cuatro opciones principales: "Home" para acceder a información general sobre la plataforma, "About" para consultar detalles sobre la aplicación, "Sign up" para registrarse como nuevo usuario, y "Sign in" para iniciar sesión si ya está registrado.

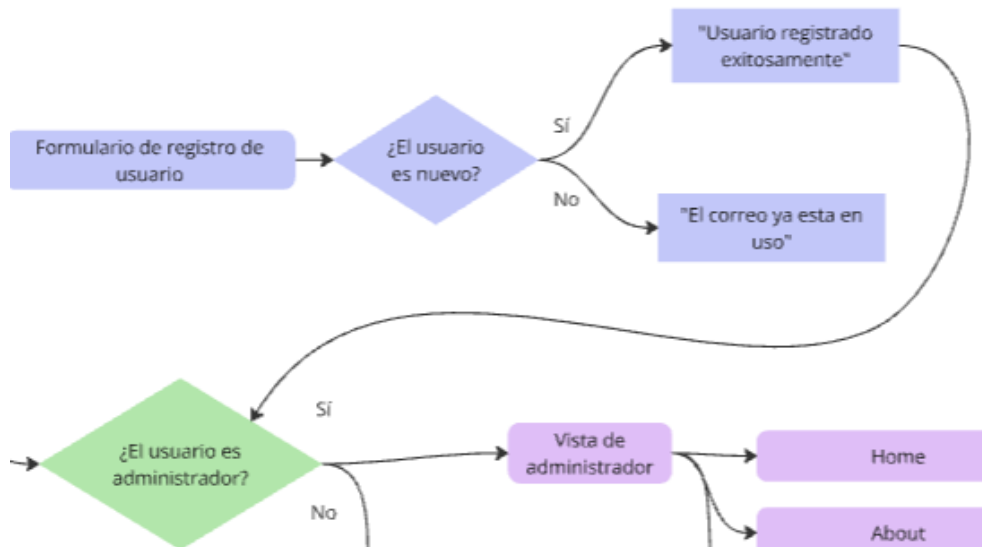
#### *Ilustración 4*

Vista inicial sin iniciar sesión



#### *Ilustración 5*

Proceso de registro de usuario

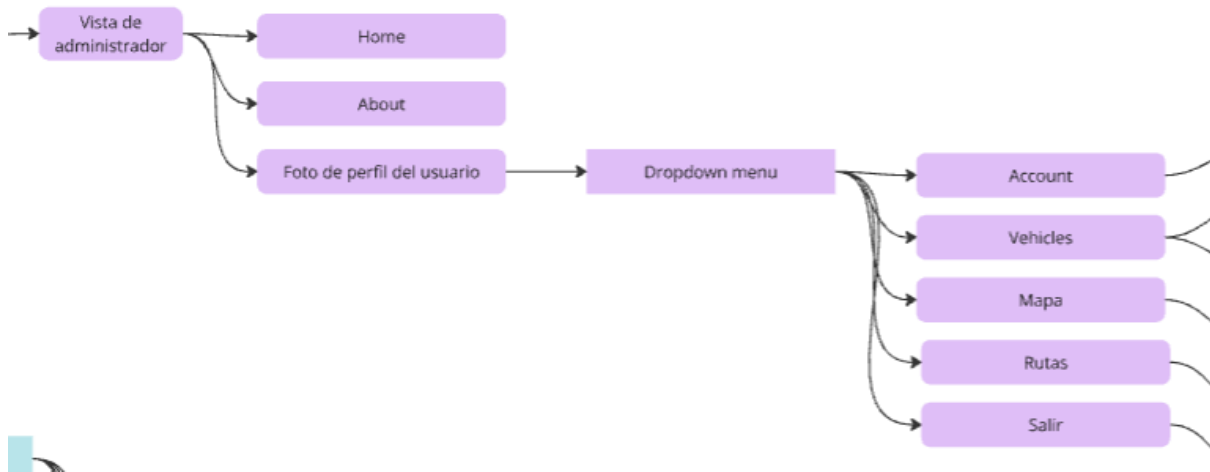


Cuando un usuario selecciona la opción de **registro** ("Sign up"), se le redirige a un formulario donde deberá proporcionar sus datos. El sistema verifica si el correo electrónico ingresado ya está registrado. Si se trata de un nuevo usuario, el sistema muestra el mensaje "Usuario registrado exitosamente" y permite continuar con el proceso.

En caso de que el correo ya esté en uso, se notifica al usuario con un mensaje de error, y no se permite completar el registro hasta que se proporcione una dirección de correo válida.

### *Ilustración 6*

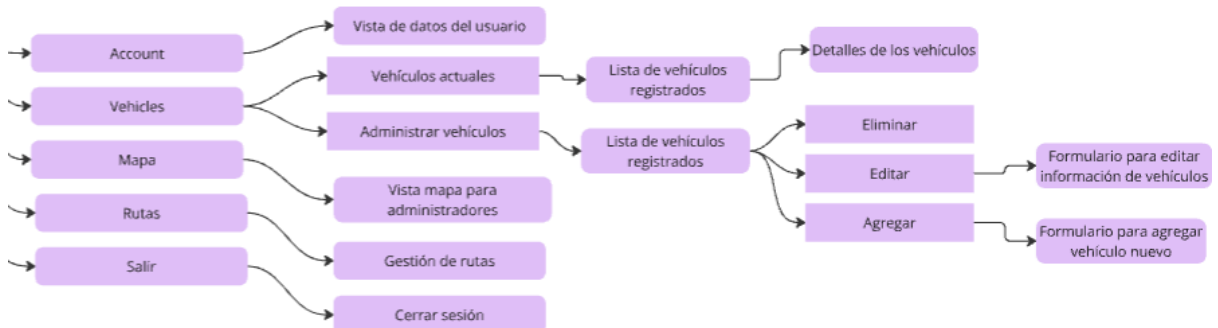
Inicio de sesión y verificación del rol



Una vez que el usuario ha iniciado sesión, el sistema identifica si pertenece a la categoría de administrador o usuario estándar. Si es un **usuario estándar**, se le presenta una vista con opciones básicas que incluyen "Home", "About" y una sección para visualizar su foto de perfil.

### Ilustración 7

#### Vista administrador



Además, se habilita un menú desplegable con opciones como "Account" (para gestionar su información personal), "Vehículos" (para acceder a información sobre vehículos), "Mapa" (para acceder a un mapa interactivo), y "Salir" (para cerrar la sesión). En esta vista, el usuario puede realizar tareas básicas relacionadas con la navegación de la plataforma.

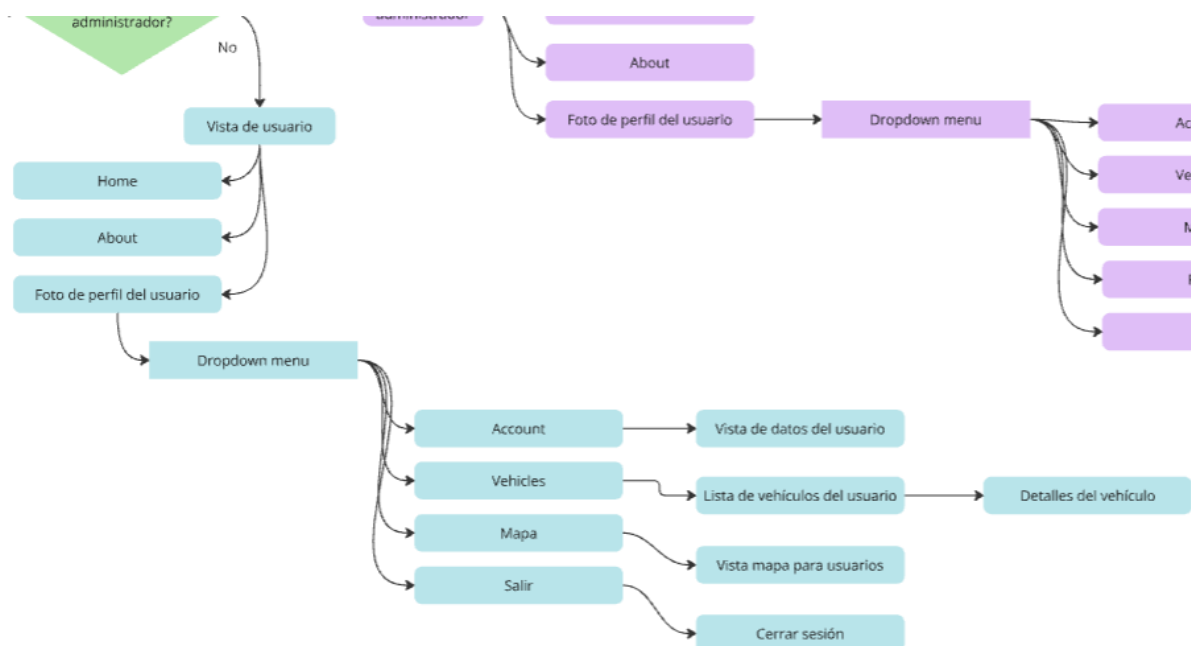


Por otro lado, si el usuario es un **administrador**, se le habilita una vista con funcionalidades avanzadas. Además de las opciones de la vista estándar, el administrador puede acceder a secciones específicas como "Administrar vehículos", donde es posible consultar una lista de vehículos registrados, ver detalles de cada uno, editarlos, eliminarlos o agregar nuevos vehículos mediante un formulario.

También tiene acceso a una "Vista de mapa para administradores", que incluye funcionalidades adicionales para gestionar ubicaciones, así como una sección para la "Gestión de rutas", donde se pueden administrar rutas existentes o añadir nuevas. Finalmente, el administrador también tiene la opción de cerrar sesión desde el menú desplegable.

### Ilustración 8

#### Flujo de gestión





El diagrama proporciona una representación clara y estructurada de las diferentes rutas que puede seguir un usuario en función de su rol y las acciones realizadas dentro de la aplicación. La separación de funcionalidades entre usuarios estándar y administradores permite optimizar la experiencia de navegación, asegurando que cada usuario acceda únicamente a las opciones correspondientes a su nivel de permisos.

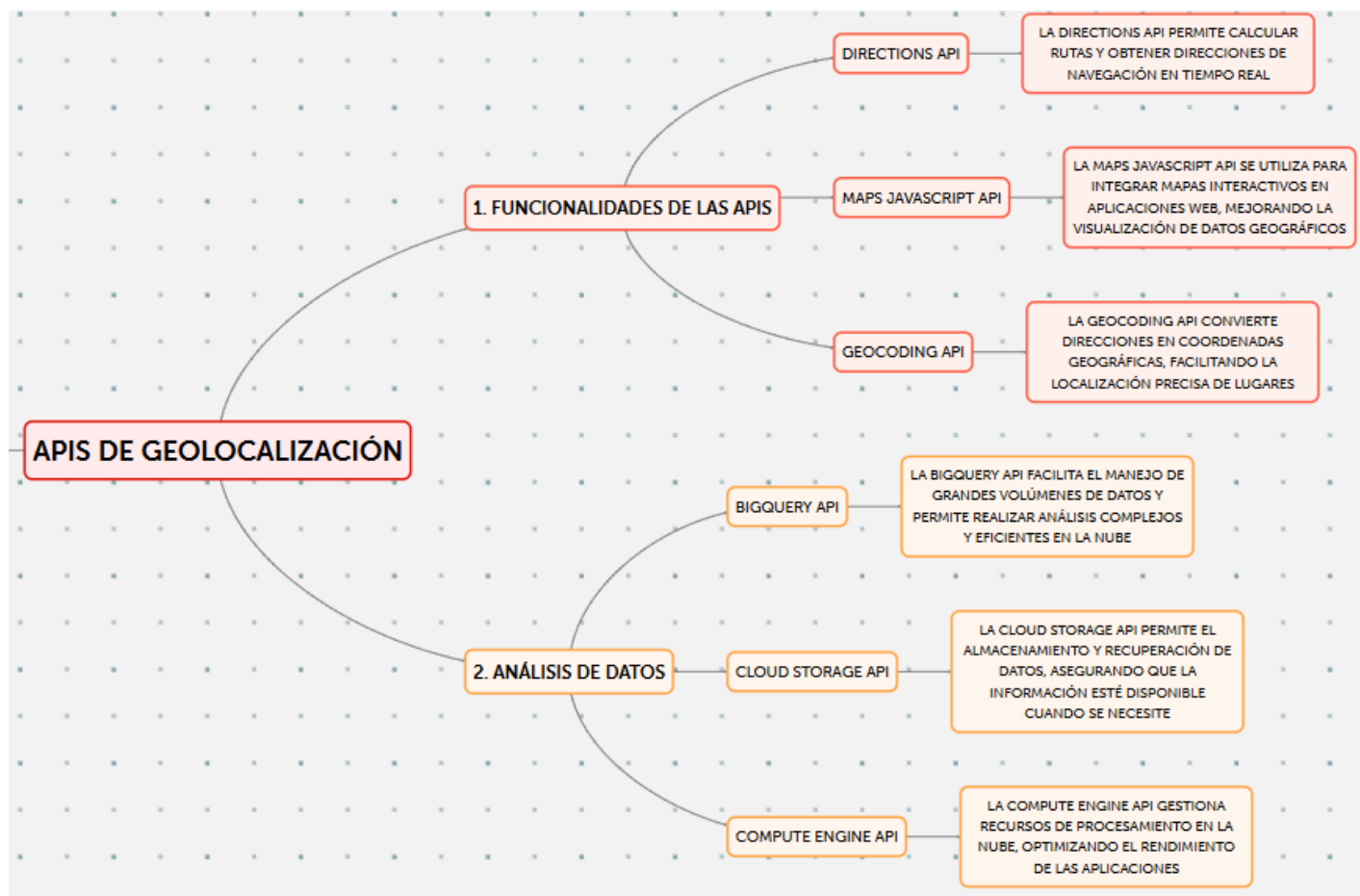
### **Tecnologías Utilizadas**

Se integrarán APIs para obtener información geográfica y de tráfico en tiempo real, así como servicios adicionales para calcular rutas. La simulación de tráfico y condiciones viales será manejada por algoritmos que generen eventos aleatorios como accidentes y congestiones. Los administradores podrán revisar informes visuales y gráficos interactivos que muestren el impacto de las decisiones tomadas por el sistema.

### *Ilustración 9*



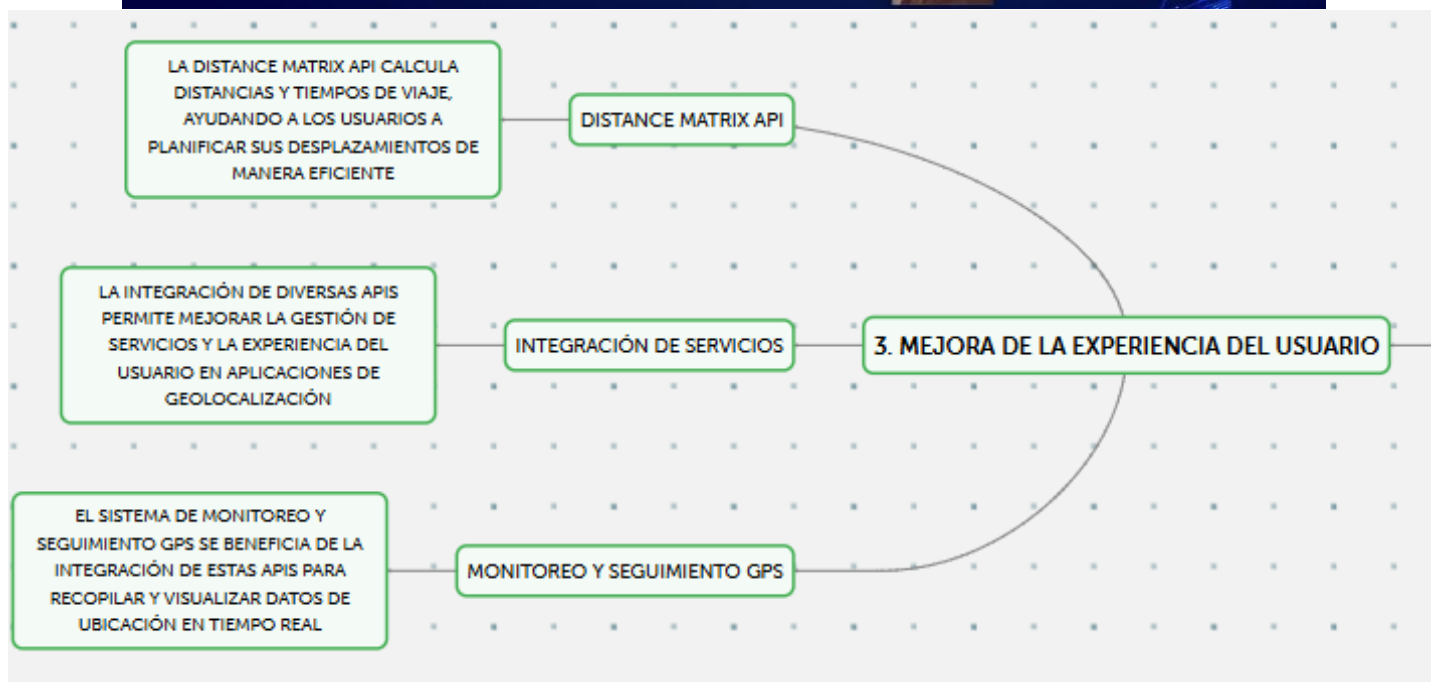
*APIs de geolocalización y sus tipos en un mapa mental (primera parte)*



*Nota.* Apis geolocalización. Se creó el 8 de noviembre 2024 en MIRO.

*Ilustración 10*

*APIs de geolocalización y sus tipos en un mapa mental (segunda parte)*



*Nota.* Apis geolocalización. Se creó el 8 de noviembre 2024 en MIRO.

La imagen muestra un mapa mental que explora las APIs de geolocalización, organizado en tres secciones principales: funcionalidades de las APIs, análisis de datos, y mejora de la experiencia del usuario. Primero se destacan varias APIs como Directions API, Maps JavaScript API y Geocoding API, las cuales permiten calcular rutas, integrar mapas interactivos y convertir direcciones en coordenadas geográficas, respectivamente.

La segunda parte se enfoca en el análisis de datos, resaltando herramientas como BigQuery API para gestionar grandes volúmenes de datos y realizar análisis eficientes, Cloud Storage API para el almacenamiento de datos, y Compute Engine API para gestionar recursos de procesamiento en la nube. Finalmente, la tercera sección se centra en mejorar la experiencia del usuario, mencionando la Distance Matrix API para calcular tiempos de viaje,



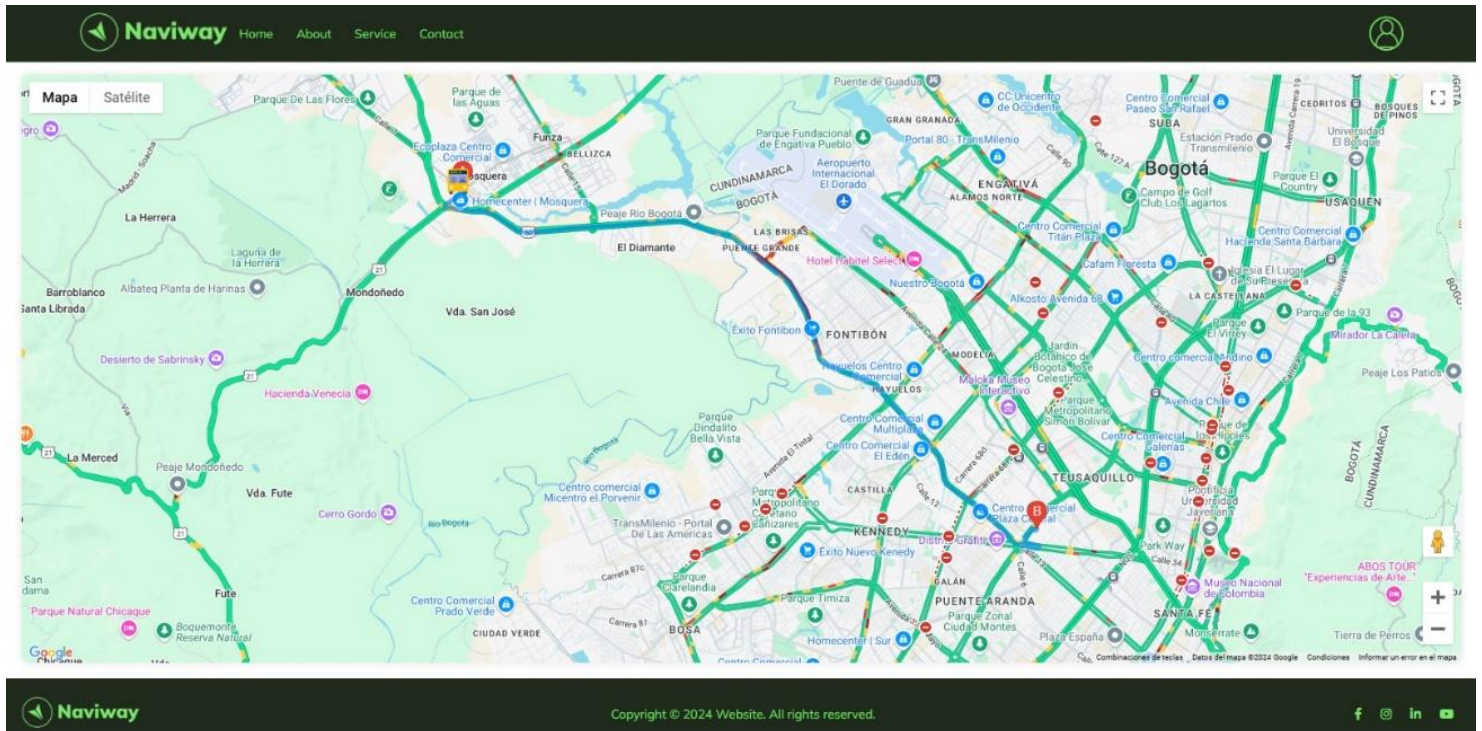
así como la integración de servicios y el monitoreo GPS para visualizar datos de ubicación en tiempo real.

## Simulación

En esta interfaz se encontrará el mapa donde el usuario podrá monitorear sus vehículos y hacer seguimiento de la ruta que éste está haciendo y también visualizar datos del vehículo en real time. La documentación y repositorio de la app se encuentra en el siguiente link: <https://github.com/jsoscue/NaviWay> y para visualizar la página web: <https://naviway.vercel.app/>

### Ilustración 11

#### Vehículo en real time



*Nota.* La interfaz se muestra el mapa donde el usuario podrá monitorear.

### Ilustración 12



*Vehículo (información)*



*Nota.* En esta ventana se muestra la información general de la cuenta del usuario.

*Ilustración 13*

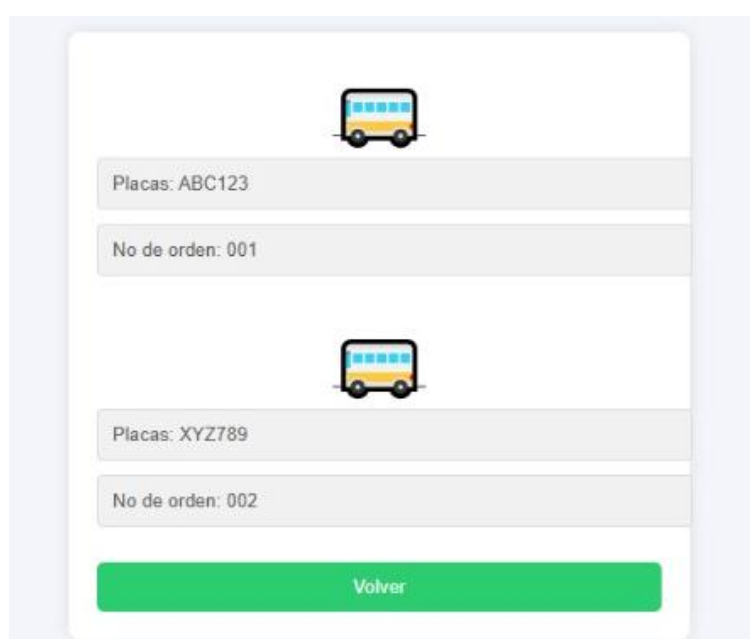
*Vehículo (información usuaria)*



*Nota.* En esta ventana se muestra los vehículos del usuario junto con su información básica (placas y número de orden), al dar clic sobre los iconos de los buses lo redirigirá a la siguiente interfaz.

#### *Ilustración 14*

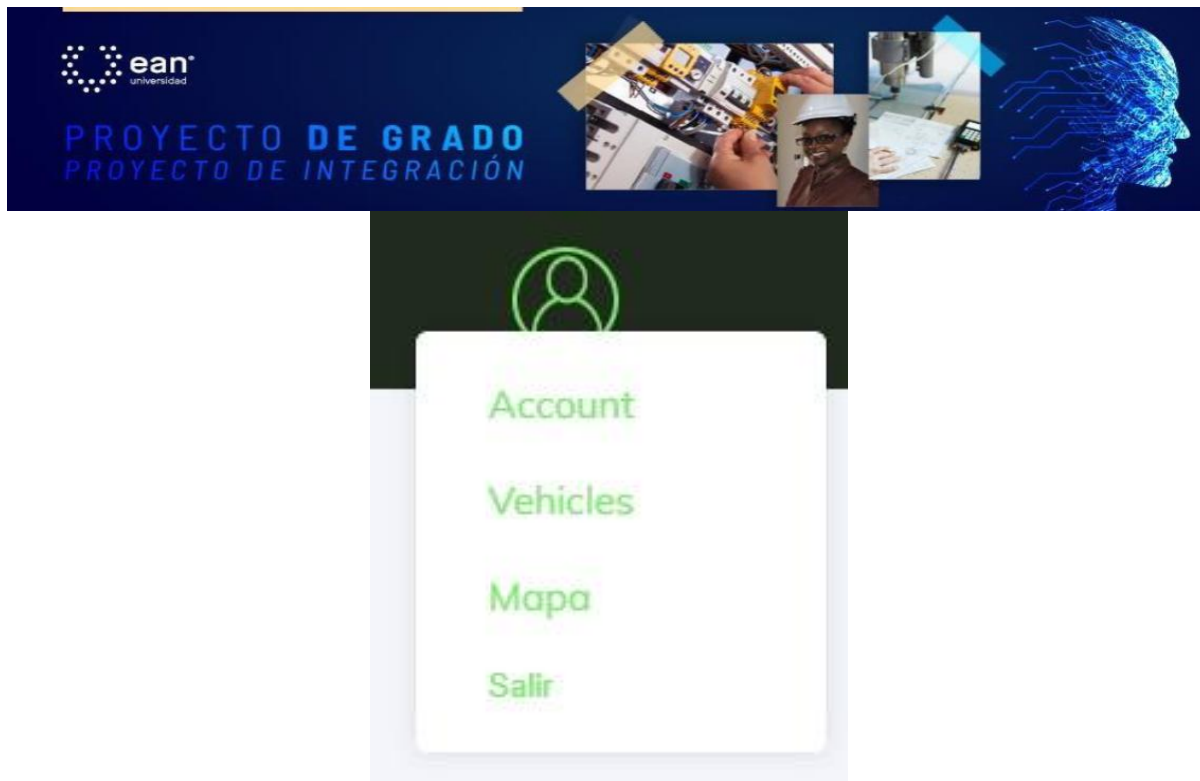
##### *Vehículo (información vehículo)*



*Nota.* Al dar clic sobre el icono del bus, saldrá esta ventana con información más completa sobre el vehículo del usuario.

#### *Ilustración 15*

##### *Secciones de la simulación*



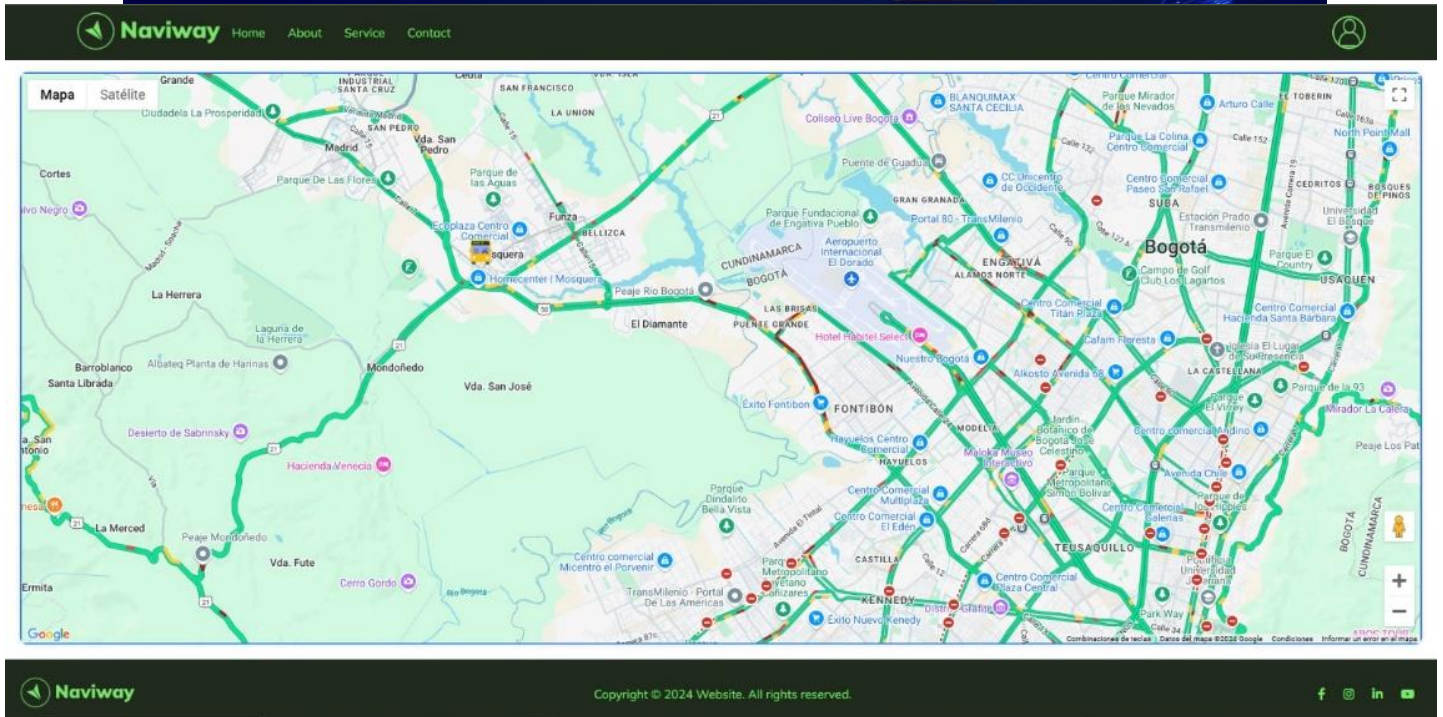
*Nota.* menú desplegable usuario

Se muestra el menú desplegable usuario, al dar clic sobre la foto de perfil usuario desplegará un menú con 4 opciones, account que lo llevará a ver su información básica, vehículos que lo llevará a ver los vehículos que tiene registrados, mapa que lo llevará a la ventana de monitoreo del vehículo y final mente el botón salir para cerrar sesión.

### **Vista administrador**

*Ilustración 16*

*Monitoreo*



*Nota.* Monitoreo de vehículos para administrador

Ventana de monitoreo de vehículos para administrador, en esta ventana se podrá monitorear los vehículos que el mismo administrador registre, teniendo la posibilidad de monitorear cada movimiento del vehículo y recibiendo datos en real time.

*Ilustración 17*

*Información sobre el monitoreo*



*Nota.* Información de vehículos

*Ilustración 18*

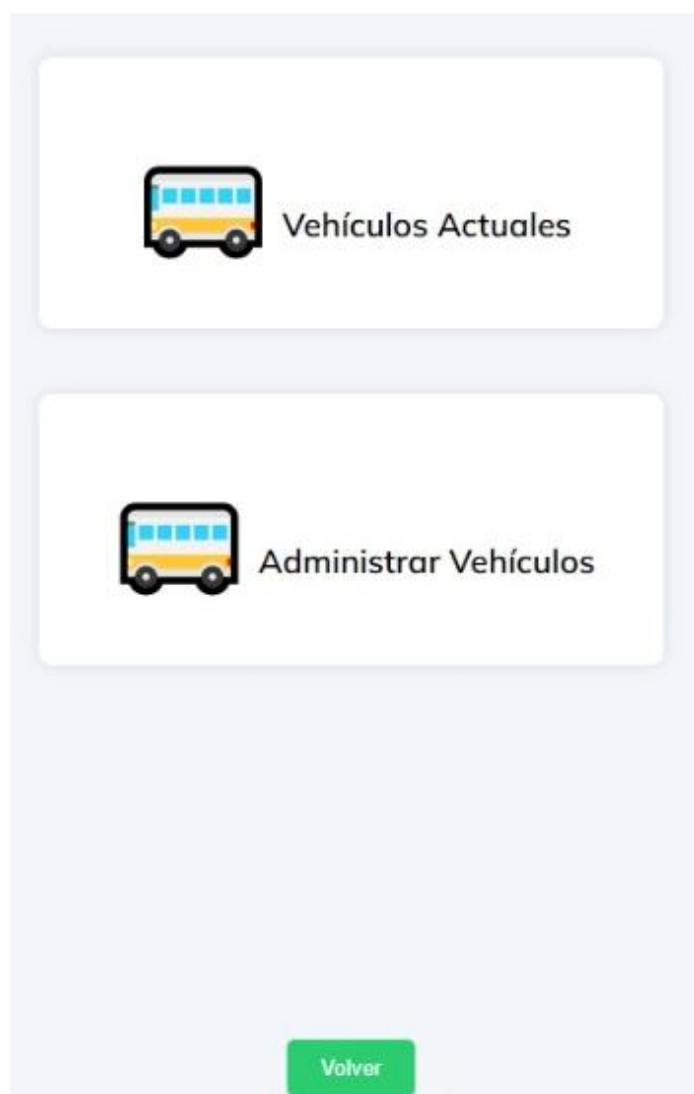
*Información administradora*



*Nota.* Interfaz account para el administrador (cumple la misma función de mostrar información básica del usuario)

### *Ilustración 19*

#### *Información sobre la administración de vehículos*

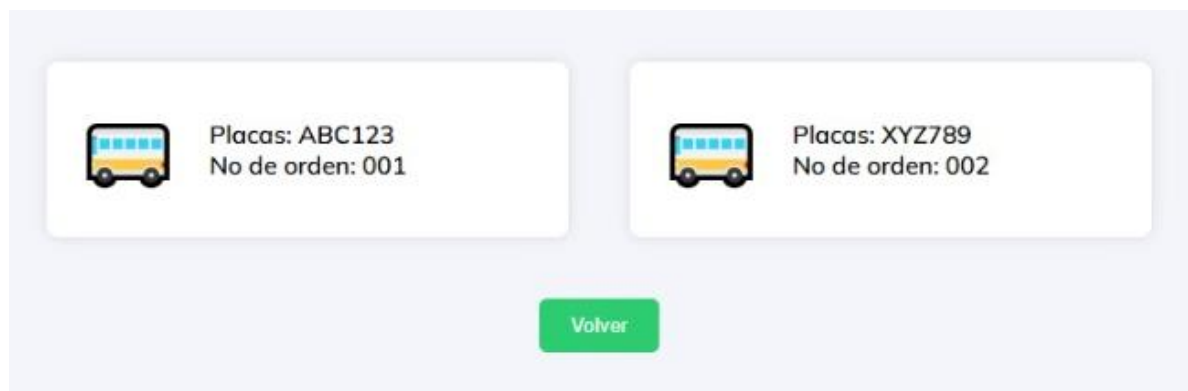


*Nota.* interfaz vehículos en administrador, en esta interfaz se encuentran dos botones que redirigirán a paginas diferentes, estos botones son vehículos actuales y administrar vehículos.



*Ilustración 20*

*Listado sobre todos los vehículos*



*Nota.* Interfaz de vehículos actuales, en esta ventana se muestran un listado de todos los vehículos registrados acompañado de su información básica placas y el número de orden.

*Ilustración 21*

*Detalle de los vehículos*



**PROYECTO DE GRADO**  
PROYECTO DE INTEGRACIÓN

## Detalles del Vehículo

Modelo:	Tipo de Carrocería:
<input type="text" value="Modelo del Vehículo"/>	<input type="text" value="Tipo de Carrocería"/>
Marca:	Servicio:
<input type="text" value="Marca del Vehículo"/>	<input type="text" value="Servicio"/>
Placa:	Capacidad (No de Pasajeros):
<input type="text" value="Placa del Vehículo"/>	<input type="text" value="Capacidad"/>
Número de Orden:	Número de Licencia de Tránsito:
<input type="text" value="Número de Orden"/>	<input type="text" value="Número de Licencia"/>
Nombre del Dueño:	Nombre del Conductor:
<input type="text" value="Nombre del Dueño"/>	<input type="text" value="Nombre del Conductor"/>
Cédula del Dueño:	Cédula del Conductor:
<input type="text" value="Cédula del Dueño"/>	<input type="text" value="Cédula del Conductor"/>
Número de Celular del Dueño:	Número de Teléfono del Conductor:
<input type="text" value="Número de Celular del Dueño"/>	<input type="text" value="Número de Teléfono"/>
Km Recorridos en el Día:	Número de Recorridos en el Día:
<input type="text" value="Km Recorridos"/>	<input type="text" value="Número de Recorridos"/>
Duración Promedio de las Paradas:	Alertas por NO Uso de Cinturón:
<input type="text" value="Duración Promedio"/>	<input type="text" value="Alertas Cinturón"/>
	Alertas por Frenadas Bruscas:
	<input type="text" value="Alertas Frenadas"/>
	Alertas por Desvíos de Ruta:
	<input type="text" value="Alertas Desvios"/>

[Volver](#)

*Nota.* Interfaz detalles del vehículo, esta interfaz muestra la información ampliada del vehículo elegido en la interfaz anterior (vehículos actuales).



*Ilustración 22*

*Confirmación de vehículos*



*Nota.* Al dar clic sobre el botón administrar vehículos este redirigirá a esta interfaz donde se puede modificar la información de los vehículos, eliminar y añadir un nuevo vehículo

*Ilustración 23*

*Editar vehículos*



### Editar Vehículo

Modelo:	Tipo de Carrocería:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Marca:	Servicio:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Placa:	Capacidad (No de Pasajeros):
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Número de Orden:	Número de Licencia de Tránsito:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nombre del Dueño:	Nombre del Conductor:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cédula del Dueño:	Cédula del Conductor:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Número de Celular del Dueño:	Número de Teléfono del Conductor:
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Guardar Cambios
Volver

*Nota.* Al dar clic sobre editar redirigirá a este formulario donde podrá editar la información deseada por el usuario para luego guardar los cambios.

#### *Ilustración 24*

*Usuario administra lugares*

### Crear Ruta

Nombre de la Ruta:

Inicio:

Destino:

Crear Ruta

Volver



*Nota.* La interfaz crear una ruta, al llenar el formulario y dar clic sobre agregar ruta esta se agregará al mapa ver el vehículo simulado el movimiento.

### Ilustración 25

#### Seguimiento de ruta



*Nota.* La interfaz una ruta crea y de seguimiento.

### Estructura de Firebase en el Proyecto Naviway

El proyecto Naviway utiliza tres servicios principales de Firebase:

1. **Firestore Authentication:** Maneja la autenticación de usuarios mediante correo electrónico y contraseña, generando un UID único para cada usuario.



2. **Firestore (Base de Datos NoSQL):** Almacena datos estructurados de conductores y vehículos.
3. **Realtime Database** (por documentar en la próxima fase): Utilizado para actualizaciones en tiempo real de la ubicación y alertas de los vehículos.

El Firebase Authentication, permite a los usuarios autenticarse en la aplicación utilizando correo electrónico y contraseña. Al crear una cuenta, Firebase genera un UID único para cada usuario, lo cual garantiza que cada conductor tenga una identidad única dentro del sistema. Este UID es la base de la relación entre el usuario autenticado y su correspondiente documento en la colección drivers de Firestore.

1. **Registro de Usuarios:** Los usuarios registrados obtienen un UID, que se convierte en el identificador de su documento en Firestore.
2. **Asignación de Documentos en Firestore:** Cada documento en drivers se crea usando el UID del usuario registrado, asegurando que solo ese usuario pueda acceder y modificar su información.
3. **Acceso Seguro:** La autenticación se realiza mediante correo y contraseña, ofreciendo un nivel básico de seguridad adecuado para garantizar la privacidad de la información de los conductores.

El Firebase Firestore, es una base de datos NoSQL de documentos que organiza los datos en colecciones y documentos. En Naviway, Firestore almacena los datos principales en dos colecciones: drivers y vehicles.



La colección drivers contiene la información de cada conductor registrado en el sistema.

Cada documento dentro de esta colección representa a un conductor específico y utiliza el UID del usuario autenticado como el ID del documento.

*Tabla 1*

*Campos de drivers tabla*

Campos de drivers		
Campo	Tipo	Descripción
id	string	UID del conductor (mismo que el ID del documento).
licencia	string	Número de licencia del conductor.
nombre	string	Nombre completo del conductor.
telefono	string	Número de teléfono del conductor.

## Colección vehicles

La colección vehículos almacena información relevante sobre los vehículos registrados, así como alertas y estadísticas de funcionamiento diarias.

*Tabla 2*

*Campos de vehicles*



Campos de vehículos		
Campo	Tipo	Descripción
alertas_desvios_ruta	boolean	Indica si se han detectado desviaciones en la ruta.
alertas_frenadas_bruscas	boolean	Indica si se han registrado frenadas bruscas.
alertas_no_uso_cinturon	boolean	Indica si se ha detectado el no uso del cinturón de seguridad.
capacidad	number	Capacidad del vehículo en términos de asientos o carga.
cedula_conductor	string	Número de cédula del conductor asignado al vehículo.
cedula_dueno	string	Número de cédula del dueño del vehículo.
duracion_promedio_paradas	number	Tiempo promedio de las paradas en minutos.
km_recorridos_dia	number	Kilómetros recorridos por el vehículo en el día.
marca	string	Marca del vehículo.
modelo	string	Modelo del vehículo.
nombre_conductor	string	Nombre completo del conductor asignado.
nombre_dueno	string	Nombre completo del dueño del vehículo.
celular_dueno	string	Número de celular del dueño del vehículo.
licencia_transito	string	Número de licencia de tránsito del vehículo.
numero_orden	string	Número de orden del vehículo, usado para la administración interna.
numero_recorridos_dia	number	Cantidad de recorridos realizados en el día.
telefono_conductor	string	Número de teléfono del conductor asignado.
placa	string	Número de placa del vehículo.
servicio	string	Tipo de servicio que presta el vehículo (e.g., público, privado).
tipo_carroceria	string	Tipo de carrocería del vehículo (e.g., bus, camión).

Nota. La tabla fue creada en Excel con la información de <https://www.staccess.com.mx/servicios/localizacion-vehicular>



### **Beneficios de la Solución**

Al ser una plataforma web, estará disponible para usuarios desde cualquier dispositivo con acceso a Internet, sin necesidad de instalaciones adicionales. La optimización de rutas reducirá los tiempos de viaje y los retrasos, contribuyendo a una circulación más fluida y menos congestionada en las áreas simuladas. La reducción de tiempos de espera y la mejora en la gestión de rutas contribuirán a disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, favoreciendo un entorno más sostenible. Esta solución proporcionará que las rutas sean eficientes y dinámicas, optimizando los recursos y mejorando la experiencia de circulación en las ciudades.

La solución ofrece la ventaja de ser una plataforma web accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, eliminando la necesidad de instalaciones adicionales. Esta característica asegura que los usuarios puedan utilizar la herramienta de manera ágil y práctica, sin limitaciones por equipos o sistemas específicos, maximizando su conveniencia y adaptabilidad. Además, la optimización de rutas que incorpora la solución permite reducir significativamente los tiempos de viaje y los retrasos. Esto contribuye a una circulación más fluida y eficiente en las áreas simuladas, beneficiando tanto a los usuarios como al sistema general de transporte.

Desde una perspectiva ambiental, esta solución tiene un impacto positivo en la sostenibilidad, la reducción en los tiempos de espera y la gestión optimizada de rutas resultan en menores emisiones de CO<sub>2</sub>, promoviendo un entorno más limpio y saludable. De este modo, no solo beneficia a los usuarios directamente, sino que también apoya los esfuerzos globales para mitigar el cambio climático.



Finalmente, al garantizar rutas eficientes y dinámicas, la plataforma optimiza los recursos disponibles y mejora la experiencia general de circulación en las ciudades. Este enfoque integral favorece la implementación de un sistema de transporte más moderno y eficiente, adaptado a las necesidades actuales de movilidad de empresas.



### Análisis de costos

Es un proyecto de simulación web para la optimización de rutas mediante monitoreo GPS y APIs de geolocalización. Este análisis permitirá evaluar los costos iniciales y operativos, así como identificar posibles fuentes de ingresos y su rentabilidad. Los costos iniciales están relacionados con la creación de la plataforma y la implementación del sistema, incluyendo la adquisición de recursos y herramientas para el desarrollo.

*Tabla 3*

*Tabla de costos de la nube*

Servicio	Costo Mensual (USD)	% del Total Mensual	Costo Anual (USD)	Importancia Estratégica
Maps JavaScript API	2,54	35,98%	30,48	Mapas interactivos para funcionalidad geográfica.
Directions API	2,54	35,98%	30,48	Navegación y rutas dinámicas.
Real Time	0,66	9,34%	7,92	Sincronización de datos en tiempo real.
Authenticator	0,66	9,34%	7,92	Seguridad en la autenticación de usuarios.
Fire Store	0,66	9,34%	7,92	Gestión de bases de datos en la nube.
<b>Total</b>	<b>7,06</b>	<b>100%</b>	<b>84,72</b>	<b>Costo total del proyecto por un año de uso de estos servicios.</b>

La tabla presentada detalla el uso y costo mensual de cinco servicios tecnológicos claves utilizados para la gestión de funcionalidades específicas en un proyecto. El análisis revela un costo promedio por servicio de \$1,41 USD, calculado al dividir el costo total mensual de \$7,06 USD entre los cinco servicios.

De este total, los servicios Maps JavaScript API y Directions API absorben el 71,9% del presupuesto mensual, destacándose como los más costosos. En contraste, Real Time,



Authenticator y Fire Store representan el 28,1% restante, posicionándose como opciones más económicas, pero igualmente fundamentales para ciertas funciones del sistema.

Proyectando estos costos a un año (12 meses), el gasto total estimado asciende a \$84,72 USD. Este monto es razonable y accesible para proyectos pequeños o medianos, especialmente considerando la relevancia de los servicios para el funcionamiento integral del sistema. La accesibilidad financiera y el impacto técnico positivo convierten esta inversión en una opción viable para proyectos que dependen de servicios tecnológicos eficientes y especializados.

*Tabla 4*

*Salarios de los desarrolladores (prototipo)*

Concepto	Detalle	Cantidad	Costo
<b>Pago por hora</b>	Valor de cada hora de trabajo	1 hora	\$ 50.000
<b>Horas trabajadas</b>	Total de horas trabajadas	240 horas	-
<b>Costo por desarrollador</b>	Pago total por desarrollador (240 horas)	1 desarrollador	\$ 12.000.000
<b>Cantidad de desarrolladores</b>	Número total de desarrolladores	3 personas	-
<b>Costo total</b>	Pago por el trabajo de todos los desarrolladores	-	\$ 36.000.000

La tabla presenta los costos asociados al desarrollo de un prototipo en función de las horas trabajadas y el número de desarrolladores involucrados. Cada hora de trabajo tiene un valor de \$50.000 y se han estimado 240 horas por desarrollador, equivalentes a dos meses de



trabajo. Esto resulta en un costo total de \$12.000.000 por desarrollador. Con un equipo compuesto por tres desarrolladores, el costo acumulado sería de \$36.000.000.

*Tabla 5*

*Costos de servicios en la nube usados para el desarrollo y funcionamiento del prototipo*

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (COP)
<b>Servicios en la nube</b>			
Maps JavaScript API	1	\$ 2,54	\$ 11.351,26
Directions API	1	\$ 2,54	\$ 11.351,26
Real Time	1	\$ 0,66	\$ 2.949,54
Authenticator	1	\$ 0,66	\$ 2.949,54
Fire Store	1	\$ 0,66	\$ 2.949,54
Hosting	-	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>Total servicios en la nube</b>	-	\$ 7,06	\$ 31.551,14
<b>Otros costos</b>			
Computadores	3 -		\$ 0,00
GitHub Pro	3 -		\$ 0,00
Luz	3	\$ 114.000 COP	\$ 342.000
Internet	3	\$ 100.000 COP	\$ 300.000
<b>Costo total</b>	-	-	\$ 36.673.551,14

La tabla presenta los costos asociados a los servicios en la nube y otros gastos necesarios para el desarrollo y funcionamiento del prototipo. En la sección de servicios en la nube, se utilizaron APIs como Maps JavaScript API y Directions API, junto con servicios de autenticación y almacenamiento, con un costo total en pesos colombianos de \$31.551,14 COP.



Por otro lado, aunque los desarrolladores aprovecharon herramientas gratuitas como GitHub Pro y equipos propios, se incurrió en gastos mensuales por luz (\$342.000 COP) e internet (\$300.000 COP) lo que sumado a los servicios en la nube, alcanza un costo total de \$36.673.551,14 COP para el proyecto.

Tabla 6

Costos en una escala real (aplicación del proyecto en un entorno real de 200 usuarios)

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (COP)
<b>Costos del desarrollo</b>			
Pago por hora	1 hora	\$ 50.000 COP	-
Horas trabajadas	960 horas	-	-
Costo por desarrollador	1 persona	\$ 48.000.000 COP	-
Equipo de desarrollo	3 personas	-	\$ 144.000.000 COP
<b>Costo mensual de servicios</b>			
Maps JavaScript API	1	\$ 150 USD	\$ 670.350 COP
Directions API	1	\$ 8 USD	\$ 35.752 COP
Real Time	1	\$ 895 USD	\$ 3.999.755 COP
Authenticator	1	\$ 10 USD	\$ 44.690 COP
Hosting	1	\$ 7 USD	\$ 31.283 COP
Fire Store	1	\$ 31 USD	\$ 138.539 COP
<b>Total mensual de servicios</b>	-	\$ 1.101 USD	\$ 5.143.728 COP
<b>Cobros por servicios</b>			
Mantenimiento y soporte técnico	-	\$ 50 USD	\$ 223.359 COP
Precio mensual por usuario	200 usuarios	\$ 100.000 COP	\$ 20.000.000 COP
<b>Salarios mensuales</b>			
Ganancias mensuales (30%)	-	-	\$ 4.456.882 COP
Costos de operación	-	-	\$ 5.143.728 COP
Disponibilidad - gastos	-	-	\$ 14.856.272 COP
Disponibilidad para salarios	-	-	\$ 10.399.390 COP
Salario mensual por desarrollador	3 personas	-	\$ 3.466.463 COP/persona
<b>Costos totales mensuales</b>	\$ 15.543.118 COP		
<b>Ganancias mensuales netas</b>	\$ 4.456.882 COP		



La tabla detalla los costos asociados a la escalabilidad real del proyecto, considerando un entorno de operación con 200 usuarios. Para el desarrollo completo de la aplicación, se estimaron 960 horas de trabajo por desarrollador durante seis meses, alcanzando un costo total de \$144.000.000 COP para tres desarrolladores. Además, los costos mensuales de servicios en la nube como APIs de Maps, Directions y Real Time, suman \$5.143.728 COP mientras que los ingresos por cobros a los usuarios alcanzan los \$20.000.000 COP mensuales.

Después de descontar los costos de operación y mantenimiento, se dispone de \$10.399.390 COP para salarios, lo que permite un pago mensual de \$3.466.463 COP por desarrollador, dejando unas ganancias netas mensuales de \$4.456.882 COP.

Tabla 7

#### Ganancias anuales

Concepto	Cantidad/Periodo	Monto (COP)	Fórmulas
<b>Ganancias anuales</b>	12 meses	\$ 53.482.579	<b>Ganancia anual</b> = Ganancia mensual × 12
<b>Entrada mensual</b>	-	\$ 4.456.882	-
<b>ROI mensual (%)</b>	-	28,67%	<b>ROI mensual (%)</b> = (Ganancia mensual / Inversión total) × 100
<b>Tiempo de recuperación</b>	-	32,31 meses (aprox.)	<b>Tiempo de recuperación</b> = Inversión total / Ganancia mensual

La tabla muestra las ganancias anuales y métricas financieras clave asociadas al proyecto. Con una ganancia mensual de \$4.456.882 COP, las ganancias anuales estimadas alcanzan los \$53.482.579 COP. El ROI mensual (Retorno de Inversión) se calcula dividiendo la ganancia mensual entre la inversión total de \$15.476.111 COP, y multiplicando por 100, obteniendo un ROI del 28,67%. Por último, el tiempo de recuperación se estima dividiendo la



inversión total de \$144.000.000 COP entre la ganancia mensual, resultando en 32,31 meses (aproximadamente 2,7 años).

### Ilustración 26

#### Formulas

$$\text{Ganancia Anual} = \text{Ganancia Mensual} \times 12$$

$$\text{ROI mensual (\%)} = \frac{\text{Ganancia Mensual}}{\text{Inversión Total}} \times 100 = \frac{4.523.889}{15.476.111} \times 100$$

$$\text{Tiempo de recuperación (meses)} = \frac{\text{Inversión Total}}{\text{Ganancia Mensual}} = \frac{144.000.000}{4.523.889}$$

El análisis de los costos, ganancias y métricas financieras del proyecto evidencia una sólida planificación económica en diferentes etapas, desde el desarrollo inicial del prototipo hasta su implementación en un entorno real.

Durante la fase de desarrollo el costo total es \$144.000.000 COP destacando la importancia del trabajo del equipo de desarrolladores y el uso estratégico de servicios en la nube. En la etapa operativa, los ingresos mensuales de \$20.000.000 COP con los costos operativos de \$15.543.118 COP, aseguran una ganancia mensual neta de \$4.456.882 COP, con un retorno de inversión (ROI) del 28,67 %. Además, el tiempo estimado para recuperar la inversión es de aproximadamente 32 meses, lo cual es razonable para un proyecto en desarrollo.



## Conclusiones

El desarrollo del prototipo ha logrado identificar y documentar los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de seguimiento GPS, lo que ha garantizado que se aborden de manera efectiva las necesidades de los usuarios y las condiciones de tráfico en tiempo real.

El diseño de la arquitectura del sistema y la interfaz de usuario cumple con los objetivos establecidos. Se logró una integración eficiente de las APIs de geolocalización y navegación, proporcionando una experiencia de usuario intuitiva y accesible.

Se ha desarrollado un prototipo funcional utilizando las tecnologías adecuadas, principalmente las APIs de geolocalización. El prototipo es capaz de generar rutas flexibles y ajustar los puntos de parada en función de las condiciones del tráfico en tiempo real, cumpliendo con los estándares establecidos.

Las pruebas realizadas al prototipo demostraron que el sistema proporciona datos precisos sobre el tráfico y los incidentes viales. Estas pruebas validaron que el sistema cumple con los requisitos funcionales y técnicos, confirmando que el sistema es capaz de adaptarse dinámicamente a las condiciones cambiantes del tráfico y ofrecer rutas alternativas eficientes.



## Bibliografías

Amazon Web Services, Inc. (s.f.). ¿Qué es una API? - Explicación de interfaz de programación de aplicaciones. Recuperado de <https://aws.amazon.com/es/what-is/api/>

Astera. (s.f.). ¿Qué es el procesamiento de datos? Definición y etapas. Recuperado de <https://astera.com/es/knowledge-center/what-is-data-processing-definition-and-stages/>

Departamento Administrativo de Movilidad. (s.f.). Informe de congestión y movilidad en Bogotá.

Dongee. (2023, 17 de diciembre). ¿Cómo funciona el GPS en un auto? El secreto detrás del GPS. Recuperado de <https://www.dongee.com/tutoriales/como-funciona-el-gps-en-un-auto/>

FENALCO. (2024). Informe del Sector Automotor a Abril 2024. Recuperado de <https://www.fenalco.com.co/blog/gremial-4/informe-del-sector-automotor-a-abril-2024-2855>

Greenpeace Colombia. (2021). Greenpeace alerta sobre el impacto del transporte en el aire de Bogotá. Recuperado de <https://www.greenpeace.org/colombia/noticia/issues/contaminacion/greenpeace-alerta-sobre-el-impacto-del-transporte-en-el-aire-de-bogota/>

Guzmán, M. (2011). *GPS-Tracking. Sistema de localización y seguimiento GPS*. XIV Concurso de Trabajos Estudiantiles, Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa. Recuperado de <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/142306>

IBM. (s.f.). Location Intelligence. Recuperado de <https://www.ibm.com/mx-es/topics/location-intelligence>

Inmediatum. (2024, 1 de agosto). *Seguimiento GPS: La clave para un control efectivo de los transportistas durante todo el día*. Recuperado de <https://inmediatum.com/blog/logistica/seguimiento-gps-la-clave-para-un-control-efectivo-de-los-transportistas-durante-todo-el-dia/>

Infobae. (2023). *Así va la movilidad en Bogotá: Última encuesta reveló cambios en hábitos de transporte*. Recuperado de *Infobae*.

La República. (2024, 25 de enero). *¿Cómo funciona el sistema de Google Maps que le permite conocer el tráfico en tiempo real?* Recuperado de <https://larepublica.pe/tecnologia/google/2024/01/25/como-funciona-el-sistema-de-google-maps-que-le-permite-conocer-el-trafico-en-tiempo-real-waze-923650>



Michelin Connected Fleet. (s.f.). Rastreo de vehículos por GPS: Ventajas y limitaciones. Recuperado de <https://connectedfleet.michelin.com/es/blog/rastreo-de-vehiculos-por-gps-ventajas-y-limitaciones/>

Movilidad Bogotá. (2024). Proyecto bases del Plan de Desarrollo Distrital 2024-2027. Recuperado de [https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/16-07-2024/20240526\\_proyecto\\_bases\\_pdd\\_2024-2027\\_2.pdf](https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/16-07-2024/20240526_proyecto_bases_pdd_2024-2027_2.pdf)

Observatorio de Movilidad de Bogotá. (2023). Indicadores de movilidad. Recuperado de <https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/indicadores-de-recorridos/>

Quintero, J. R. (2015). Sistemas inteligentes de transporte y nuevas tecnologías en el control y administración del transporte. Recuperado de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/7281/SISTEMAS%20INTELIGENTES%20DE%20TRANSPORTE.pdf?sequence=1>

STAccess. (s.f.). **Localización vehicular**. Recuperado de <https://www.staccess.com.mx/servicios/localizacion-vehicular>

Ticnus. (2024, 12 de octubre). **Guía completa para el desarrollo de aplicaciones con Node.js: Mejores prácticas y herramientas esenciales**. Recuperado de <https://ticnus.com/noticias/desarrollo-de-aplicaciones/guia-completa-para-el-desarrollo-de-aplicaciones-con-node-js-mejores-practicas-y-herramientas-esenciales/>

Urquiza Cuellar, M. L. (2022). **Importancia de la implementación de sistemas inteligentes como apoyo a la gestión del transporte terrestre automotor de carga en Colombia**. Recuperado de <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11655>

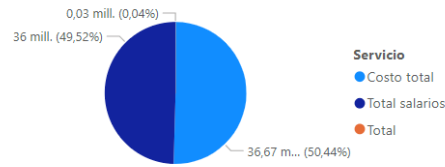
Voz de América. (2024). Bogotá, una de las ciudades con mayores problemas de tráfico del mundo. Recuperado de <https://www.vozdeamerica.com/a/bogota-una-de-las-ciudades-con-mayores-problemas-de-trafico-del-mundo-/7807144.html>



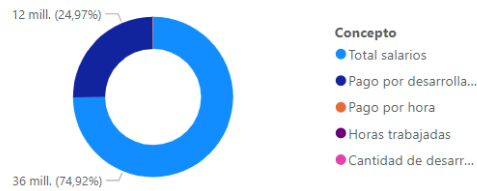
**Anexos**

**Anexo A. Análisis de Costos y Valor de Servicios Tecnológicos.**

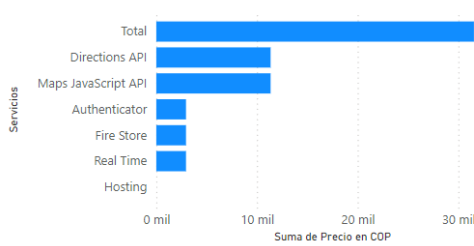
Suma de Precio en COP por Servicio



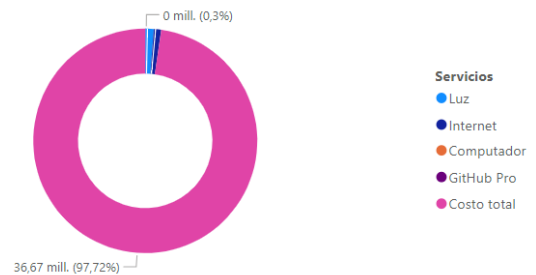
Suma de Valor por Concepto



Suma de Precio en COP por Servicios

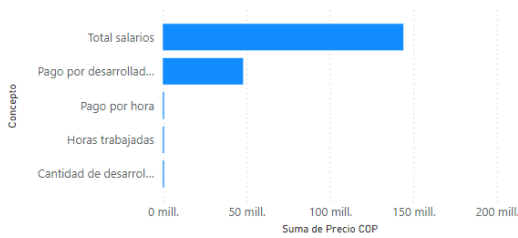


Suma de Costo y Suma de Valor por Servicios



**Anexo B. Evaluación de ROI y Distribución de Costos Operativos**

Suma de Precio COP por Concepto



ROI mensual  
29,23  
Suma de Valor

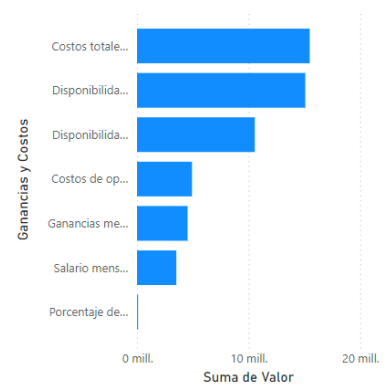
Tiempo de recuperación  
31,83  
Suma de Valor

Mantenimiento y soporte técnico  
223359  
Suma de Precio en COP

Suma de Precio en COP por Servicios



Suma de Valor por Ganancias y Costos



Precio mensual por servicio

200 Suma de Cantidad de usuarios  
100000 Suma de Costo mensual por us...  
20000000 Suma de Total por mes

4.523.889,30 Suma de En...  
12 Suma de Tie...  
54.286.671,60 Suma de Total