

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Computación

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL
PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA
DE TRANSPORTE UNIVERSITARIO (STU)**

Tesis presentada para obtener el grado de

**Licenciado en Ingeniería en
Ciencias de la Computación**

Presenta:

Alan Emanuel Lino Apango

Directora de Tesis:

María Luz Adolfinia Sánchez Gálvez

Director de Tesis:

Mario Anzures García

Abril 2023

Índice General

1. INTRODUCCIÓN	
1.1 PROBLEMA.....	1
2. Aplicaciones Similares	
2.1 Cabify.....	4
2.2 EMT Madrid.....	5
2.3 City Trips.....	6
2.4 Moovit.....	7
2.5 Uber.....	8
2.6 CityMapper.....	8
2.7 Urban Step.....	9
2.8 Amazon Compras.....	10
2.9 Transit.....	10
2.10 Whats app (ubicación en tiempo real).....	11
2.11 Conclusiones del campo del arte.....	12
3. Marco Teórico	
3.1 Aplicación móvil.....	13
3.2 Scrum.....	13
3.3 Flutter.....	14
3.4 Dart.....	15
3.5 Base de Datos.....	16
3.5.1 Firebase.....	16
3.5.2 Authentication.....	17
3.5.3 Firestore Database.....	18
3.6 Google Maps.....	18
4. Desarrollo	
4.1 Aplicación Móvil del Conductor.....	21
4.1.1 Especificación de PBI's.....	21
4.1.2 Especificación del Product Backlog.....	22
4.1.3 Descripción del plan de entregas.....	23
4.1.4 Iteraciones.....	24
4.1.5 Sprint 1.....	24
4.1.5.1 Sprint planning.....	24
4.1.5.2 Detalles de las tareas.....	25
4.1.5.3 Implementación.....	25
4.1.5.4 Pruebas.....	28
4.1.6 Sprint 2.....	30
4.1.6.1 Sprint planning.....	30
4.1.6.2 Detalles de las tareas.....	30
4.1.6.3 Implementación.....	31
4.1.6.4 Pruebas.....	33
4.2 Aplicación móvil del usuario.....	35
4.2.1 Especificación de PBI's.....	35
4.2.2 Especificación del Product Backlog.....	36

4.2.3 Descripción del plan de entregas.....	37
4.2.4 Iteraciones.....	38
4.2.5 Sprint 1.....	38
4.2.5.1 Sprint planning.....	39
4.2.5.2 Detalles de las tareas.....	39
4.2.5.3 Implementación.....	40
4.2.5.4 Pruebas.....	43
4.2.6 Sprint 2.....	44
4.2.6.1 Sprint planning.....	45
4.2.6.2 Detalles de las tareas.....	45
4.2.6.3 Implementación.....	46
4.2.6.4 Pruebas.....	49
4.2.7 Sprint 3.....	50
4.2.7.1 Sprint planning.....	50
4.2.7.2 Detalles de las tareas.....	51
4.2.5.4 Pruebas.....	52
4.3 Aplicación.....	53
4.3.1 App Conductor.....	53
4.3.2 App Estudiante.....	56
5. Conclusiones y trabajo a futuro.....	64
6. Bibliografía.....	65

Índice de Imágenes

Imagen 1. Pantalla de inicio.....	54
Imagen 2. Pantalla del mapa.....	55
Imagen 3. Pantalla del login.....	56
Imagen 4. Pantalla de registro.....	57
Imagen 5. Pantalla de acceso.....	58
Imagen 6. Pantalla de permisos.....	59
Imagen 7. Pantalla de espera.....	60
Imagen 8. Pantalla de mapa.....	61
Imagen 9. Pantalla de polilíneas.....	62
Imagen 10. Pantalla de Horarios.....	63

Índice de Tablas

App Conductor

Tabla 1. Funcionalidades de la aplicación.....	21
Tabla 2. Especificación de los PBI's.....	22
Tabla 3. Lista de PIB's.....	22
Tabla 4. Descripción del plan de entregas.....	23
Tabla 5. PBI's del sprint 1.....	24
Tabla 6. Desarrollo del sprint 1.....	26
Tabla 7. Pruebas del Sprint 1.....	28
Tabla 8. PBI's del sprint 2.....	30
Tabla 9. Desarrollo del Sprint 2.....	31
Tabla 10. Pruebas del Sprint 2.....	33

App Usuario

Tabla 11. Funcionalidades de la aplicación.....	35
Tabla 12. Especificación de los PBI's.....	36
Tabla 13. Lista de PIB's.....	37
Tabla 14. Descripción del plan de entregas.....	38
Tabla 15. PBI's del sprint 1.....	39
Tabla 16. Desarrollo del sprint 1.....	40
Tabla 17. Pruebas del Sprint 1.....	43
Tabla 18. PBI's del sprint 2.....	45
Tabla 19. Desarrollo del sprint 2.....	46
Tabla 20. Pruebas del Sprint 2.....	49
Tabla 21. PBI's del sprint 3.....	50
Tabla 22. Desarrollo del Sprint 3.....	51
Tabla 23. Pruebas del Sprint 3.....	52

1. Introducción

En los últimos años, el avance en las tecnologías de la información ha dado lugar al desarrollo de aplicaciones móviles [1, 2], que es el conjunto de procesos y procedimientos para la escritura de software en pequeños dispositivos inalámbricos de cómputo. Este desarrollo es similar al de aplicaciones web, y tiene sus orígenes en el proceso de desarrollo de software más tradicional. Una diferencia fundamental, es que las aplicaciones (apps) móviles a menudo se escriben específicamente para aprovechar las características únicas que ofrece un dispositivo móvil en particular.

Por otra parte, debido a la creciente inseguridad acontecida en la ciudad de Puebla, el transporte público se ha visto afectado, especialmente para los estudiantes, por lo que se necesita emplear un transporte más seguro, con el cual cuenta la BUAP. Aunque, el transporte es de uso único para la comunidad universitaria, su mayor deficiencia es el incumplimiento de los horarios o cambios de rutas sin previo aviso, debido a situaciones fuera de su control como: tráfico, algún accidente, cierre de calles por manifestaciones o reparaciones etc. Por estos problemas los alumnos hacen poco uso del Sistema de Transporte Universitario (STU) [3].

Existen varias aplicaciones para localizar unidades por medio de una aplicación secundaria diseñada para el conductor como UBER, EMT Madrid, City Trips, Cabify; City Mapper, sin embargo, estas aplicaciones son de uso público en general. Por lo

tanto, no proporcionan la privacidad que necesita el STU para poder brindar la seguridad a los estudiantes.

En consecuencia, en este trabajo de tesis se pretende desarrollar una aplicación móvil, cuyo propósito principal será el poder consultar desde el teléfono móvil la ubicación en tiempo real de las unidades del STU, esto se logrará mediante el uso de un mapa de la ciudad (mediante google maps [4]) con las diferentes rutas que sigue cada unidad de transporte, así como la información de las paradas autorizadas. Para optimizar el funcionamiento del STU, en el menú se colocará la opción de horario, que el usuario podrá descargar en un archivo PDF con los horarios de las diferentes rutas (el usuario podrá cambiar de pantalla para poder ver las imágenes con los horarios de las diferentes rutas). Para acceder a la aplicación será necesario que el usuario se registre previamente para poder utilizarla. Por tanto, con la aplicación móvil se puede:

1. Hacer más frecuente el uso del servicio STU.
2. Mejorar el servicio en cuanto a tiempo.
3. Ayudar a los alumnos de nuevo ingreso a encontrar la ruta más óptima para ellos.
4. Dejar claras las paradas y rutas autorizadas.
5. Saber cuándo se tenga algún cambio de tiempo o ruta.
6. Que el uso del servicio sea de uso exclusivo para la comunidad universitaria activa.
7. Aumentar la demanda del uso del servicio para que se tengan más salidas.
8. Monitorear de las unidades para dar más seguridad a los usuarios.

El objetivo general de este trabajo de tesis es desarrollar una aplicación móvil con el objetivo principal de monitorear la ubicación en tiempo real de las unidades del STU.

Mientras, que los objetivos específicos son:

- Desarrollar en Android Studio (flutter) [5, 6, 7] una aplicación móvil para que la comunidad universitaria pueda acceder a información sobre el STU como, ubicación en tiempo real, horarios, rutas y paradas autorizadas.
- Implementar una base de datos (firebase) donde se registren los usuarios (comunidad universitaria) para que sea de uso exclusivo.
- Dentro de esa base de datos (firestore) se enviarán las coordenadas de la unidad, donde las almacenará y el usuario podrá consultarlas para saber la ubicación exacta.

La tesis está estructurada de la siguiente forma: La sección 2 presenta, las aplicaciones similares destacando las funciones comunes, así como los pros y los contras de las mismas. La sección 3 describe, brevemente, los fundamentos teóricos del trabajo de tesis. La sección 4 explica el desarrollo de la aplicación móvil para la optimización del sistema de transporte universitario (STU). La sección 5 muestra los resultados. Finalmente, la sección 6 proporciona las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Aplicaciones Similares

El estado del arte es una modalidad de la investigación documental que permite el estudio del conocimiento acumulado (escrito en textos) dentro de un área específica. Sus orígenes se remontan a los años ochenta, época en la que se utilizaba como herramienta para compilar y sistematizar información especialmente el área de ciencias sociales, sin embargo, en la medida en que estos estudios se realizaron con el fin de hacer balances sobre las tendencias de investigación y como punto de partida para la toma de decisiones, el estado del arte se posicionó como una modalidad de investigación.

En esta sección se explican las principales aplicaciones, que son similares a la que se desarrolla en este trabajo de tesis.

2.1. Cabify

Es una aplicación para hacer viajes en los que el servicio es brindado por autos particulares [8].

- **Gestiones que realiza:** A diferencia del autobús o un taxi, te ofrece todos los lujos: un vehículo limpio y moderno con agua, aire acondicionado y tu música preferida.

- **Características:** Cabify es la mejor manera de moverse por la ciudad. Instale la aplicación y solicite un automóvil con un par de toques: en cuestión de minutos, su conductor privado vendrá a recogerlo.
- **Similitudes:** registro de usuario, ubicación en tiempo real.
- **Ventajas:** Recibe información sobre tu vehículo y tu conductor, y rastrea el viaje en tiempo real, elija sus preferencias de viaje, como la música o la temperatura del automóvil y su tarjeta de crédito/débito o PayPal se cargará automáticamente a través de la aplicación, sin necesidad de efectivo.
- **Desventajas:** solo acepta prepago y es de uso privado.

2.2. EMT Madrid

Con esta aplicación tenemos acceso a toda la información de la oferta de Servicios de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid [9].

- **Gestiones que realiza:** podemos ver qué paradas tenemos alrededor, calcular rutas, consultar tiempos de espera de autobús, obtener información sobre toda la red de líneas y paradas y configurar nuestras paradas favoritas para tenerlas siempre a mano.
- **Características:** podemos capturar los códigos de las paradas con nuestro teléfono para ubicarnos automáticamente en el lugar en el que estamos y consultar el saldo de nuestra tarjeta de transporte.
- **Similitudes:** marcaje de paradas y de rutas, ocupa tu ubicación.

- **Ventajas:** hace cálculos de tiempo, puedes marcar tus paradas personalizadas, admite el pago desde la app y te da tu saldo.
- **Desventajas:** de información por medio del cálculo y no es exacta.

2.3.City Trips

Permite moverse por la ciudad de forma más fácil y dinámica por sus múltiples formas de transporte con las que cuenta [10].

- **Gestiones que realiza:** Encontrar todas las opciones para moverte en una sola App, elegir la mejor opción de movilidad compartida en cada momento (coche, moto, bici y transporte público) y decidir al momento, ahorrar tiempo y dinero y ser más ecológico.
- **Características:** proporciona una forma de moverte más ágil debido a las formas de transporte que incluye que son auto, transporte público y bicicleta.
- **Similitudes:** utiliza mapas, localización del usuario, y paradas marcadas ya establecidas.
- **Ventajas:** debido a que tiene varias formas en las que te puedes transportar y te dice cuáles son las estaciones más cercanas a tu localización.
- **Desventajas:** no permite la ubicación en tiempo real de las unidades.

2.4. Moovit

Es una App con todas las opciones de transporte local, cómodo, inteligente y sencillo contamos con información del transporte público, perfeccionada por los usuarios [7]. El sistema está elaborado en J2EE (Java Platform, Enterprise Edition) y corre en su propio servidor llamado Resin.

- **Gestiones que realiza:** Combinando todas las opciones de transporte público en una única App, Moovit te permite obtener el control total de tus trayectos en transporte público, disfrutando de una tranquilidad que hasta ahora desconocías.
- **Características:** Bicicletas compartidas en tiempo real de llegada, cobertura global en más de 2500 ciudades, pantalla exclusiva para ver el mapa de tren por paradas, alertas de servicio y mapas sin conexión.
- **Similitudes:** Registros de usuario, mapas de la ciudad y las paradas autorizadas.
- **Ventajas:** Fácil de empezar al no requerir conocimientos técnicos para empezar. Baja o nula inversión inicial. Acceso a gran audiencia. Menos publicidad y mercadotecnia. Genera confianza para comprar.
- **Desventajas:** La información al ser proporcionada a los usuarios no es exacta, desfases de tiempo en ubicación.

2.5. UBER

Es una aplicación de viaje compartido para viajes rápidos y confiables en minutos, día o noche [8]. El desarrollo de la aplicación se elaboró en Python, Node.js: Go, y Java

- **Gestiones que realiza:** No hay necesidad de aparcar o esperar un taxi o un autobús. Con Uber, solo toca solicitar transporte, y es fácil pagar con crédito o dinero en efectivo en ciudades selectas.
- **Características:** La aplicación usa tu ubicación para que tu conductor sepa dónde recogerte. Verás la imagen de tu conductor, los detalles del vehículo y podrás rastrear su llegada al mapa. El pago se puede realizar con tarjeta de crédito, efectivo en ciudades seleccionadas, Android Pay, PayPal y más.
- **Similitudes:** Registro de usuario y ubicación en tiempo real del transporte.
- **Ventajas:** No hay necesidad de aparcar o esperar un taxi o un autobús.
- **Desventajas:** Es una aplicación de uso de prepago y privado, alcances a público limitados.

2.6. CityMapper

Es un servicio de navegación que ofrece ayudar a transportarse alrededor de la ciudad por diferentes vías, ya sea a pie, con coche o transporte público [9]. El cual permite planificar rutas, ya sea por el metro, metrobús, tren suburbano, tren ligero,

trolebús, o RTP, de la forma más fácil y rápida posible, y de hecho con sus actualizaciones, ya se pueden también planificar rutas de peseros.

- **Características:** Nos muestran las distintas alternativas disponibles: andando, en bicicleta, en taxi o con distintas combinaciones de transporte público, listando el tiempo de trayecto en cada una de ellas.
- **Similitudes:** Registro de usuario y mapas.
- **Ventajas:** Puedes consultar detalles de una ruta o marcar tu origen y destino en cuestión de segundos, a veces incluso en la mitad de tiempo que en otras aplicaciones.
- **Desventajas:** Limitado a mostrar los medios de transporte, como inconveniente la información no es tiempo real.

2.7. Urban step

Esta aplicación permite consultar los horarios y planificar los recorridos. La tecnología que utiliza es: Android Studio, PHP y XML [10].

- **Gestiones que realiza:** En el modo mapa, podemos usar nuestra ubicación actual mediante GPS o triangulación de antenas. Con ello conseguimos ver las paradas de bus que tengamos en los alrededores.
- **Características:** Nos muestran las distintas alternativas disponibles: andando, en bicicleta, en taxi o con distintas combinaciones de transporte público, listando el tiempo de trayecto en cada una de ellas.
- **Similitudes:** Registro de usuario y mapas.

- **Desventajas:** No muestra la ubicación del transporte ofrecido en tiempo real.

2.8. Amazon Compras

Uno de los servicios que ofrece Amazon compras a sus clientes es “seguimiento de su pedido”, esto se refiere a que cuando tu paquete sale de sus bodegas hacia el domicilio de entrega puedes observar cómo se está trasladando en tiempo real dentro del mapa que aparece en la pantalla [15]. En el desarrollo de esta plataforma se utilizó **JavaScript, Java, C + +, Perl**.

- **Gestiones que realiza:** puedes observar y seguir dentro del mapa de la aplicación el movimiento en tiempo real de tu pedido.
- **Características:** Una vez que tengas el número de tu pedido puedes hacer un seguimiento y saber en qué momento llegó a su destino.
- **Similitudes:** Registro de usuario y ubicación en mapas en tiempo real.
- **desventajas:** La ubicación es solo mostrada al usuario que realizó el pedido.

2.9. Transit

Transit te muestra todas las opciones de transporte cercanas, así como los horarios de salida, acceso instantáneo a la información que más necesitas. Planifica rápidamente una nueva ruta, o alquila una bicicleta pública [16].

- **Gestiones que realiza:** visualización de horarios y vehículos, obtenga instrucciones de navegación paso a paso con GO,

- **Características:** muestra horarios de los distintos tipos de transporte de la ciudad de Nueva York (tren, autobús, metro) y también puedes organizar un horario de ruta
- **Similitudes:** muestra los horarios de los transportes y rutas.
- **Desventajas:** no nos ofrece la ubicación en tiempo real del transporte, solo funciona para la ciudad de Nueva York

2.10. Whats App (ubicación en tiempo real)

La función de ubicación en tiempo real te permite compartir tu ubicación durante un período específico con los participantes de un chat grupal o con un contacto en un chat individual. Puedes controlar si quieres compartir tu ubicación en tiempo real y por cuánto tiempo. También puedes dejar de compartir tu ubicación en cualquier momento. Una vez que decidas dejar de compartirla o finalice el plazo elegido, tu ubicación en tiempo real ya no se compartirá. Las personas con quienes la compartiste seguirán viendo la ubicación como una imagen estática en miniatura y pueden tocarla para ver la ubicación actualizada más reciente [17].

En el desarrollo de esta aplicación se utilizó el lenguaje de programación **Erlang**.

- **Gestiones que realiza:** visualización de la ubicación de un dispositivo durante un tiempo determinado
- **Características:** muestra tu ubicación en tiempo real a un usuario o a un grupo.

- **Similitudes:** puede mostrar a uno o más usuarios la ubicación de cierto dispositivo que la comparte.
- **Desventajas:** solo se muestra durante un tiempo determinado, los usuarios a los que compartes esa ubicación deben estar registrados como tus contactos

2.11 Conclusiones del Campo del Arte

Podemos observar como existen varias Aplicaciones móviles que realizan tareas e incorporan tecnologías similares a la StuApp y al tomar en cuenta el tamaño de la universidad la cantidad de alumnos que usan el servicio y la variedad de rutas que realiza el STU es necesario tener una aplicación que permita a los alumnos una forma más óptima de conocer el Sistema de Transporte Universitario. Distintas universidades tienen sistemas de transporte privado similar al de la Buap, pero ninguna complementa este servicio con alguna App para poder dar este tipo de información a sus alumnos.

3. Marco teórico

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos que sustentan este trabajo de tesis.

3.1. Aplicación móvil

Las aplicaciones móviles son programas diseñados para ser ejecutados en celulares, tabletas y otros dispositivos móviles que permiten al usuario realizar actividades profesionales, acceder a servicios, mantenerse informado, entre otro universo de posibilidades.

El internet de las cosas (IoT, *Internet of Things*) describe la red de objetos físicos ("cosas") que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas [18] [19].

3.2. Scrum

Es un proceso donde se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto.

En Scrum se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto [20].

3.3. Flutter

Flutter es un framework que permite el desarrollo de un proyecto de programación. Es gratuito y de código abierto, y fue creado por Google en mayo de 2017.

Básicamente, permite crear una aplicación móvil nativa con una sola base de código. ¿Qué significa esto? Que puede usar un lenguaje de programación y una base de código para crear dos aplicaciones diferentes (para iOS y Android). Esta es, quizás, la principal ventaja de lo que es Flutter y lo que lo hace súper valioso.

Como se explica en el sitio web de Flutter, estas son sus principales características:

- **Desarrollo Rápido.** Bastan sólo unos segundos para darle vida a una aplicación con Flutter. El Hot Reload permite usar un completo set de widgets personalizables para crear interfaces nativas de forma veloz y eficiente, así como corregir bugs más rápido. Asimismo, los tiempos de recarga te llevarán menos de un segundo, sin perder el estado, en emuladores, simuladores, y dispositivos para iOS y Android.

UI expresiva y flexible

Flutter te permite diseñar rápidamente funcionalidades con el foco en la experiencia de usuario nativa. “La arquitectura en capas permite una completa personalización,

que resulta en un renderizado increíblemente rápido y diseños expresivos y flexibles”, explican en el sitio web.

En el catálogo de widgets podrás encontrar elementos visuales, estructurales, de plataforma, e interactivos.

Rendimiento nativo

Los widgets que están disponibles en Flutter ya tienen incorporadas las diferencias que pueden resultar críticas entre distintas plataformas, como el scrolling, la navegación o los iconos y fuentes. Esto permite brindar un rendimiento nativo, ya sea en iOS o Android [21].

3.4. Dart

Dart es un lenguaje *open source* desarrollado en Google con el objetivo de permitir a los desarrolladores utilizar un lenguaje orientado a objetos y con análisis estático de tipo. Desde la primera versión estable en 2011, Dart ha cambiado bastante, tanto en el lenguaje en sí como en sus objetivos principales

A diferencia de muchos lenguajes, Dart se diseñó con el objetivo de hacer el proceso de desarrollo lo más cómodo y rápido posible para los desarrolladores. Por eso, viene con un conjunto bastante extenso de herramientas integrado, como su propio gestor de paquetes, varios compiladores/transpiladores, un analizador y formateador. Además, la máquina virtual de Dart y la compilación *Just-in-Time* hacen que los cambios realizados en el código se puedan ejecutar inmediatamente.

Una vez en producción, el código se puede compilar en lenguaje nativo, por lo que no es necesario un entorno especial para ejecutarlo.

En cuanto a la sintaxis, la de Dart es muy similar a lenguajes como JavaScript, Java y C ++, por lo que aprender Dart sabiendo uno de estos lenguajes es cuestión de horas.

Además, Dart consta de un gran apoyo para la asincronía, y trabajar con generadores e iterables es extremadamente sencillo [22].

3.5. Base de datos

Una base de datos es una herramienta para recopilar y organizar información. Las bases de datos pueden almacenar información sobre personas, productos, pedidos u otras cosas [23].

3.5.1. Firebase

Firebase de Google es una plataforma en la nube para el desarrollo de aplicaciones web y móviles. Está disponible para distintas plataformas (iOS, Android y web), con lo que es más rápido trabajar en el desarrollo.

Aunque fue creada en 2011 pasó a ser parte de Google en 2014, comenzando como una base de datos en tiempo real. Sin embargo, se añadieron más y más funciones que, en parte, permitieron agrupar los SDK de productos de Google con distintos fines, facilitando su uso.

Su función esencial es hacer más sencilla la creación de tanto aplicaciones webs como móviles y su desarrollo, procurando que el trabajo sea más rápido, pero sin renunciar a la calidad requerida.

Sus herramientas son variadas y de fácil uso, considerando que su agrupación simplifica las tareas de gestión a una misma plataforma. Las finalidades de las mismas se pueden dividir en cuatro grupos: desarrollo, crecimiento, monetización y análisis. Es especialmente interesante para que los desarrolladores no necesiten dedicarle tanto tiempo al backend, tanto en cuestiones de desarrollo como de mantenimiento.

3.5.2. Authentication

La identificación de los usuarios de una App es necesaria en la mayoría de los casos si estos quieren acceder a todas sus características.

Firebase ofrece un sistema de autenticación que permite tanto el registro propiamente dicho (mediante email y contraseña) como el acceso utilizando perfiles de otras plataformas externas (por ejemplo, de Facebook, Google o Twitter), una alternativa muy cómoda para usuarios reacios a completar el proceso.

Así, este tipo de tareas se ven simplificadas, considerando también que desde aquí se gestionan los accesos y se consigue una mayor seguridad y protección de los datos. Se debe mencionar que Firebase puede guardar en la nube los datos de inicio de sesión con total seguridad, evitando que una persona tenga que identificarse cada vez que abra la aplicación.

3.5.3. Firestore database

Una de las herramientas más destacadas y esenciales de Firebase son las bases de datos en tiempo real. Estas se alojan en la nube, son No SQL y almacenan los datos como JSON. Permiten alojar y disponer de los datos e información de la aplicación en tiempo real, manteniéndolos actualizados, aunque el usuario no realice ninguna acción.

Firebase envía automáticamente eventos a las aplicaciones cuando los datos cambian, almacenando los datos nuevos en el disco. Aunque no hubiera conexión por parte de un usuario, sus datos estarían disponibles para el resto y los cambios realizados se sincronizarían una vez restablecida la conexión [24].

3.6. Google Maps

Google Maps es un servicio de aplicaciones de ubicación con el que se pueden obtener imágenes de casi cualquier parte del mundo, así como visualizar fotografías y obtener indicaciones para llegar. El mismo muestra una perspectiva satelital y aérea de los diferentes países o ciudades a nivel mundial, permitiendo incluso mirar casas, edificios, etc., de diferentes regiones.

Esta aplicación sirve para obtener la ubicación exacta de cualquier punto específico en el mapa, permitiendo, además, la posibilidad de conocer las coordenadas y posibles rutas de acceso al mismo. Puesto que, ofrece diferentes funciones de

geolocalización con las que es muy simple saber dónde queda un local comercial, sitio turístico, establecimiento público, etc. [25].

4. Desarrollo

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la metodología ágil Scrum, para hacer una entrega más rápida y funcional de cada uno de los sprints (ejecución de iteración de avances del proyecto), conforme a esta metodología surgieron varios cambios tanto en la interfaz de la aplicación como en la tecnología utilizada. El framework utilizado es flutter, que cuenta con una amplia variedad de librerías e interfaz que se adaptan perfectamente a las necesidades de la aplicación.

Basado en las tecnologías estudiadas en el estado del arte y dada la complejidad del proyecto se tomó la decisión de hacer 2 aplicaciones una para el conductor y otra para los usuarios que hacen uso de él STU.

- La especificación de los Product Backlog ítems (PBI's) a manera de historias de usuario, con su estimación y prioridad de acuerdo a las funcionalidades de la aplicación y conforme al desarrollo del proyecto.
- La especificación de los PBI's ordenado por prioridades.
- La descripción del plan de entregas o *release plan*.

4.1. Aplicación móvil conductor

La aplicación móvil para el conductor (ver Tabla 1) se centra en que el conductor pueda compartir su ubicación.

Tabla 1. Funcionalidades de la aplicación.

ID	Funcionalidad
F-01	Dar el control al conductor de poder iniciar o finalizar una ruta.
F-02	Mostrarle en el mapa su ubicación en tiempo real.

4.1.1 Especificación de PBI's

De acuerdo a la metodología se definieron los PBI's con su respectiva estimación (considerada en horas), es decir, el tiempo estimado para finalizar el PBI y también su prioridad como podemos ver en la tabla 2.

Tabla 2. Especificación de los PBI's.

PBI	Estimación	Prioridad
Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.	4	0
Como usuario, quiero una aplicación en la que pueda iniciar y terminar una ruta de manera sencilla.	2	3
Como usuario, quiero poder ver mi ubicación en el mapa.	2	0
Como administrador, quiero una base de datos fácil de manejar.	2	4

4.1.2 Especificación del Product Backlog

En la tabla 3, se especifica el Product Backlog, que es la lista de los PBI's ordenados por prioridad e identificados por un ID como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Lista de PIB's

ID	PBI	Estimación	Prioridad
PBI-001	Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.	4	0
PBI-002	Como usuario, quiero poder ver mi ubicación en el mapa.	2	0
PBI-003	Como usuario, quiero una aplicación en la que pueda iniciar y terminar una ruta de manera sencilla.	2	3

PBI-004	Como administrador, quiero una base de datos fácil de manejar.	2	4
----------------	--	---	---

4.1.3 Descripción del plan de entregas

El plan de entregas describe los PIB's a desarrollar en cada entrega y las fechas a desarrollar en cada entrega y las fechas para estas como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Descripción del plan de entregas

ID	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de entrega	Identificador de PBI
R1	Entrega 1	19-septiembre-2022	17-octubre-2022	PBI-001 PBI-002
R2	Entrega 2	17-octubre-2022	31-octubre-2022	PBI-003 PBI-004

4.1.4 Iteraciones.

Conforme a las fechas de inicio y entrega los sprints duraron 10 días hábiles y debido a la estimación y prioridad de los PBI's.

4.1.5 Sprint 1

Se detallarán todas las actividades realizadas en el sprint 1.

4.1.5.1 Sprint planning

Para este sprint se tomaron en cuenta los siguientes PBI's, presentados en la tabla 5.

Tabla 5. PBI's del sprint 1

PBI-001	Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.	0
PBI-002	Como usuario, quiero poder ver mi ubicación en el mapa.	0

4.1.5.2 Detalles de las tareas

PBI.001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.

- Diseñar la interfaz de la pantalla de inicio de la aplicación.
- Diseñar la pantalla de permisos de uso del GPS.
- Diseñar la pantalla de espera para el usuario.

PBI-002: Como usuario, quiero poder ver mi ubicación en el mapa.

- Diseñar la pantalla del mapa.
- Consumir la API de Google maps.
- Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa.

4.1.5.3 Implementación

En la tabla 6 detallamos la realización de las tareas de los PIB's dentro de todo el sprint.

Tabla 6. Desarrollo del sprint 1

Fecha: Inicio		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.		
Diseño de la interfaz de inicio.		
Diseño de la pantalla de permisos para el uso del GPS.		
Diseño de la pantalla de espera y activar el GPS para el usuario.		
PBI-002: Como usuario, quiero poder ver mi ubicación en el mapa.		
Diseño de la pantalla del mapa		
Consumir la API de Google maps		
Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa		

Fecha: Mitad		
TO DO	IN PROGRESS	DONE

PBI-001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.		
	Diseño de la interfaz de inicio.	
	Diseño de la pantalla de permisos para el uso del GPS.	
	Diseño de la pantalla de espera y activar el GPS para el usuario.	
PBI-002: Como usuario, quiero poder ver mi ubicación en el mapa.		
	Diseño de la pantalla del mapa	
	Consumir la API de Google maps	
	Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa	

Fecha: Final		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.		
		Diseño de la interfaz de inicio.
		Diseño de la pantalla de permisos para el uso del GPS.

		Diseño de la pantalla de espera y activar el GPS para el usuario.
PBI-002: Como usuario, quiero poder ver mi ubicación en el mapa.		
		Diseño de la pantalla del mapa
		Consumir la API de Google maps
		Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa

4.1.5.3 Pruebas

En este apartado realizamos las pruebas (véase la tabla 7) necesarias para optimizar los estados de la aplicación.

Tabla 7. Pruebas del Sprint 1

PBI-001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.	
Tarea	Resultado
Diseño de la interfaz de inicio.	Consta de: • Un AppBar con el título “iniciar ruta”. • Un botón para iniciar el recorrido, que al presionarlo te dirige a la pantalla del mapa.
Diseño de la pantalla de permisos para el uso del GPS.	• Cuando se despliega la App por primera vez se muestra una pantalla con el mensaje “Es necesario el acceso al GPS” y un

	botón con el mensaje “Solicitar Acceso” que al presionar despliega las opciones del dispositivo móvil para permitir o denegar el acceso, en caso de denegar el acceso al GPS se tendrá que hacer de forma manual en las configuraciones del dispositivo.
Diseño de la pantalla de espera y activar el GPS para el usuario.	El trabajo de esta pantalla es informarle al usuario que se está llevando a cabo la conexión a la API de Google maps con el mensaje “Espere por favor...”, o se le pide al usuario que active el GPS del dispositivo con el mensaje “Debe habilitar el GPS”.
PBI 002: Como usuario, quiero poder ver mi ubicación en el mapa.	
Diseño de la pantalla del mapa	Consta de: - Un AppBar con el título “STU App” y junto a él un botón con una flecha para salir de la pantalla del mapa. - En el BODY de la pantalla es donde se muestra el mapa una vez se tenga conexión a la API.
Consumir la API de Google maps	El consumo de la API de Google maps es para mostrar el mapa en el BODY de la pantalla.
Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa	Se realiza una petición al GPS del dispositivo para obtener sus coordenadas (latitud y longitud) para mostrar dentro del mapa la ubicación del dispositivo con un punto azul.

4.1.6 Sprint 2

Se detallarán todas las actividades realizadas en el sprint 2.

4.1.6.1 Sprint planning

Para este sprint se tomaron en cuenta los siguientes PBI's (véase la tabla 8).

Tabla 8. PBI's del sprint 2

PBI-003	Como usuario, quiero una aplicación en la que pueda iniciar y terminar una ruta de manera sencilla.	1
PBI-004	Como administrador, quiero una base de datos fácil de manejar.	1

4.1.3.2 Detalles de las tareas

PBI-003: Como usuario, quiero una aplicación en la que pueda iniciar y terminar una ruta de manera sencilla.

- Dar funcionalidad a los botones de “INICIAR” en la pantalla principal y la flecha de salida en el AppBar de la pantalla del mapa.

PBI-004: Como administrador, quiero una base de datos fácil de manejar.

- Crear una base de datos que almacene y actualice los datos obtenidos del GPS del o los dispositivos.

4.1.3.3 Implementación.

En esta implementación, se detalla la realización de las tareas de los PBI's (véase la tabla 9) dentro de todo el sprint, es decir, cómo se fueron realizando a inicio, mitad y final de éste.

Tabla 9. Desarrollo del Sprint 2

Fecha: Inicio		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-003: Como usuario, quiero una aplicación en la que pueda iniciar y terminar una ruta de manera sencilla.		
Crear el backend para los botones		
PBI-004: Como administrador, quiero una base de datos fácil de manejar.		
Crear la base de datos		

Fecha: Inicio		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-003: Como usuario, quiero una aplicación en la que pueda iniciar y terminar una ruta de manera sencilla.		
crear el CRUD de la App a la DB		
Fecha: Mitad		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-003: Como usuario, quiero una aplicación en la que pueda iniciar y terminar una ruta de manera sencilla.		
	Crear el backend para los botones	
PBI-004: Como administrador, quiero una base de datos fácil de manejar.		
	Crear la base de datos	

	Crear el CRUD de la App a la DB	
Fecha: Final		
TO DO	IN PROGRESS	DONE

PBI-003: Como usuario, quiero una aplicación en la que pueda iniciar y terminar una ruta de manera sencilla.		
		Crear el backend para los botones
PBI-004: Como administrador, quiero una base de datos fácil de manejar.		
		Crear la base de datos
		Crear el CRUD de la App a la DB

4.1.6.4 Pruebas.

En este apartado realizamos las pruebas (véase la tabla 10) necesarias para optimizar los estados de la aplicación.

Tabla 10. Pruebas del Sprint 2.

PBI-003: Como usuario, quiero una aplicación en la que pueda iniciar y terminar una ruta de manera sencilla.	
Tarea	Resultado
Crear el backend para los botones	La funcionalidad de los botones consiste en: • Al presionar el botón de inicio mueve la pantalla principal hacia la página del mapa e inicia el CRUD hacia FIREBASE y de esta manera se inicia el viaje. • Cuando nos encontramos en la pantalla del

	mapa en la parte superior izquierda encontramos una flecha de retroceso, que al presionarla termina el viaje, es decir, mueve la pantalla del mapa hacia la pantalla de inicio y termina el enlace con la base de datos
PBI-004: Como administrador, quiero una base de datos fácil de manejar.	
Tarea	Resultado
Crear la base de datos	La base de datos está creada en FIREBASE con la siguiente estructura: • Coordenadas: es el Nombre de la colección. • Documentos: se crearán con un nombre de forma aleatoria cada vez que se inicie un viaje. • Campo: este incluye dos variables de tipo número llamados lat y lng que a su vez guardan y actualizan las coordenadas de latitud y longitud enviados por el GPS del dispositivo.
Crear el CRUD de la App a la DB	El CRUD de la aplicación cada vez que se presiona el botón INICIAR crea dentro de la base de datos "coordenadas" un nuevo documento con un nombre aleatorio y este documento recibe los campos lat y lng del GPS del dispositivo, cuando se presiona el botón de SALIR este elimina el documento creado.

4.2. Aplicación móvil del usuario.

Tabla 11. Funcionalidades de la aplicación.

ID	Funcionalidad
F-01	Crear un usuario y login para poder entrar a la aplicación.
F-02	Poder ver la ubicación del STU en tiempo real.
F-03	Ver las rutas del STU trazadas en el mapa.
F-04	Conocer los horarios de las rutas del STU.

4.2.1 Especificación de PBI's

De acuerdo a la metodología se definieron los PBI's con su respectiva estimación (considerada en horas), es decir, el tiempo estimado para finalizar el PBI y también su prioridad como podemos ver en la tabla 12.

Tabla 12. Especificación de los PBI's.

PBI	Estimación	Prioridad
Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.	4	0
Como usuario y administrador quiero un registro y login de los usuarios.	4	0
Como usuario, quiero poder ver la ubicación del conductor o conductores que estén haciendo un recorrido en ese momento en un mapa en tiempo real.	4	1
Como usuario, quiero poder ver las rutas de recorridos autorizados trazados en el mapa.	2	1
Como usuario, quiero poder ver los horarios de los diferentes recorridos.	2	2

4.2.2 Especificación del Product Backlog

En la tabla 13, se especifica el Product Backlog, que es la lista de los PBI's ordenados por prioridad e identificados por un ID como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13. Lista de PIB's

ID	PBI	Estimación	Prioridad
PBI-001	Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.	4	0
PBI-002	Como usuario y administrador quiero un registro y login de los usuarios.	4	0
PBI-003	Como usuario, quiero poder ver la ubicación del conductor o conductores que estén haciendo un recorrido en ese momento en un mapa en tiempo real.	4	1
PBI-004	Como usuario, quiero poder ver las rutas de recorridos autorizados trazados en el mapa.	2	1
PBI-005	Como usuario, quiero poder ver los horarios de los diferentes recorridos.	2	2

4.2.3 Descripción del plan de entregas

El plan de entregas describe los PIB's a desarrollar en cada entrega y las fechas a desarrollar en cada entrega y las fechas para estas como se muestra en la tabla 4.

Tabla 14. Descripción del plan de entregas

ID	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de entrega	Identificador de PBI
R1	Entrega 1	7-noviembre-2022	12-diciembre-2022	PBI-001
				PBI-002
R2	Entrega 2	19-diciembre-2022	23-enero-2023	PBI-003
				PBI-004
R3	Entrega 3	30-enero-2023	6-febrero-2023	PBI-005

4.2.4 Iteraciones.

Conforme a las fechas de inicio y entrega los sprints duraron 25 días hábiles y debido a la estimación y prioridad de los PBI's.

4.2.5 Sprint 1

Se detallarán todas las actividades realizadas en el sprint 1.

4.2.5.1 Sprint planning

Para este sprint se tomaron en cuenta los siguientes PBI's, presentados en la tabla 15.

Tabla 15. PBI's del sprint 1

PBI-001	Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.	0
PBI-002	Como usuario y administrador quiero un registro y login de los usuarios.	0

4.2.5.2 Detalles de las tareas

PBI.001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.

- Diseñar la interfaz de dos pantallas una para el mapa y otra para los horarios.
- Diseñar el Bottom Navigation Bar para movernos entre pantallas.
- Diseñar la pantalla de permisos de uso del GPS.
- Diseñar la pantalla de espera para el usuario.

PBI-002: Como usuario y administrador quiero un registro y login de los usuarios.

- Diseñar la pantalla de login.
- Diseñar la pantalla de registro.
- Consumir la API de Firebase Authentication.

4.2.5.3 Implementación

En la tabla 16 detallamos la realización de las tareas de los PIB's dentro de todo el sprint.

Tabla 16. Desarrollo del sprint 1

Fecha: Inicio		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.		
Diseño de la pantalla del mapa y pantalla de horarios.		
Diseño de la Barra de navegación.		
Diseño de la pantalla de permisos para el uso del GPS.		
Diseño de la pantalla de espera y activar el GPS para el usuario.		
PBI-002: Como usuario y administrador quiero un registro y login de los usuarios.		

Fecha: Inicio		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.		
Diseñar la pantalla de login.		
Diseñar la pantalla de registro.		
Consumir API de Firebase Authentication.		

Fecha: Mitad		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.		
	Diseño de la pantalla del mapa y pantalla de horarios.	
	Diseño de la Barra de navegación.	
	Diseño de la pantalla de permisos para el uso del GPS.	
	Diseño de la pantalla de espera y activar el GPS para el usuario.	
PBI-002 :Como usuario y administrador quiero un registro y login de los usuarios.		

	Diseñar la pantalla de login.	
	Diseñar la pantalla de registro.	
	Consumir API de Firebase Authentication.	

Fecha: Final		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.		
		Diseño de la pantalla del mapa y pantalla de horarios.
		Diseño de la Barra de navegación.
		Diseño de la pantalla de permisos para el uso del GPS.
		Diseño de la pantalla de espera y activar el GPS para el usuario.
PBI-002: Como usuario y administrador quiero un registro y login de los usuarios.		
		Diseñar la pantalla de login.
		Diseñar la pantalla de registro.
		Consumir API de Firebase Authentication.

4.2.5.4 Pruebas.

En este apartado realizamos las pruebas (véase la tabla 17) necesarias para optimizar los estados de la aplicación.

Tabla 17. Pruebas del Sprint 1.

PBI-001: Como usuario y administrador, quiero una aplicación fácil de manejar, con una interfaz amigable y funcional.	
Tarea	Resultado
Diseño de la pantalla del mapa y pantalla de horarios.	La App cuenta con 2 pantallas: • Pantalla de mapa: En esta pantalla se encuentra el mapa donde se podrá visualizar el o los conductores que estén activos (en ruta). • Pantalla de horario: En esta pantalla se encontrarán cargadas las imágenes de los horarios de los recorridos del STU.
Diseño de la Barra de navegación.	• Esta barra se encuentra en la parte inferior de la pantalla y nos ayudará a movernos entre las pantallas de mapa y de horarios.
Diseño de la pantalla de permisos para el uso del GPS.	• Cuando se despliega la App por primera vez se muestra una pantalla con el mensaje “Es necesario el acceso al GPS” y un botón con el mensaje “Solicitar Acceso” que al presionar despliega las opciones del dispositivo móvil para permitir o denegar el acceso, en caso de denegar el acceso al GPS se tendrá que hacer de forma manual en las configuraciones del dispositivo.
Diseño de la pantalla de espera y activar el GPS para el usuario.	• El trabajo de esta pantalla es informarle al usuario que se está llevando a cabo la conexión a la API de Google maps con el mensaje “Espere por favor...”, o

	se le pide al usuario que active el GPS del dispositivo con el mensaje "Debe habilitar el GPS".
PBI-002: Como usuario y administrador quiero un registro y login de los usuarios.	
Tarea	Resultado
Diseñar la pantalla de login.	La pantalla del login será la primera pantalla que se despliega al abrir la aplicación por primera vez o al cerrar la sesión y consta de un 2 apartados para introducir tu correo y tu contraseña, y un par de botones, el primero es el de ingresar una vez que tengas llenos los 2 campos anteriores puedes presionarlo y entrar en la aplicación y el otro botón es el de Registro en caso de que aún no estés registrado en la aplicación al presionar te llevara a otra pantalla donde puedes llevar a cabo el registro.
Diseñar la pantalla de registro.	La pantalla de registro cuenta con 2 apartados para introducir tu correo y tu contraseña, y 2 botones al presionar ingresar entras a la App y tu registro se hace de manera automática y al presionar el botón de "ya tienes cuenta" regresas a la pantalla de login.
Consumir API de Firebase Authentication.	Al registrarse en la App la información es guardada en la base de datos de firebase la cual al momento de cerrar sesión e intentar acceder nuevamente nos ayuda en el proceso del login.

4.2.6 Sprint 2

Se detallarán todas las actividades realizadas en el sprint 2.

4.2.6.1 Sprint planning

Para este sprint se tomaron en cuenta los siguientes PBI's, presentados en la tabla 18.

Tabla 18. PBI's del sprint 2

PBI-003	Como usuario, quiero poder ver la ubicación del conductor o conductores que estén haciendo un recorrido en ese momento en un mapa en tiempo real.	1
PBI-004	Como usuario, quiero poder ver las rutas de recorridos autorizados trazados en el mapa.	1

4.2.6.2 Detalles de las tareas

PBI.003: Como usuario, quiero poder ver la ubicación del conductor o conductores que estén haciendo un recorrido en ese momento en un mapa en tiempo real.

- Consumir API de Google maps.
- Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa.
- Conexión a la API de Firestore.
- Mostrar los makers en el mapa.

PBI-004: Como usuario, quiero poder ver las rutas de recorridos autorizados trazados en el mapa.

- Mostrar polilíneas en el mapa.

4.2.6.3 Implementación

En la tabla 19 detallamos la realización de las tareas de los PIB's dentro de todo el sprint.

Tabla 19. Desarrollo del sprint 2

Fecha: Inicio		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-003: Como usuario, quiero poder ver la ubicación del conductor o conductores que estén haciendo un recorrido en ese momento en un mapa en tiempo real.		
Consumir API de Google maps.		
Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa.		
Conexión a la API de Firestore.		
Mostrar los makers en el mapa.		

Fecha: Inicio		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-003: Como usuario, quiero poder ver la ubicación del conductor o conductores que estén haciendo un recorrido en ese momento en un mapa en tiempo real.		
PBI-004: Como usuario, quiero poder ver las rutas de recorridos autorizados trazados en el mapa.		
Mostrar polilíneas en el mapa		

Fecha: Mitad		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-003: Como usuario, quiero poder ver la ubicación del conductor o conductores que estén haciendo un recorrido en ese momento en un mapa en tiempo real.		
	Consumir API de google maps.	
	Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa.	
	Conexión a la API de Firestore.	
	Mostrar los makers en el mapa.	

PBI-004: Como usuario, quiero poder ver las rutas de recorridos autorizados trazados en el mapa.		
	Mostrar polilíneas en el mapa.	

Fecha: Final		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
PBI-003: Como usuario, quiero poder ver la ubicación del conductor o conductores que estén haciendo un recorrido en ese momento en un mapa en tiempo real.		
		Consumir API de google maps.
		Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa.
		Conexión a la API de Firestore..
		Mostrar los makers en el mapa.
PBI-004: Como usuario, quiero poder ver las rutas de recorridos autorizados trazados en el mapa.		
		Mostrar polilíneas en el mapa.

4.2.6.4 Pruebas.

En este apartado realizamos las pruebas (véase la tabla 20) necesarias para optimizar los estados de la aplicación.

Tabla 20. Pruebas del Sprint 1.

PBI-003: Como usuario, quiero poder ver la ubicación del conductor o conductores que estén haciendo un recorrido en ese momento en un mapa en tiempo real.	
Tarea	Resultado
Consumir API de Google maps.	• El consumo de la API de Google maps es para mostrar el mapa en el BODY de la pantalla.
Mostrar la ubicación del dispositivo en el mapa.	• Se realiza una petición al GPS del dispositivo para obtener sus coordenadas (latitud y longitud) para mostrar dentro del mapa la ubicación del dispositivo con un punto azul.
Conexión a la API de Firestore.	• Se realiza esta conexión para leer las coordenadas de todos los conductores que estén activos en ese momento
Mostrar los makers en el mapa.	• Son marcadores de color rojo que se moverán con forme cambien las coordenadas en Firestore, esto nos da el seguimiento en tiempo real.
PBI-004: Como usuario, quiero poder ver las rutas de recorridos autorizados trazados en el mapa.	

Tarea	Resultado
Mostrar polilíneas en el mapa.	Estas líneas marcan en el mapa las rutas que autorizadas que siguen los conductores y son de diferente color dependiendo a la ruta

4.2.7 Sprint 3

Se detallarán todas las actividades realizadas en el sprint 2.

4.2.7.1 Sprint planning

Para este sprint se tomaron en cuenta los siguientes PBI's, presentados en la tabla 21.

Tabla 21. PBI's del sprint 3

PBI-005	Como usuario, quiero poder ver los horarios de los diferentes recorridos.	2
----------------	---	----------

4.1.7.2 Detalles de las tareas

PBI-005: Como usuario, quiero poder ver los horarios de los diferentes recorridos.

- En la pantalla de imágenes mostrar las imágenes de los horarios de las rutas.

Tabla 22. Desarrollo del Sprint 3.

Fecha: Inicio		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
En la pantalla de imágenes mostrar las imágenes de los horarios de las rutas.		
Fecha: Mitad		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
	En la pantalla de imágenes mostrar las imágenes de los horarios de las rutas.	
Fecha: Final		
TO DO	IN PROGRESS	DONE
		En la pantalla de imágenes mostrar las imágenes de los horarios de las rutas.

4.2.5.4 Pruebas.

En este apartado realizamos las pruebas (véase la tabla 23) necesarias para optimizar los estados de la aplicación.

Tabla 23. Pruebas del Sprint 3.

PBI-005: Como usuario, quiero poder ver los horarios de los diferentes recorridos.	
Tarea	Resultado
En la pantalla de imágenes mostrar las imágenes de los horarios de las rutas.	Al presionar el botón de rutas en la parte del Bottom navigation bar nos lleva a la segunda pantalla donde visualizamos las imágenes de los horarios de las diferentes rutas del STU.

4.3 Aplicación

En esta sección, se presentan las interfaces de usuario de ambas aplicaciones desarrolladas en este trabajo de tesis.

4.3.1 App Conductor

Las imágenes que a continuación se presentan son pantallas de la App que se pueden observar si el usuario es el conductor.

La imagen 1 es la pantalla de inicio del conductor, en ella podemos observar el botón con la frase “Iniciar”, que al ser presionado nos envía a otra pantalla e inicia un nuevo documento en la base de datos.

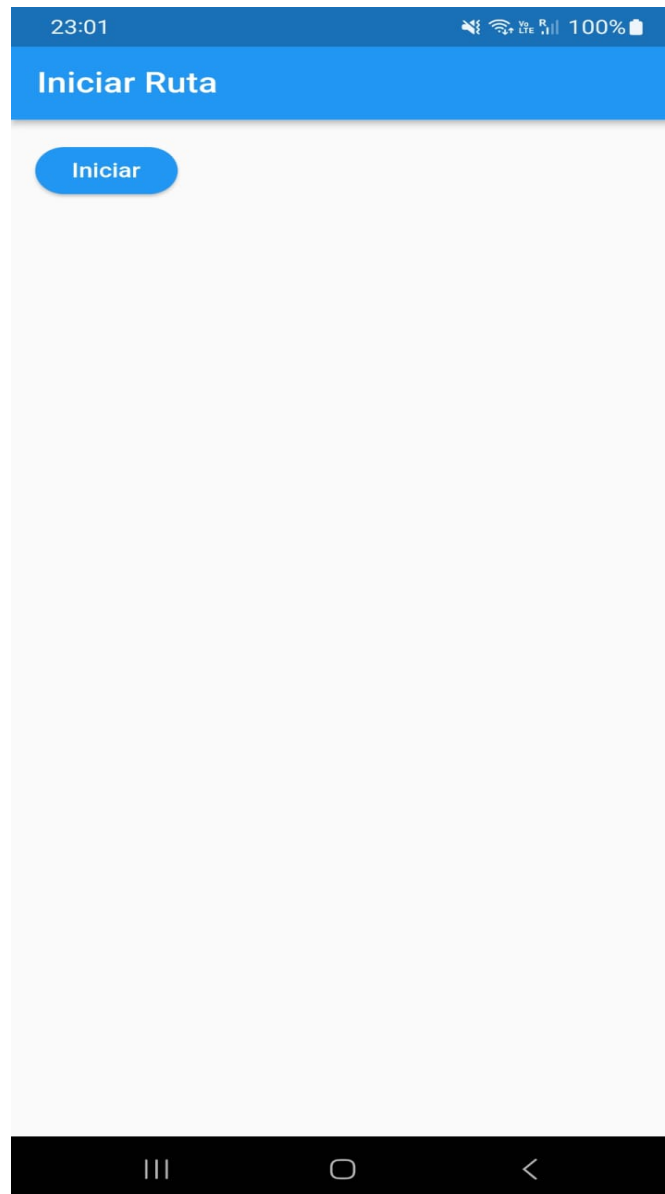


Imagen 1. Pantalla de inicio

La imagen 2 muestra la pantalla del mapa cuando el usuario ya ha iniciado la ruta y ve su ubicación en medio de la pantalla.

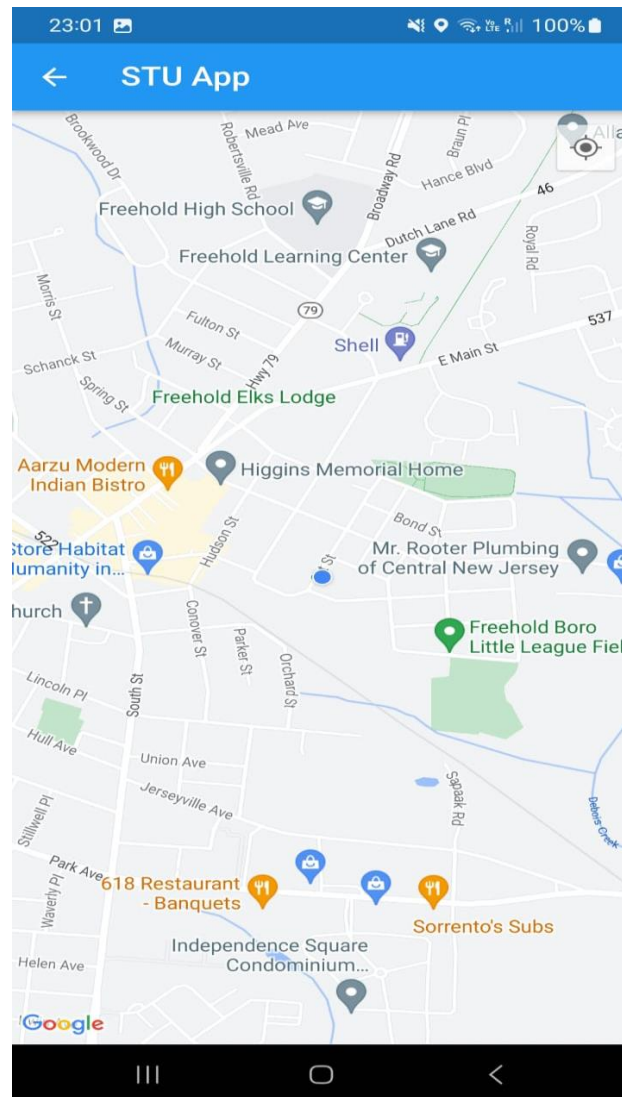


Imagen 2. Pantalla del mapa

4.3.2 App Estudiante

Las imágenes que a continuación se presentan son pantallas de la app que se pueden observar si el usuario es estudiante.

La imagen 3 muestra la pantalla de entrada de la STU app que es la de login, donde el estudiante tiene que introducir sus datos para poder ingresar a el mapa.

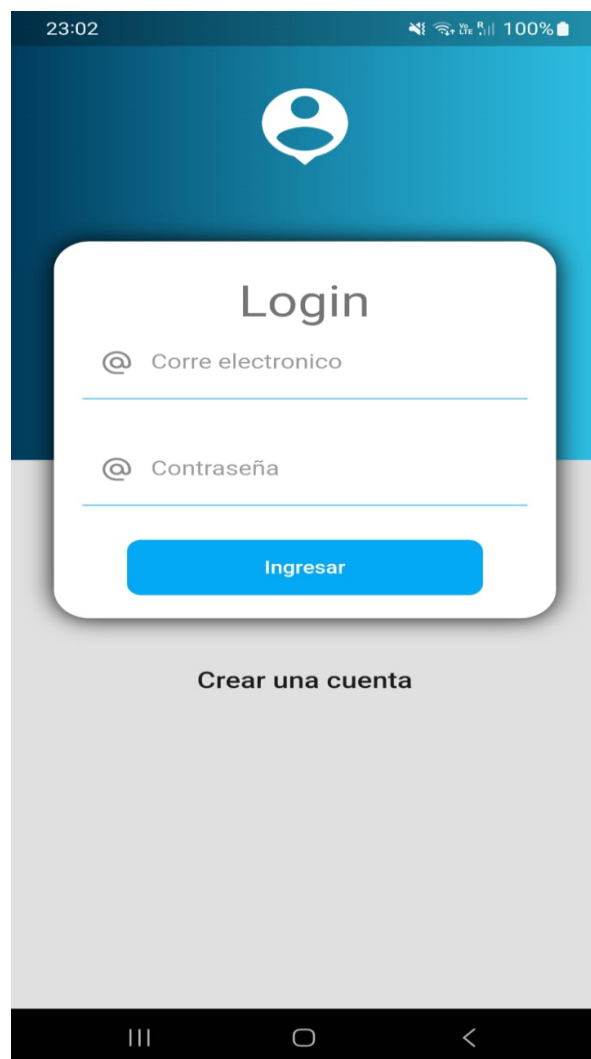
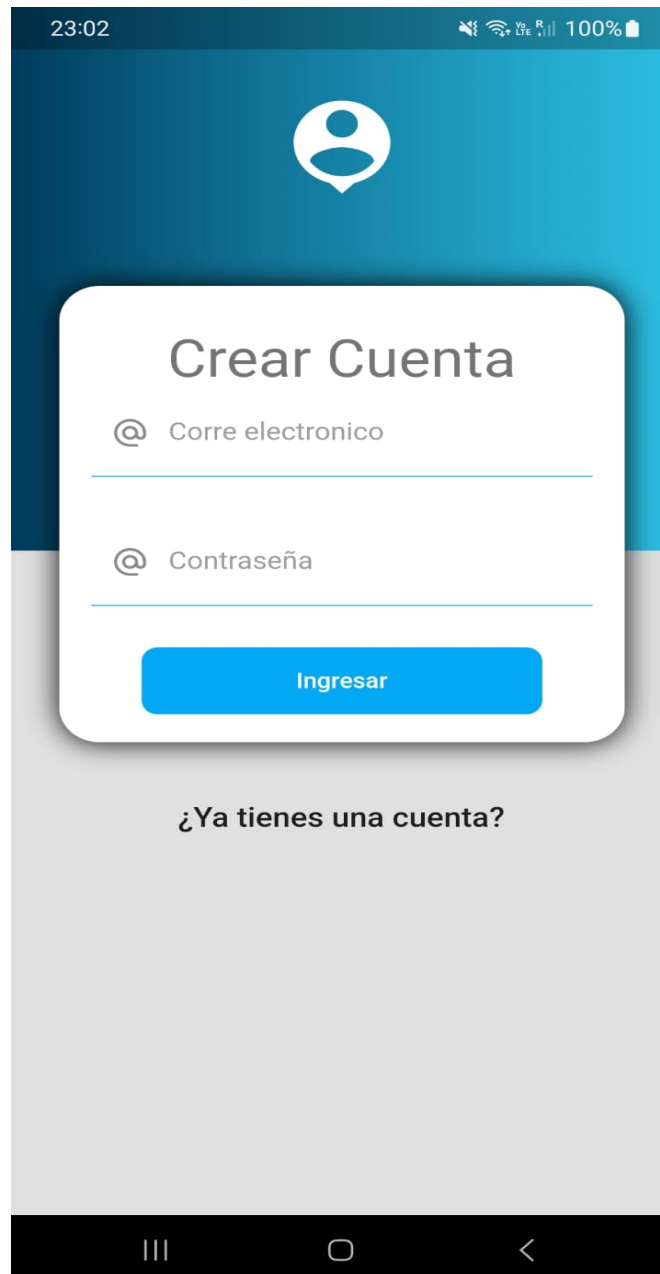


Imagen 3. Pantalla de login

La imagen 4 muestra la pantalla de registro, donde al introducir los datos correspondientes podrás crear una cuenta y acceder a la aplicación.



The image shows a mobile application interface for creating a new account. At the top, there is a status bar with the time 23:02, signal strength, Wi-Fi, LTE, and 100% battery. Below the status bar is a dark blue header with a white user icon. The main content area has a light blue background. A white rounded rectangle contains the title 'Crear Cuenta' in bold. Below the title are two input fields: 'Corre electronico' and 'Contraseña', each preceded by an '@' icon. A blue button labeled 'Ingresar' is positioned below the input fields. At the bottom of the white rectangle, the text '¿Ya tienes una cuenta?' is displayed. The bottom of the screen features a black navigation bar with three icons: a list, a home button, and a back arrow.

Imagen 4. Pantalla de registro

La imagen 5 y 6 muestra la pantalla de acceso y permisos para que el usuario le otorgue los permisos de GPS a la aplicación.

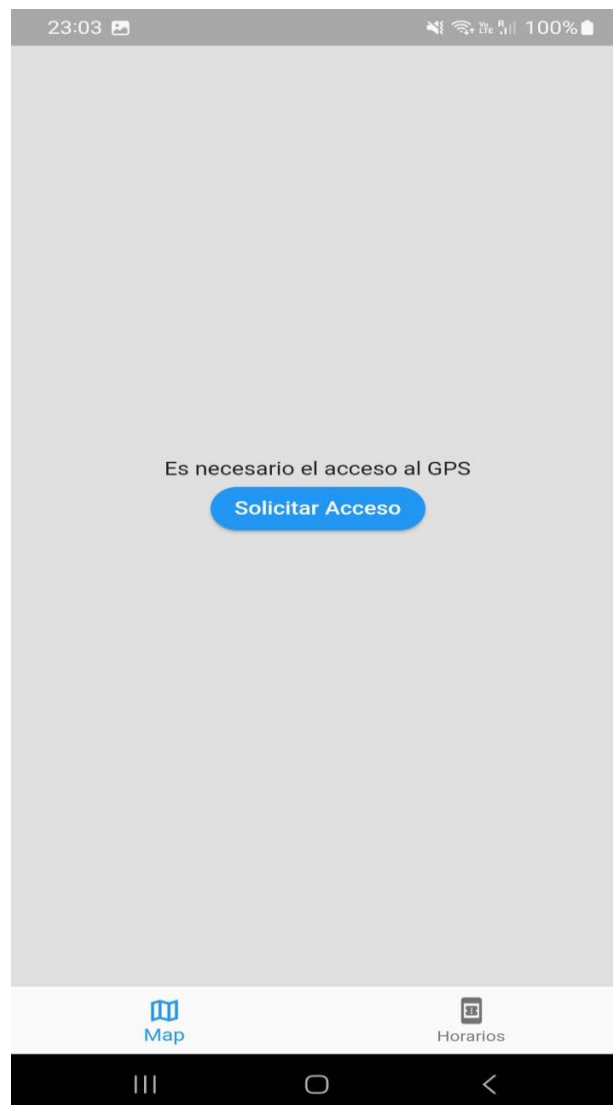


Imagen 5. Pantalla de Acceso

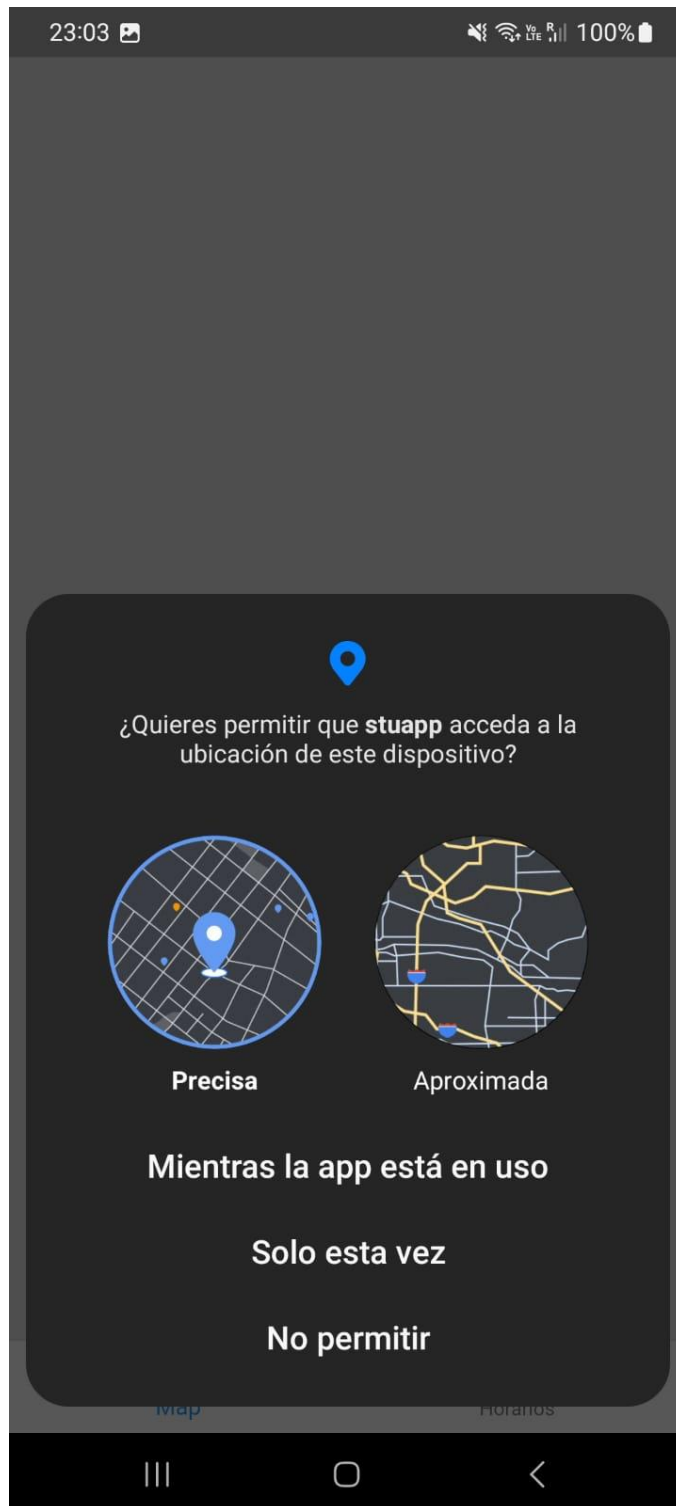


Imagen 6. Pantalla de Permisos

La imagen 7 muestra la pantalla de espera, esta se muestra cuando la app está realizando alguna petición a la API.



Imagen 7. Pantalla de Espera

La imagen 8 y 9 muestran la pantalla del mapa y las rutas autorizadas que sigue el STU así como la ubicación del usuario y la ubicación del conductor.

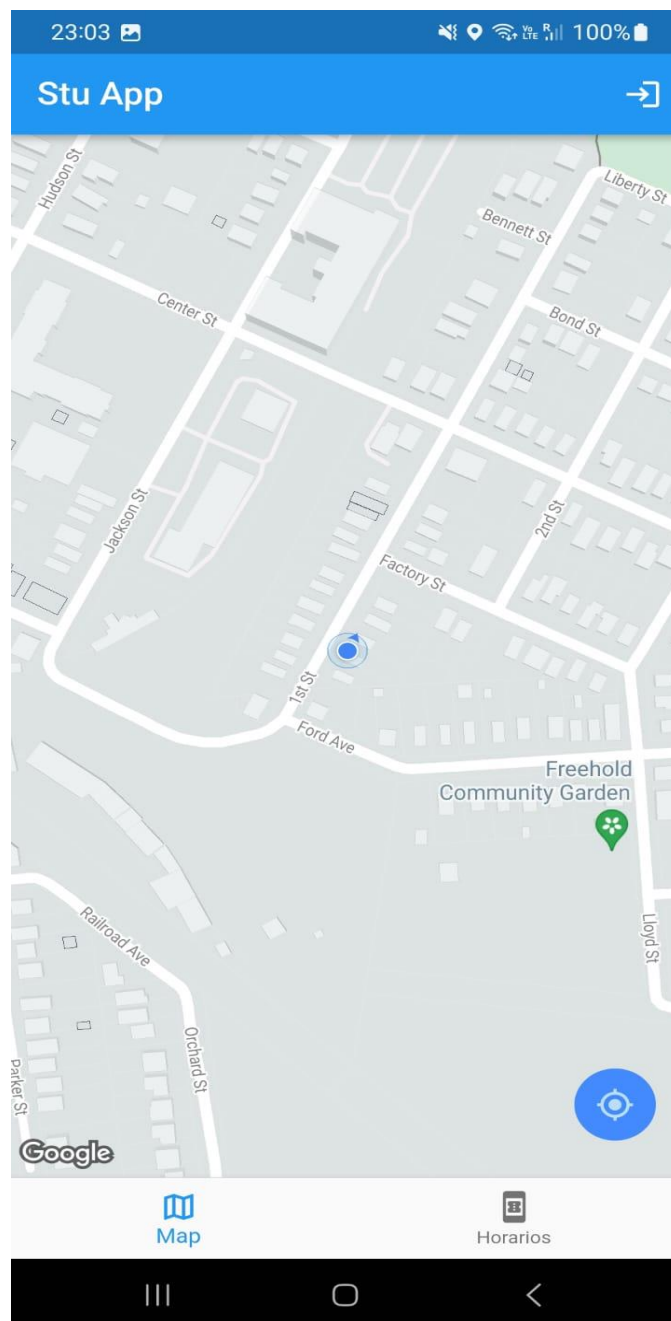


Imagen 8. Pantalla del Mapa

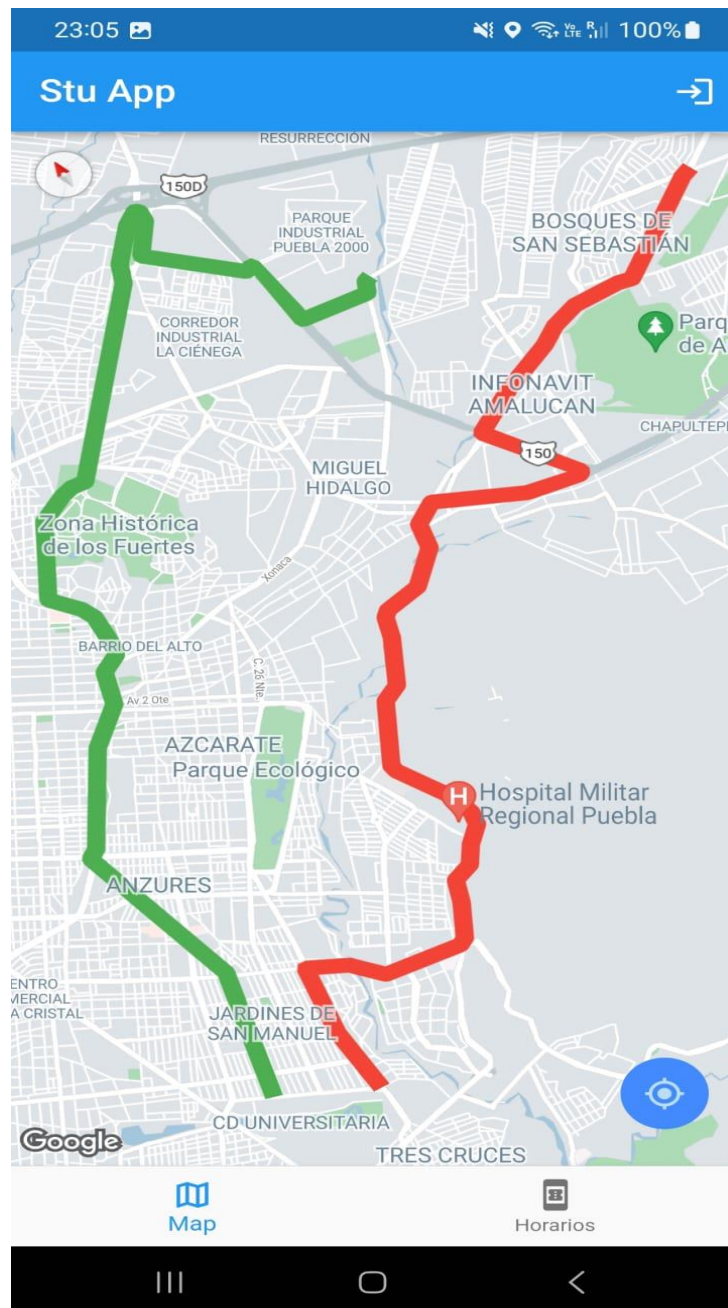


Imagen 9. Pantalla de Polilíneas

La imagen 10 muestra la pantalla de horarios, en ella vemos las imágenes de los horarios y rutas del STU.

The screenshot shows a mobile application interface for bus schedules. At the top, a blue header bar contains the word 'Horarios'. Below this, there are two main sections, each with a colored header bar and a corresponding table of times.

AMALUCAN (LUNES - JUEVES)

SALE BOSQUES	PASA ENTRONQUE	LLEGA C.U.
06:00	06:15	06:45
ENTRONQUE	06:15	06:45
06:05	06:20	06:50
06:10	06:25	06:55
06:15	06:30	07:00
06:20	06:35	07:05
06:25	06:40	07:10
07:00	07:15	07:45
07:05	07:20	07:50

MARAVILLAS (LUNES - JUEVES)

SALE MARAVILLAS (P. CALDERÓN)	PASA LORETO	PASA CHINA POBLANA	LLEGA C.U.
06:05	06:20	06:30	07:00
06:10	06:25	06:35	07:05
06:40	06:50	07:00	7:30
07:40	07:50	08:00	08:30
08:40	08:50	09:00	09:30
09:40	09:50	10:00	10:30

At the bottom of the screen, there is a navigation bar with two icons: a map icon labeled 'Map' and a bus icon labeled 'Horarios'. The very bottom of the image shows the standard Android navigation bar with three icons: a square, a circle, and a triangle.

Imagen 10. Pantalla de Horarios

5. Conclusión y trabajo futuro

En conclusión, se logró cumplir cada uno de los objetivos iniciales y se superó la meta cambiando de una tecnología nativa a una tecnología híbrida para poder desplegar la App en distintas tiendas de aplicaciones, sin necesidad de reescribir el código varias veces para cada sistema operativo. La aplicación realiza tareas esenciales para optimizar el servicio del STU, con las últimas versiones de las Apis y librerías. El nivel de escalabilidad y de opciones para nuevas versiones con más funcionalidades es muy extenso. Además, el desarrollo de la App se basó en *sprints* que ayudaron a simplificar y agilizar el mismo, logrando realizarlo en el tiempo establecido.

El trabajo futuro se centrará en integrar funcionalidades de otras Apps que ya tiene operando el STU como:

- Saber a qué capacidad va el autobús.
- Pago desde la App por medio de una transferencia.

Y también en integrar nuevas funcionalidades como:

- Notificaciones push sobre cambios en los horarios o rutas del mismo transporte.
- Buzón de quejas y sugerencias.
- Calificación al servicio del viaje (de 1 a 5 estrellas).

6. Bibliografía.

1. McCallister, J. Mobile Apps Made Simple: The Ultimate Guide to Quickly Creating, Designing and Utilizing Mobile Apps for Your Business. 2nd Edition, Kindle Edition, 2014.
2. McWheter. Professional Mobile Application Development. John Wiley & Sons, Inc. 2012.
3. <http://www.stu.buap.mx/> Accedido el 8 de Agosto de 2019.
4. <https://www.google.com.mx/maps> Accedido el 8 de Agosto de 2019.
5. <https://developer.android.com/training/basics/firstapp/?hl=es-419> Accedido el 8 de Agosto de 2019.
6. <https://developer.android.com/studio> Accedido el 8 de Agosto de 2019.
7. <https://www.udemy.com/desarrollo-de-apps-en-android-studio/> Accedido el 8 de Agosto de 2019.
8. <https://cabify.com/> Accedido el 8 de Agosto de 2019.
9. EMT Madrid. <https://www.emtmadrid.es/Home> Accedido el 6 de marzo de 2019.
10. City Trips. <https://gocitytrips.es/> Accedido el 6 de marzo de 2019.
11. MOOVIT. <https://www.company.moovit.com/> Accedido el 3 de marzo de 2019.
12. UBER. <https://www.uber.com>. Accedido el 4 de marzo de 2019.
13. CITYMAPPER. <https://citymapper.com/df> Accedido el 5 de marzo de 2019.

14. URBAN STEP. <http://ascii164.com/blog/productos/urbanstep/iphone/>.
Accedido el 6 de marzo de 2019.
15. Amazon: https://my-package-tracking.com/es/amazon-live-tracking/?utm_content=anc-true accedido el 27 de febrero
16. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thetransitapp.droid&hl=es-419> accedido el 4 de marzo
17. https://faq.whatsapp.com/480865177351335/?locale=es_LA&cms_platform=android accedido el 5 de marzo
18. <https://servisoftcorp.com/definicion-y-como-funcionan-las-aplicaciones-moviles/> accedido 07/063/2023
19. <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/>
accedido 07/063/2023
20. <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/> ingrese el 08/03/2023
21. <https://talently.tech/blog/queesflutter/#:~:text=Flutter%20es%20el%20kit%20de,una%20%C3%BAnica%20base%20de%20c%C3%B3digo>. accedido el 25 de febrero
22. <https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/que-es-el-lenguaje-de-programacion-dart#:~:text=Dart%20es%20un%20lenguaje%20open,como%20en%20sus%20objetivos%20principales>. accedido el 25 de febrero

23. <https://support.microsoft.com/es-es/office/conceptos-b%C3%A1sicos-sobre-bases-de-datos-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204#:~:text=Una%20base%20de%20datos%20es,programa%20de%20procesamiento%20de%20texto>. accedido el 08/03/2023

24. <https://digital55.com/blog/que-es-firebase-funcionalidades-ventajas-conclusiones/> accedido el 5 de marzo

25. <https://www.mundocuentas.com/google/maps/> accedido 11/03/2023