



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Tema:

**APLICACIÓN MÓVIL CON FLUTTER PARA REDUCIR LOS RETRASOS
EN EL RECORRIDO DE BUSES DE LA COOPERATIVA SANTIAGO DE
QUERO**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

ÁREA: Base de datos y Sistemas informáticos

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnologías de la información y Sistemas de
control

AUTOR: Bryan Omar Llamuca Sánchez

TUTOR: Ing. Clay Fernando Aldás Flores, Mg.

Ambato - Ecuador

julio – 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: APLICACIÓN MÓVIL CON FLUTTER PARA REDUCIR LOS RETRASOS EN EL RECORRIDO DE BUSES DE LA COOPERATIVA SANTIAGO DE QUERO, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Bryan Omar Llamuca Sánchez estudiante de la Carrera de Tecnologías de la Información, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, julio 2025.



Ing. Clay Fernando Aldás Flores, Mg
TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: APLICACIÓN MÓVIL CON FLUTTER PARA REDUCIR LOS RETRASOS EN EL RECORRIDO DE BUSES DE LA COOPERATIVA SANTIAGO DE QUERO es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, julio 2025



Bryan Omar Llamuca Sánchez

C.C. 1805720297

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, julio 2025



Bryan Omar Llamuca Sánchez

C.C. 1805720297

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Bryan Omar Llamuca Sánchez, estudiante de la Carrera de Tecnologías de la Información, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado APLICACIÓN MÓVIL CON FLUTTER PARA REDUCIR LOS RETRASOS EN EL RECORRIDO DE BUSES DE LA COOPERATIVA SANTIAGO DE QUERO, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, julio 2025



Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Oscar Fernando Ibarra. Mg
PROFESOR CALIFICADOR



Ing. Xavier Francisco López. Mg
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia que me apoyo constante e incondicionalmente en esta etapa de mi vida y a mis amigos que estuvieron en camino conmigo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia que me ayudo en este trayecto de mi vida y a mis amigos por su arduo compromiso y trabajo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
RESUMEN EJECUTIVO	xxi
ABSTRACT	xxii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Antecedentes investigativos	2
1.3 Fundamentación teórica	4

1.3.1 Tecnologías de la información (TI).....	4
1.3.2 Sistema informático	4
1.3.3 Desarrollo de software	5
1.3.4 Aplicaciones móviles usando Flutter	5
1.3.5 Widgets	5
1.3.6 Material Design 3	6
1.3.7 Gestion de estado con Flutter	6
1.3.8 Geolocalización en Flutter	7
1.3.9 Metodologías ágiles	8
1.3.10 Medios de transporte	9
1.3.11 Transporte público	9
1.3.12 Gestión de transporte.....	10
1.3.13 Reducción de retrasos	11
1.4 Objetivos	11
1.4.1 Objetivo general	11
1.4.2 Objetivos específicos	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	13
2.1 Materiales.....	13
2.2 Métodos.....	17

2.2.1 Modalidad de la investigación	17
2.2.2 Investigación de campo.....	17
2.2.3 Investigación bibliográfica – documental	17
2.2.4 Población y muestra	17
2.2.5 Recolección de información.....	18
2.2.6 Procesamiento y análisis de datos	29
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
3.1 Análisis y discusión de los resultados.....	31
3.1.1 Análisis del proceso	31
3.1.2 Descripción de los procesos	32
3.2 Herramientas para el desarrollo de la propuesta	32
3.2.1 Framework Flutter.....	32
3.2.2 Ventajas y desventajas de Flutter.....	34
3.2.3 Versiones de Flutter	34
3.3 Tecnología Node.js para desarrollo backend	36
3.3.1 Ventajas y desventajas de Node.js	37
3.3.2 Versiones de Node.js.....	37
3.4 Gestor de base de datos	39
3.5 Metodología de desarrollo.....	40
3.6 Desarrollo de la propuesta.....	42

3.6.1 Fase 1: Exploración.....	42
3.6.2 Fase 2: Planificación	48
3.6.3 Fase 3: Diseño	50
3.6.4 Fase 4: Codificación.....	62
3.6.5 Fase 5: Pruebas.....	90
3.7 Implantación.....	94
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
4.1 Conclusiones	97
4.2 Recomendaciones.....	98
BIBLIOGRAFÍA.....	99
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cadenas de búsqueda	2
Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión	3
Tabla 3. Guía de entrevista para el despachador	15
Tabla 4. Guía ficha de observación	16
Tabla 5. Número de la población	17
Tabla 6. Recolección de la información	18
Tabla 7. Resultados de la pregunta 1	18
Tabla 8. Resultado de la pregunta 2	19
Tabla 9. Resultados de la pregunta 3	20
Tabla 10. Resultados de la pregunta 4	21
Tabla 11. Resultados de la pregunta 5	22
Tabla 12. Resultados de la pregunta 6	23
Tabla 13. Resultados de la pregunta 7	24
Tabla 14. Entrevista completa realizada al despachador de la cooperativa	25
Tabla 15. Ficha de observación realizada completa	27
Tabla 16. Descripción de procesos	32
Tabla 17. Características de Flutter	32
Tabla 18. Ventajas y desventajas de Flutter	34
Tabla 19. Versiones de Flutter	35
Tabla 20. Características de Node.js	36

Tabla 21. Ventajas y desventajas de Node.js	37
Tabla 22. Versiones de Node.js.....	38
Tabla 23. Características de MongoDB Atlas.....	39
Tabla 24. Comparativa de metodologías ágiles	41
Tabla 25. Definición de roles	42
Tabla 26. Historia de usuario 1 – Verificación de la ubicación	43
Tabla 27. Historia de usuario 2 – Concesión de permisos	43
Tabla 28. Historia de usuario 3 – Inicio de sesión desde la app móvil	44
Tabla 29. Historia de usuario – Recuperación de contraseña	44
Tabla 30. Historia de usuario 5 – Ver mapa con ubicación actual.....	44
Tabla 31. Historia de usuario 6 - Ver polylines de la ruta en el mapa	44
Tabla 32. Historia de usuario 7 – Selección de ruta.....	45
Tabla 33. Historia de usuario 8 – Ver puntos registrados en el mapa.....	45
Tabla 34. Historia de usuario 9 – Ver registro de tiempo de rutas realizadas.....	45
Tabla 35. Historia de usuario 10 – Cerrar sesión desde la app móvil.....	46
Tabla 36. Historia de usuario 11 – Inicio de sesión desde la plataforma web	46
Tabla 37. Historia de usuario 12 – Crear usuarios desde la web	46
Tabla 38. Historia de usuario 13 – Editar usuarios desde la web	46
Tabla 39. Historia de usuario 14 – Eliminar usuarios desde la web	47
Tabla 40. Historia de usuario 15 – Ver todos los usuarios registrados	47
Tabla 41. Historia de usuario 16 – Ver los registros de tiempos de los usuarios	47

Tabla 42. Eliminar registros de tiempo de los usuarios	47
Tabla 43. Historia de usuario 18 – Cierre de sesión desde la plataforma web	48
Tabla 44. Definición de historias de usuario.....	48
Tabla 45. Definición de iteraciones para cada historia de usuario.....	49
Tabla 46. Definición de roles y miembros	50
Tabla 47. Verificación de ubicación activada	51
Tabla 48. Solicitud de permisos de ubicación.....	51
Tabla 49. Inicio de sesión den la app móvil.....	51
Tabla 50. Recuperación de contraseña.....	52
Tabla 51. Visualización de mapa con mi ubicación.....	52
Tabla 52. Ver las polylines de la ruta.....	52
Tabla 53. Selección de ruta a ser registrada	52
Tabla 54. Visualización de puntos registrados en el mapa	52
Tabla 55. Ver los registros de tiempo de las rutas hechas	52
Tabla 56. Cerrar sesión en la app móvil.....	53
Tabla 57. Inicio de sesión en la web del administrador	53
Tabla 58. Creación de usuarios	53
Tabla 59. Edición de usuarios	53
Tabla 60. Eliminación de usuarios	53
Tabla 61. Visualización de todos los usuarios	53
Tabla 62. Ver registros de tiempo de los usuarios	54

Tabla 63. Eliminación de registros de tiempo de los usuarios.....	54
Tabla 64. Cerrar sesión del administrador	54
Tabla 65. Resumen iteración 1	62
Tabla 66. Tarea 1 – Verificación de la ubicación	62
Tabla 67. Tarea 2 – Concesión de permisos	64
Tabla 68. Tarea 3 – Inicio de sesión en la app móvil.....	66
Tabla 69. Tarea 4 – Recuperación de contraseña.....	67
Tabla 70. Resumen iteración 2.....	69
Tabla 71. Tarea 5 - Ver mapa con ubicación actual.....	70
Tabla 72. Tarea 6 - Ver polylines de la ruta en el mapa	71
Tabla 73. Tarea 7 – Selección de ruta	73
Tabla 74. Resumen iteración 3	75
Tabla 75. Tarea 8 – Ver puntos registrados en el mapa	75
Tabla 76. Tarea 9 – Ver registros de tiempo de las rutas realizadas	76
Tabla 77. Tarea 10 – Cerrar sesión en la app móvil	78
Tabla 78. Resume iteración 4.....	80
Tabla 79. Tarea 11 – Inicio de sesión en la plataforma web.....	80
Tabla 80. Tarea 12 – Crear usuarios desde la web.....	82
Tabla 81. Tarea 13 – Editar usuarios	83
Tabla 82. Tarea 14 – Eliminación de usuarios	84
Tabla 83. Resumen iteración 5.....	86

Tabla 84. Tarea 15 – Ver todos los usuarios registrados	86
Tabla 85. Tarea 16 – Ver los registros de tiempo de los usuarios	87
Tabla 86. Tarea 17 – Eliminar registros de tiempo de los usuarios	89
Tabla 87. Cierre de sesión en la plataforma web	89
Tabla 88. Pruebas de aceptación para iteración 1	91
Tabla 89. Pruebas de aceptación para iteración 2	91
Tabla 90. Pruebas de aceptación para iteración 3	91
Tabla 91. Pruebas de aceptación para la iteración 4	91
Tabla 92. Pruebas de aceptación para la iteración 5	92
Tabla 93. Pruebas de usabilidad 1	92
Tabla 94. Pruebas de usabilidad 2	93
Tabla 95. Pruebas de usabilidad 3	93
Tabla 96. Cronograma de capacitación	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados pregunta 1	19
Figura 2. Resultados pregunta 2.....	20
Figura 3. Resultados pregunta 3.....	21
Figura 4. Resultados pregunta 4.....	22
Figura 5. Resultados pregunta 5.....	23
Figura 6. Resultados pregunta 6.....	24
Figura 7. Resultados pregunta 7.....	25
Figura 8. Esquema de procesos	31
Figura 9. Base de datos MongoDB Atlas.....	40
Figura 10. Activar ubicación del dispositivo	55
Figura 11. Conceder permisos de la aplicación	55
Figura 12. Inicio de sesión en la app móvil	56
Figura 13. Recuperación de contraseña	57
Figura 14. Menú principal.....	57
Figura 15. Registro de tiempo en el mapa.....	58
Figura 16. Ver registros de rutas	59
Figura 17. Inicio de sesión en la web	59
Figura 18. Menú principal web	60
Figura 19. Creación de usuarios.....	60
Figura 20. Edición de usuarios.....	61

Figura 21. Ver registros de tiempo.....	61
Figura 22. Activar ubicación del dispositivo	63
Figura 23. Conceder permisos.....	65
Figura 24. Iniciar sesión en la app móvil	67
Figura 25. Recuperación de contraseña	68
Figura 26. Ver mapa y ubicación actual.....	70
Figura 27. Ver las polylines de la ruta en el mapa	72
Figura 28. Selección de ruta.....	73
Figura 29. Ver puntos registrados en el mapa.....	76
Figura 30. Ver registros de tiempos de las rutas realizadas	77
Figura 31. Cierre de sesión en la app móvil.....	79
Figura 32. Inicio de sesión en la plataforma web.....	81
Figura 33. Creación de usuarios.....	82
Figura 34. Edición de usuarios.....	84
Figura 35. Eliminación de usuarios.....	85
Figura 36. Ver todos los usuarios registrados	87
Figura 37. Ver los registros de tiempo de los usuarios	88
Figura 38. Eliminar registros de tiempos de los usuarios	89
Figura 39. Cerrar sesión en la plataforma web	90
Figura 40. Despliegue del Backend en Microsoft Azure	94
Figura 41. Repositorio github del Frontend	95

Figura 42. Despliegue del Frontend en Microsoft Azure.....	95
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Visualización del Frontend Desplegado	102
Anexo B. Visualización de la APK generada	102
Anexo C. Manual de usuario.....	103

RESUMEN EJECUTIVO

Hoy en día la tecnología se ha convertido en una parte esencial de muchos procesos en la vida del ser humano, tanto que para muchos sectores como el comercial, industrial, salud es una pieza fundamental para que estos puedan funcionar con normalidad y a su vez seguir creciendo y evolucionando. En el sector del transporte también tiene su papel permitiendo facilidad en algunos aspectos. En la cooperativa de Transporte Santiago de Quero, empresa enfocada en el transporte público, la cual maneja un sistema de control de tiempo de forma manual a lo largo de la ruta, lo que provoca un retraso en el recorrido de los buses.

El proyecto de investigación plantea implementar una aplicación móvil enfocada en el control de los registros de tiempo de manera automatizada mediante la geolocalización (GPS) del dispositivo móvil. Con este sistema se implementan nuevos puntos de control digitales distribuidos a lo largo del recorrido.

Con la ayuda de la metodología XP, se desarrolló el proyecto de manera constante, con la ayuda del lenguaje de programación Dart, el entorno empleado fue el framework Flutter. Como Backend se optó por el uso del framework Node.js, para la base de datos se optó por utilizar MongoDB, esta BD no relacional se adapta muy bien a la solución planteada.

Con este sistema se eliminan los distintos puntos de control manuales distribuidos a lo largo del recorrido convirtiéndolos en puntos digitales, lo que resulta en un mejor control del tiempo y mayor facilidad a la hora de realizar el trabajo.

Palabras clave: Aplicación móvil, Flutter, geolocalización, GPS, transporte público

ABSTRACT

Nowadays, technology has become an essential part of many processes in human life. In fact, for sectors such as commerce, industry, and healthcare, it is a fundamental component that allows them to function properly and continue growing and evolving. The transportation sector is no exception, as technology also plays a role by offering improvements in various aspects.

The Santiago de Quero Transport Cooperative, a company dedicated to public transportation, currently manages a manual time control system along its route, which causes delays in the buses' journeys.

This research project proposes the implementation of a mobile application focused on the automated control of time records through the geolocation (GPS) of the mobile device. This system introduces new digital control points distributed along the route.

With the help of the XP methodology, the project was developed iteratively using the Dart programming language and the Flutter framework. For the backend, the Node.js framework was used, and MongoDB was chosen as the database. This non-relational database adapts well to the proposed solution.

The system replaces the various manual control points along the route with digital ones, resulting in better time management and greater ease in performing the tasks involved.

Keyword: Mobile application, Flutter, geolocation, GPS, public transportation

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

APLICACIÓN MÓVIL CON FLUTTER PARA REDUCIR LOS RETRASOS EN EL RECORRIDO DE BUSES DE LA COOPERATIVA SANTIAGO DE QUERO.

1.1.1 Planteamiento del problema

Tener un sistema de transporte público es fundamental para el desarrollo económico y social en muchas áreas del mundo. La gente utiliza este servicio para desplazarse del punto A al punto B para llevar a cabo una variedad de actividades a diario y por esta razón es importante que tal servicio trabaje para facilitar el cumplimiento de tareas. El transporte público juega un papel vital en la vida cotidiana de las personas. La gente lo utiliza para diversos propósitos y es importante ser puntual en todos ellos. [1]

La tecnología se ha integrado dentro de la vida diaria de las personas de manera que facilita su existencia. Al referirnos a transporte, muchas veces recordaremos el caos que pueden venir con el uso de un automóvil que tiene un horario preestablecido para cubrir una ruta, sin embargo, la gran mayoría de las personas adopta la idea de que gracias al impacto tecnológico que ha surgido a lo largo de las décadas, el realizar el acto de trasladarse de un punto a otro, en especial en los países latinoamericanos, se está volviendo una experiencia que se puede disfrutar. [2]

Hoy en día, las empresas de transporte terrestre buscan mejorar sus unidades en diversos aspectos, incluyendo la optimización del tiempo durante los recorridos que realizan. En muchas empresas, el tiempo aún se registra de forma manual. Sin embargo, el uso de herramientas tecnológicas, como el GPS (Global Positioning System), permite obtener en tiempo real no solo la ubicación, sino también el tiempo de desplazamiento. Esto facilita el registro digital del tiempo, contribuyendo a optimizar los recorridos de los buses. Dado el incremento de vehículos en el transporte urbano y el alto requerimiento de este servicio, una mejora en la eficiencia del sistema de transporte beneficiaría considerablemente a los usuarios y a la comunidad. [3]

1.2 Antecedentes investigativos

Se realizó una revisión de la literatura mediante la consulta de diferentes fuentes de información científica y académica. Todas las búsquedas fueron configuradas utilizando dos de las bases de datos más importantes, Scopus e IEEE Xplore, con palabras clave tales como “flutter”, “mobile application”, “route optimization” y “public transport”. Adicionalmente, realizamos estas búsquedas dentro de los años 2018 a 2024. De forma resultante, obtuvimos los siguientes resultados, comprendidos en la tabla 1.

Tabla 1. Cadenas de búsqueda

Base de datos	Cadenas de búsqueda	Núm. de Artículos
Scopus	(TITLE-ABS-KEY("mobile application") AND TITLE-ABS-KEY("public transport") AND TITLE-ABS-KEY("route optimization")) AND PUBYEAR > 2018	79
	(TITLE-ABS-KEY(flutter) AND TITLE-ABS-KEY(mobile application)) AND PUBYEAR > 2018	202
IEEE Xplore	(All Metadata":mobile application) AND("All Metadata":public transport) AND (All Metadata":route optimization) Filters Applied: 2018 – 2024	15
	("All Metadata":Flutter) AND ("All Metadata": mobile application) Filters Applied: 2018 - 2024	117
Total		840

De los 840 trabajos de investigación recolectados, se han establecido criterios de inclusión y exclusión para analizar su relevancia para el presente proyecto de investigación los cuales se muestran en **Tabla 2**.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión	<ul style="list-style-type: none"> - Artículos que tratan temas específicos sobre aplicaciones móviles desarrolladas en Flutter. - Investigaciones que se centran en la implementación de soluciones tecnológicas en empresas de transporte, incluyendo estudios de casos y mejores prácticas. - Artículos que aborden desafíos y soluciones específicas relacionadas con la optimización de tiempo en rutas en el transporte público.
Exclusión	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios que no se centren en aplicaciones empresariales o soluciones para la industria. - Artículos que solicitan remuneración económica - Artículos que no estén relacionados con el uso de aplicaciones móviles.

En su proyecto de investigación Ramos Carpio [4] planteo una aplicación móvil para obtener la ubicación en tiempo real de los buses, verificar si siguen la ruta establecida, y así reducir el tiempo de espera. El desarrollo de esta aplicación busca optimizar el uso de los buses universitarios. Dado el creciente acceso al internet, esta herramienta será funcional a través de una aplicación móvil, permitiendo a todos los usuarios acceder fácilmente a la información de tiempos y rutas.

Según Chilliguinga Cuichan [5] describe en su trabajo de titulación que la cooperativa de transporte en Pintag, Quito, tiene dificultades para controlar el tiempo de cada unidad de transporte y aplicar sanciones por retrasos al llegar a paradas específicas. Actualmente, los registros se proceden de forma manual, lo que permite alteraciones como la doble marcación por parte de los operadores. Esto impide verificar con precisión la ubicación y el horario real de cada unidad, ya que se pierde visibilidad sobre el tiempo de llegada exacto y se limita la capacidad de aplicar sanciones justas. Su propuesta plantea implementar un sistema de control de tiempos mediante GPS, mejorando así la precisión del monitoreo y facilitando la gestión del cumplimiento de rutas y tiempos.

Según Infante Peña[6] en su trabajo de titulación evaluó cómo el uso de dispositivos GPS mejora el control de circulación en transporte público, empleando un diseño preexperimental con un enfoque cuantitativo y una muestra de 5 unidades de 65. Se

usaron fichas de registro y observación para recolectar datos. Los resultados muestran mejoras en la productividad diaria (incremento de 62.87 soles), aumento del cumplimiento de itinerarios en 14.3% y reducción de penalidades por retraso en 2.87 minutos. Además, se incrementó el control de incidencias en 71.42% y las alertas por exceso de velocidad en 80%, con diferencias significativas en tiempos de circulación.

Según Arias y Reyna[7] en su artículo de investigación presenta un enfoque para desarrollar aplicaciones en Flutter con un enfoque en la arquitectura limpia. El objetivo era proponer, probar y evaluar un modelo arquitectónico y una técnica de gestión del estado para aplicaciones móviles desarrolladas en Flutter. La arquitectura propuesta, llamada Arquitectura Limpia de Flutter, enfatizó la separación de preocupaciones y la escalabilidad. La investigación concluye que esta arquitectura resuelve efectivamente el problema de gestión del estado en Flutter y es un fuerte contendiente para la arquitectura de aplicaciones móviles en esta plataforma. Además, se destacó la necesidad de tener una arquitectura robusta al desarrollar aplicaciones de Flutter, especialmente para abordar el problema de gestión del estado.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Tecnologías de la información (TI)

La Tecnología de la Información, de manera simplista, está asociada a un conjunto de tecnologías que aluden al desarrollo, montaje, telecomunicaciones, tratado de sonidos y la información basada en computadora. Su impacto se aprecia apropiadamente en los métodos de producción y gerencia más que en la industrialización de productos. En resumen, el Tratado de la Tecnología de la Información engloba todo el ciclo de la adquisición, producción, acopio, procesado y visualización de la información sin distorsionar el medio a utilizar y son en gran parte a la sociedad moderna.[8]

1.3.2 Sistema informático

Un sistema informático se puede describir como un conjunto de componentes interrelacionados de computadora y humanos, con un usuario y terminales asociados. Cada subsistema es interdependiente, funcionando solo con la presencia de todas las

demás subpartes individuales, lo que permite que exista como un todo. El modelo se vería como un sistema compuesto a un nivel inferior; dividir o separar resultaría en una violación fundamental si se le despoja de sus facilitadores principales, definiendo así características esenciales de interconexión en un sistema informático. Sin ninguna de estas partes, un sistema de información dejaría de operar de manera efectiva.[9]

1.3.3 Desarrollo de software

El desarrollo de software abarca una serie de actividades, como la concepción, diseño, implementación y mantención de un programa informático. A su vez, el software es un conjunto de instrucciones que le da vida a una computadora, ya que le dice qué acciones realizar; por ende, no depende del hardware, lo que hace posible que las computadoras sean programables. Los ingenieros de software, por su parte, diseñan sistemas y escritos de agenda que solucionen problemas utilizando principios de ingeniería. Mediante lenguajes de modelado y otros instrumentos, ellos diseñan soluciones que pueden ser implementadas universalmente, no solo para un caso particular.[10]

1.3.4 Aplicaciones móviles usando Flutter

Flutter utiliza un ecosistema propio para desarrollar aplicaciones móviles con el lenguaje de programación Dart. Este entorno está regido por un conjunto particular de criterios que busca optimizar el uso de las funcionalidades del dispositivo móvil y, a través de un motor de renderizado, crea interfaces de usuario personalizadas y atractivas. El desarrollo se basa en la programación orientada a objetos, ya que estos widgets pueden anidarse, poseen atributos modificables y también permiten cambios de estado gracias a funciones integradas.[11]

1.3.5 Widgets

Los widgets son los elementos o componentes principales en el lenguaje Flutter para la construcción de la interfaz gráfica, todo lo que se ve en pantalla como textos, botones, contenedores, imágenes, etc es un widget. Estos componentes definen como se presenta la parte de la interfaz y como esta debe comportarse.[12]

- **Text:** Muestra la cadena de texto en la pantalla con estilo predeterminado.
- **Container:** Un contenedor puede albergar bordes, fondo, estilos e imágenes, excelente para estructurar.
- **Row and Column:** Organizan los widgets de manera horizontal y vertical respectivamente, muy útiles para la para estructura de la pantalla.
- **Scaffold:** Este widget genera la estructura básica de una aplicación.
- **Center:** Ideal para centrar el widget tanto vertical como horizontal.
- **Image:** Muestra imágenes desde los archivos de configuración.
- **ListView:** Muestra una lista desplazable tanto vertical como horizontal.
- **MaterialApp:** Punto de entrada de la app, configura temas, rutas y título.
- **StatelessWidget:** No cambia el estado con el tiempo
- **StatefulWidget:** Cambia de estado dependiendo del contexto.

1.3.6 Material Design 3

Material Design 3 es la tercera versión de la interfaz gráfica del lenguaje de programación Flutter, esta fue lanzado oficialmente en el año 2021. Esta se especializa en el diseño y parte visual de la interfaz gráfica tanto para Android como para Web, entre otras. Consta de una amplia gama de personalización en cuanto a colores de refiere, también los diseños son más modernos tanto una apariencia mucho más fresca. Se ha mejorado en otros aspectos como la Tipografía, soporte nativo para temas claros y oscuros y tokens de diseño, entre otras mejoras.[13]

1.3.7 Gestion de estado con Flutter

La gestión de estado en Flutter es el comportamiento que puede llegar a tener nuestros widgets ya sea por las diferentes acciones que se requieran para el funcionamiento de

esta. Un gestor de estado es una técnica o herramienta que permite controlar, actualizar y compartir ese estado entre los widgets de tu aplicación.

- **SetState:** Este es un gestor de estado nativo de Flutter, excelente para el manejo en estado local de el mismo widget. No requiere de librerías externas, pero no es escalable a otros widgets.
- **Provider:** Gestor de estado de los más populares por sus características, es simple, ligero y su principal característica es la forma eficiente de usar el patrón de ChangeNotifier. Su defecto es que puede volverse desordenado si se abusa de el mismo
- **Riverpod:** Es más robusto y seguro que los anteriores al ser una evolución de Provider, requiere de pruebas más fáciles y soporta más patrones, algo difícil de manejar al inicio.
- **Bloc/Cubit:** Este gestor de estado usa arquitectura basado en flujos y eventos denominados Streams. Sus virtudes son una clara separación entre la lógica y la interfaz de usuario, recomendado para aplicaciones extensas. Puede llegar a tener una gran curva de aprendizaje.
- **GetX:** Este gestor de estado brinda navegación y dependencia en un solo paquete, es muy rápido, consta de un código muy limpio y minimalista. Sus desventajas son que no siempre es recomendado para proyectos grandes.

Todos estos gestores de estado son unas excelentes herramientas para controlar distintos patrones que se requieran en el desarrollo de un proyecto, permitiendo una respuesta de acorde a la gestión de estado.[14]

1.3.8 Geolocalización en Flutter

La geolocalización permite obtener la ubicación actual del dispositivo mediante coordenadas geográficas conocidas como latitud y longitud. Este servicio de GPS ocupa internet, redes móviles o sensores del propio dispositivo para su funcionamiento.[15]

En Flutter este servicio es muy usado en aplicaciones que requieran saber la ubicación de los usuarios para diversos fines como transporte, entre muchos otros. Los paquetes más usados en Flutter son:

- **Geolocator:** Este paquete es muy popular ya que permite obtener la ubicación actual del usuario, verificación de permisos y servicios del GPS y escuchar constantemente la ubicación en tiempo real.
- **Location:** Maneja los permisos automatizados, Escucha en tiempo real, también consta con un modo en segundo plano, limitado para iOS.
- **Google maps flutter:** Este paquete utiliza el api de Google Maps, mostrando un mapa interactivo, consta de diversas funciones y es una combinación de geolocator con location.

1.3.9 Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles son enfoques en el desarrollo de cualquier tipo de software quienes tienen como objetivo la flexibilidad, la colaboración constante y la entrega continua de resultados. Estas metodologías surgen con respuesta a los modelos tradicionales los cuales son muy rígidos, estos nuevos métodos buscan adaptarse mejor a todo tipo de cambios en los requisitos propuestos por el cliente. En vez de apegarse a un plan estricto y lineal, las metodologías ágiles se conforman por iteraciones cortas, retroalimentación continua y equipos de distintos tamaños con el objetivo de ofrecer productos de alta calidad, pero en tiempos reducidos[16]. Entre ellas tenemos algunas bastante interesantes como:

- **Scrum:** Esta metodología ágil es una de las más utilizadas en el mundo del desarrollo, esta se basa en ciclos de trabajo cortos llamados sprints que en consideración estos pueden llegar a durar de una a cuatro semanas. En cada tarea el equipo de trabajo se centra en el desarrollo de pequeños productos funcionales. Scrum define roles específicos en el equipo de desarrollo y también establece reuniones constantes de trabajo, esto para promover la comunicación y el seguimiento del proyecto a desarrollarse.[17]

- **Extreme Programming (XP):** Esta metodología ágil se enfoca en mejorar de la calidad del software y tiene la capacidad de adaptarse al cambio de manera constante frente a los acontecimientos nuevos. Se enfoca directamente en las buenas prácticas de la programación, ideal para proyectos que están enfocados en mejorar la calidad del software, un aspecto interesante de esta metodología es su programación en parejas, las pruebas automatizadas continuas, la integración continua y la simplicidad del diseño. Esta metodología se especializa en la comunicación entre el cliente y los desarrolladores de manera que pueda hacer retroalimentación constante.[17]
- **Mobile-D:** Esta metodología ágil se centra específicamente en el desarrollo de aplicaciones móviles. Combina varias características ágiles y prácticas, estas se enfocan en el desarrollo de dispositivos móviles, entre ellas la limitación de recursos, la variedad de plataformas y la necesidad de una alta usabilidad. Mobile-D tiene como estructura principal cinco fases o etapas entre las cuales se encuentran: Exploración, Inicialización, Producción, Estabilización y Finalización. Cada una de estas etapas está centrada en entregas rápidas con calidad desde las primeras etapas.[18]

1.3.10 Medios de transporte

Teniendo en cuenta los avances sociales y tecnológicos, el crecimiento de la población, el desarrollo y la expansión de las áreas urbanas, así como el aumento del uso de diversos medios de transporte, es posible concluir que la mejora y transformación de los espacios públicos y rutas de tránsito a través de la construcción de sistemas de movilidad altamente eficientes y seguros se ha convertido en una necesidad en nuestra sociedad. Gracias a la tecnología, las sociedades han podido desarrollar e implementar sistemas que apoyan positivamente los medios de transporte.[19]

1.3.11 Transporte público

El transporte público se ha convertido en un servicio crítico en las principales áreas urbanas de todo el mundo, desempeñando un papel importante en la movilidad de las personas, particularmente en las áreas metropolitanas donde reside casi la mitad de la

población. Estas regiones enfrentan los mayores desafíos sociales, económicos y ambientales y destacan la importancia de sistemas de transporte eficientes y sostenibles. Sin embargo, las políticas públicas tienden a abordar la urbanización como un desafío más que como una oportunidad para integrar soluciones de movilidad, lo que agrava el ciclo de degradación ambiental, inequidad social y vulnerabilidad ante desastres. En lo que respecta a la gestión de sistemas de transporte público, hay una gobernanza clave de planificación socioespacial, seguridad y acceso público a servicios que se aborda cada vez más desde un marco de equidad. Los costos de inversión asociados con sistemas de transporte público modernos han sido considerables, y hay una atención y análisis inadecuados dedicados a los beneficios logrados en costos para el usuario, conectividad e innovación tecnológica. Este enfoque limita el desarrollo de estrategias más efectivas destinadas a aprovechar el potencial de dichos sistemas como catalizador para el desarrollo urbano y la sostenibilidad.[20]

1.3.12 Gestión de transporte

En términos de gestión del transporte, esto se refiere a la planificación, organización, dirección y control de actividades que implican el movimiento de bienes, personas o recursos de manera eficiente y efectiva. Además, una gestión de transporte efectiva permite la optimización del consumo de recursos, la reducción de costos y la mejora de la prestación de servicios. Al igual que con cualquier proceso, debe haber una planificación cuidadosa con respecto a la ruta del transporte, la organización del personal y otros materiales que se vayan a utilizar, y la comunicación entre todas las partes involucradas debe ser fluida. La planificación de rutas para mejorar los tiempos puede mejorarse mediante el análisis de datos históricos y la implementación de algoritmos de optimización, que identifican las rutas más rápidas y eficientes para cada operación. Asimismo, las herramientas de comunicación digital, como aplicaciones móviles, garantizan una coordinación inmediata.[21]

1.3.13 Reducción de retrasos

La tarea del transporte público dentro de los núcleos urbanos es atender de manera eficiente y veloz a las necesidades de circulación de la persona dentro de una ciudad determinada. La persona, además de pagar el valor de la tarifa, por hacer uso del sistema de transporte, debe utilizar su tiempo (acceso, espera y viaje) lo que incrementa el costo que perciben por usar el transporte público. Por esta razón, es necesario desarrollar un diseño táctico y operacional, que busque no solo reducir los costos de operación, sino también el tiempo que el usuario emplea. Los sistemas de buses proporcionan 2 formas de operación. Por frecuencia, cuando se asigna una oferta fija de buses por hora para operar un servicio, y por itinerarios, fijando los horarios de pasada de buses en los paraderos. Esto ha sido abordado múltiples veces en la literatura, en donde se ha encontrado que, para servicios de baja demanda, es más eficiente la operación por itinerarios. En este contexto, la reducción de los retrasos de los buses se convierte en un aspecto clave para optimizar el servicio, ya que impacta directamente en la puntualidad, el tiempo de espera percibido por los usuarios y su satisfacción general, contribuyendo así a una movilidad urbana más eficiente. [22]

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implantar una aplicación móvil usando Flutter para reducir los retrasos en el recorrido de buses en la Cooperativo Santiago de Quero.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar las principales causas del retraso en el recorrido de la ruta de transporte Quero – Ambato.
- Investigar la tecnología Flutter en el desarrollo de aplicaciones móviles.

- Desarrollar una aplicación móvil con Flutter para reducir los retrasos de los buses en la Cooperativa Santiago de Quero.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para la obtención de información en este proyecto de investigación, se emplearon tres métodos, los cuales constan de encuesta, entrevista y ficha de observación. El primer método, encuesta constó de 7 preguntas, principalmente enfocadas en conocer las principales causas de atraso y la percepción sobre el manejo de aplicaciones móviles. La encuesta se estructuró con preguntas cerradas, selección múltiple y escala de Likert.

El segundo método fue la entrevista, esta constó de 7 preguntas la cual fue dirigida a el encargado de asignar y controlar y registrar los atrasos de los buses de la cooperativa, el objetivo de esta encuesta fue conocer acerca del proceso y sistema que ellos usan a la hora de registrar los tiempos tomados con las tarjetas de papel.

Por último, se realizó la ficha de observación en el proceso de recorrido de los buses y el sistema para registrar el tiempo en el transcurso del viaje designado que se tiene que ejecutar.

Modelo de Encuesta

Objetivo: Identificar las principales causas de atraso en el recorrido de buses y la aceptación del uso de aplicaciones móviles.

1. ¿Cuáles considera que son las principales causas de los retrasos en el recorrido de buses? Selecciona todas las opciones que correspondan.

- a) Tráfico congestionado
- b) Condiciones climáticas
- c) Excesivas paradas en ruta
- d) Puntos para registrar el tiempo innecesarios
- e) Otros:

2. ¿Con qué frecuencia experimenta atrasos en su ruta?

- a) Siempre
- b) A menudo
- c) Ocasionalmente
- d) Rara vez
- e) Nunca

3. ¿Qué tan cómodo se siente el método actual para registrar el tiempo manualmente?

- a) Muy incomodo
- b) Incomodo
- c) Neutral
- d) Cómodo
- e) Muy cómodo

4. ¿Cree que el uso de una aplicación móvil para registrar los tiempos de la ruta sería útil para su trabajo?

- a) Si
- b) Posiblemente
- c) No

5. ¿Estaría dispuesto a utilizar una aplicación móvil para registrar los tiempos de la ruta en lugar de hacerlo manualmente?

- a) Si
- b) Posiblemente

c) No

6. ¿Qué características considera más importantes en una aplicación que registre automáticamente los tiempos de los buses? Marque todas las que apliquen.

a) Selecciona todas las opciones que correspondan.

b) Facilidad de uso

c) Precisión en el registro de los tiempos

d) Notificaciones o alertas en tiempo real

e) Otros:

7. ¿Qué dificultades podría encontrar al usar una aplicación de este tipo durante su jornada laboral? Selecciona todas las opciones que correspondan.

a) Complejidad en el uso de la aplicación

b) Problemas con el registro de tiempo

c) Falta de capacitación sobre el uso de la app

d) Otros:

ENTREVISTA

Tabla 3. Guía de entrevista para el despachador

Lugar y Fecha:			
Entrevistado:			
Cargo:			
OBJETIVO:			
Nº	Pregunta	Respuesta	Observación
1	¿Qué herramientas o métodos utilizas para asignar los horarios (papel, software, etc.)?		
2	¿Cuántas personas están involucradas en este proceso?		
3	¿Qué criterios utilizas para asignar los horarios a los diferentes choferes?		
4	¿Cómo registran el tiempo en la ruta de los choferes?		

5	¿Cómo verifican que la información registrada sea precisa?		
6	¿Qué desafíos encuentras en el proceso actual de registro y asignación de horarios?		
7	¿Se generan errores en la asignación de horarios o registros de tiempo? ¿Cómo los solucionan?		
8	¿Cómo gestionan los retrasos de los choferes en los horarios?		
9	¿Estarías dispuesto a utilizar una aplicación móvil para facilitar estos procesos?		
CONCLUSIONES			

FICHA DE OBSERVACIÓN

Tabla 4. Guía ficha de observación

Fecha:								
Hora de Inicio:								
Hora de Fin:								
Ubicación:								
Aspectos Observar	Para	Indicador	Cumplimiento					Comentario
			1	2	3	4	5	
Seguimiento del registro de tiempos		Empleado responsable de marcar el tiempo en los picadores manualmente						
Verificación del proceso		El proceso que se lleva a cabo al entregar la tarjeta al despachador						
Eficiencia operativa		Se usa eficientemente las tarjetas para marcar el tiempo correspondiente						
CONCLUSIONES								

Criterio:

1 = Muy Bajo

2 = Bajo

3 = Moderado

4 = Alto

5 = Muy Alto

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

La presente investigación se contextualizó en la modalidad de investigación de campo y bibliográfica-documental.

2.2.2 Investigación de campo

Este proyecto se desarrollará bajo la modalidad de investigación de campo, ya que implica un acercamiento directo al entorno real de operación de los buses en la ruta Quero-Ambato. La observación y recolección de datos, que ayudarán a identificar los problemas existentes en la gestión del tiempo, permitirá proponer soluciones prácticas.

2.2.3 Investigación bibliográfica – documental

Se llevará a cabo una revisión bibliográfica y documental con el fin de investigar la aplicación móvil como un estudio y desarrollo tecnológico previo en el transporte público. Artículos científicos, libros y estudios de caso proporcionarán las perspectivas necesarias para justificar el alcance y la relevancia del diseño e implementación de la propuesta tecnológica.

2.2.4 Población y muestra

Esta investigación contempla la población que comprende los conductores de buses y los operadores de las empresas de transporte público que funcionan en la trayectoria Quero-Ambato.

Tabla 5. Número de la población

Población	Número	Porcentaje
Presidente	1	5 %
Empleados	17	85 %
Secretaria	1	5 %
Despachador	1	5%
Total	20	100%

Debido a que la población es manejable en cuanto a cantidad, no es necesario utilizar muestras representativas; en su lugar, se estudiará toda la población.

2.2.5 Recolección de información

Tabla 6. Recolección de la información

Preguntas Básicas	Explicación
¿Para qué?	Para cumplir con los objetivos propuestos en el presente proyecto.
¿De qué personas u objetos?	La investigación se dirigirá hacia los Conductores y responsables de la empresa de transporte Santiago de Quero.
¿Sobre qué aspectos?	Optimización de tiempo en el proceso de picada.
¿Quién, Quiénes?	Investigador: Bryan Llamuca
¿Cuándo?	En el periodo académico Marzo – Agosto 2025
¿Dónde?	En la Cooperativa de buses Santiago de Quero ubicado en el Cantón Quero.
¿Cuántas veces?	Una vez
¿Qué técnicas de recolección?	Encuesta Entrevista Observación
¿Con qué?	Cuestionario Guía de entrevista Ficha de Observación

Resultados de la encuesta

La encuesta fue dirigida principalmente a los empleados de la cooperativa de Transporte Santiago de Quero.

Pregunta 1: ¿Cuáles considera que son las principales causas de los retrasos en el recorrido de buses?

Tabla 7. Resultados de la pregunta 1

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Tráfico congestionado	17	36.96%
Condiciones climáticas	9	19.57%
Excesivas paradas en ruta	10	21.47%
Puntos para registrar el tiempo innecesario	10	21.47%

Total	46	100%
--------------	----	------

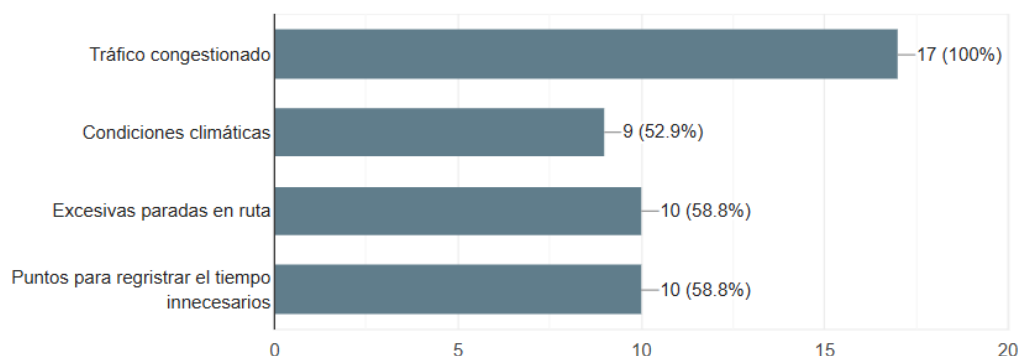


Figura 1. Resultados pregunta 1

Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en la pregunta número 1 de la encuesta y en la figura 1, se puede deducir lo siguiente: el “Tráfico congestionado” es el problema número 1 en el cual los encuestados decidieron que era el mayor problema por parte de los atrasos en el recorrido de buses, con un total de un 36.96% del total de las respuestas. Le sigue las “Excesivas paradas en la ruta” y “Puntos para registrar el tiempo con un 21.47% de las respuestas. Por último “Condiciones climáticas” que representa un 19,57% del total de las respuestas.

Estos resultados indican que el mayor problema por parte de los empleados de la cooperativa de transporte es el tráfico, pero los demás puntos también tienen incidencia en este problema. Poder conocerlos es un punto importante para poder solventar este problema.

Pregunta 2: ¿Con qué frecuencia experimenta atrasos en su ruta?

Tabla 8. Resultado de la pregunta 2

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	4	23.5%
A menudo	12	76.6%
Ocasionalmente	1	5.8%
Rara vez	0	0%

Nunca	0	0%
Total	17	100%

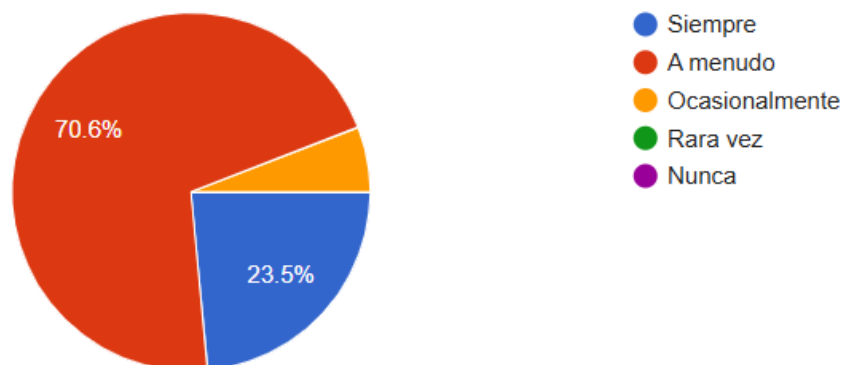


Figura 2. Resultados pregunta 2

Análisis e interpretación de resultados

Según el análisis de datos obtenidos en la figura 2, se puede deducir que: el 70.6% de los encuestados “a menudo” tienen incidencia con el tema de los atrasos en el recorrido de buses, mientras que el 23.5% de los encuestados siempre tienen atrasos. Por último, el 5.8% que “Ocasionalmente” tienen incidencia en los atrasos. En “Rara vez” y en “Nunca” se registró con un 0% de respuestas.

Estos resultados nos muestran que el 70.6% tiene incidencia en los atrasos del recorrido de buses lo cual es una cifra bastante alta a tener en cuenta. Poder identificar esta estadística es muy importante a la hora de plantear una solución.

Pregunta 3: ¿Qué tan cómodo se siente el método actual para registrar el tiempo manualmente?

Tabla 9. Resultados de la pregunta 3

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Muy incómodo	0	0%
Incómodo	11	76.6%
Neutral	6	23.5%

Cómodo	0	0%
Muy Cómodo	0	0%
Total	17	100%

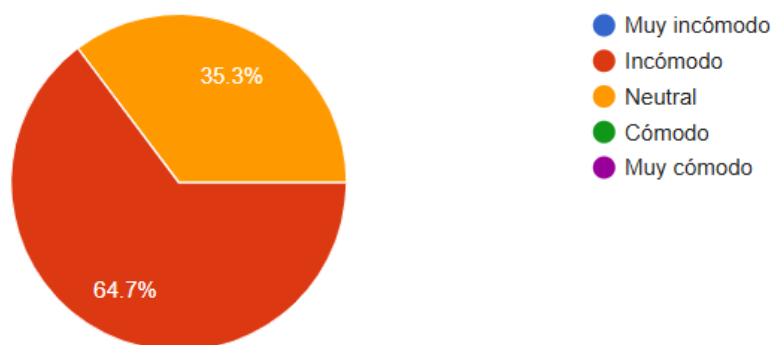


Figura 3. Resultados pregunta 3

Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo con los resultados de la figura 3, se puede deducir lo siguiente: el 64% de los encuestados señalo “Incomodo” el tener que bajarse a registrar el tiempo en plena ruta, mientras que el 35% respondió con un “Neutral” a la pregunta. En “Muy incómodo”, “Cómodo” y “Muy Cómodo” se consto con un 0% de respuestas.

Estos resultados indican que el 64.7% de los empleados no están cómodos o no les gusta tener que bajarse a registrar el tiempo manualmente en pleno recorrido lo que representa un aspecto importante a mejorar, por su contraparte el 35.3% se presentó de manera neutral posiblemente por el hecho de el hábito ante esta actividad.

Pregunta 4: ¿Cree que el uso de una aplicación móvil para registrar los tiempos de la ruta sería útil para su trabajo?

Tabla 10. Resultados de la pregunta 4

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Si	17	100%
Posiblemente	0	0%
No	0	0%

Total	17	100%
--------------	----	------



Figura 4. Resultados pregunta 4

Análisis e interpretación de resultados

Según el análisis obtenido en la figura 4, se puede deducir lo siguiente: el 100% de los encuestados estuvo de acuerdo en que el uso de una aplicación móvil para que ayude a registrar los tiempos sería de utilidad en su trabajo. En las opciones “Posiblemente” y “No” se registró un 0% de respuestas.

Estos resultados nos muestran que el 100% de los empleados están dispuestos a usar una aplicación móvil, por ende, están dispuestos a adentrarse a las nuevas tecnologías.

Pregunta 5: ¿Estaría dispuesto a utilizar una aplicación móvil para registrar los tiempos de la ruta en lugar de hacerlo manualmente?

Tabla 11. Resultados de la pregunta 5

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Si	17	100%
Posiblemente	0	0%
No	0	0%
Total	17	100%



Figura 5. Resultados pregunta 5

Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en la figura 5, se puede observar los siguiente: el 100% de los encuestados respondió que estaría dispuesto a usar una aplicación móvil para el registro de tiempo. En las opciones “Posiblemente” y “No” se registró un 0% de respuestas.

Estos resultados indican que el 100% de los encuestados están dispuestos a usar una aplicación móvil para el registro automático del tiempo en la ruta, demostrando 1 vez más que se está dispuesta a usar las nuevas tecnologías para seguir con el desarrollo de los diferentes sectores.

Pregunta 6: ¿Qué características considera más importantes en una aplicación que registre automáticamente los tiempos de los buses?

Tabla 12. Resultados de la pregunta 6

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Facilidad de uso	17	60.71%
Presicion en el registro de los tiempos	10	35.71%
Notificaciones en tiempo real	1	3.57%
Total	28	100%

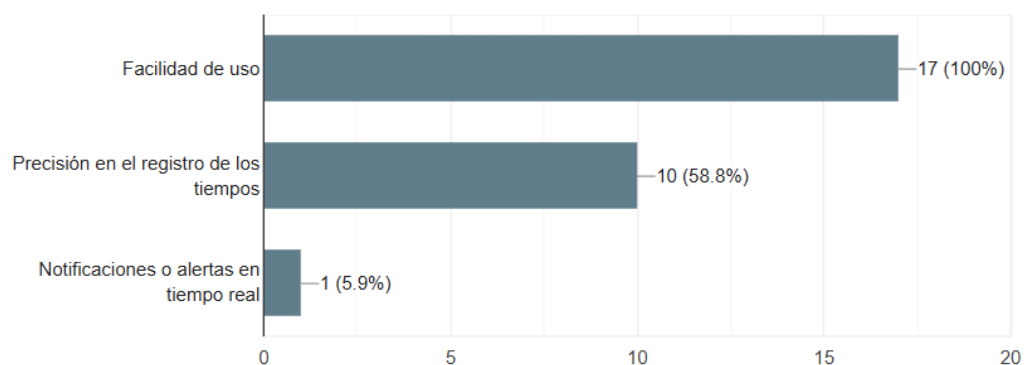


Figura 6. Resultados pregunta 6

Análisis e interpretación de resultados

Según el análisis obtenido en la figura 6, se puede observar lo siguiente: el 60.71% de los encuestados selecciono “Facilidad de uso” como su característica más importante, mientras que el 35,71% de los encuestados marcó “Precisión en el registro de tiempo” y por último tan solo el 3.57% tuvo como prioridad las notificaciones en tiempo real. La opción de otro se registró con un 0% de respuestas.

Estos resultados nos muestran que la prioridad en la aplicación tiene que ser la facilidad de uso con un 60.71% de incidencia, tampoco habría que descartar la precisión de los registros de tiempo, ya que también fue seleccionada con un 35,71%, esto demuestra que la aplicación debe ser fácil de usar y precisa.

Pregunta 7: ¿Qué dificultades podría encontrar al usar una aplicación de este tipo durante su jornada laboral?

Tabla 13. Resultados de la pregunta 7

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Complejidad en el uso de la aplicación	13	46.43%
Problemas con el registro de tiempo	11	39.29%
Falta de capacitación sobre el uso de la app	4	14.29%
Total	28	100%

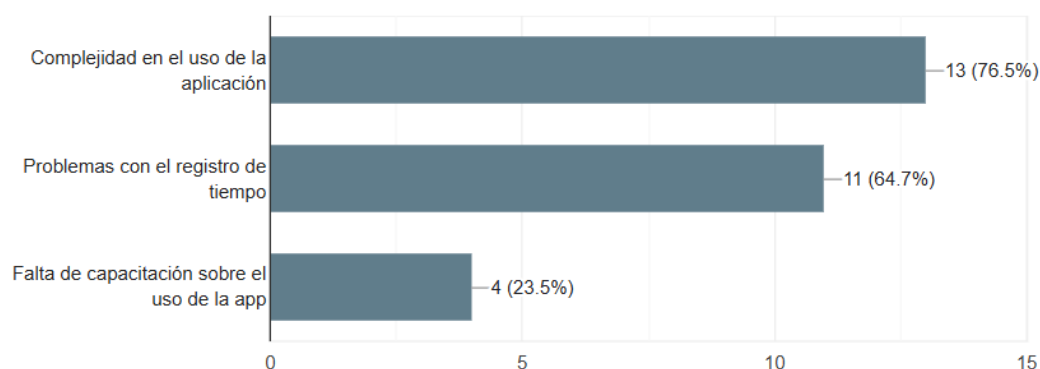


Figura 7. Resultados pregunta 7

Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en la figura 7, se pudo observar lo siguiente: el 46.43% de los encuestados seleccionó “complejidad en el uso de la aplicación” como dificultad a la hora de utilizar la aplicación, el 39.29% seleccionó “Problemas con el registro de tiempo” y por último con un 14.29% seleccionó “Falta de capacitación sobre el uso de la aplicación móvil”. Con un 0% se registró la opción de otro en la pregunta.

Estos resultados indican que la complejidad en el uso de la aplicación sería un problema a la hora de usar la aplicación móvil, como ya se registró, la facilidad de uso en la aplicación es de gran importancia para los usuarios, por ende, está relacionado con este punto. También se seleccionó problemas con el registro de tiempo, demostrando que este registro es importante para los usuarios, Una pequeña parte de los encuestados seleccionó que la falta de capacitación sobre el uso de la aplicación puede llegar a ser un problema.

Resultados de la entrevista

ENTREVISTA

Tabla 14. Entrevista completa realizada al despachador de la cooperativa

Lugar y Fecha: Parada de la Cooperativa Santiago de Quero, 9 de abril de 2025
Entrevistado: Franklin Perez
Cargo: Despachador

OBJETIVO: Comprender el sistema y proceso que manejan a la hora de revisar los tiempos registrados de las tarjetas			
N°	Pregunta	Respuesta	Observación
1	¿Qué herramientas o métodos utilizas para asignar los horarios (papel, software, etc.)?	Se utiliza un cuaderno para asignar los turnos a los distintos buses	Todo el sistema de control de tiempos se usa un cuaderno para controlarlo
2	¿Cuántas personas están involucradas en este proceso?	Actualmente son 2 personas encargadas de gestionar los horarios y el control de tiempo de los buses.	
3	¿Qué criterios utilizas para asignar los horarios a los diferentes choferes?	Existe un horario que va rotante cada semana, pero se puede cambiar los horarios por distintos motivos, viajes a otras provincias fuera del horario, averías del bus entre otras.	Se puedo conocer que el horario que manejar es muy volátil y puede cambiar en cualquier momento y acorde a las necesidades de ese momento
4	¿Cómo registran el tiempo en la ruta de los choferes?	Se registran en una tarjeta de papel que se les proporciona. Esta se tiene que marcar en unos dispositivos colocados en lugares estratégicos a lo largo de la ruta, al regresar al punto de inicio se revisa el tiempo para el respectivo control.	El empleado se tiene que bajar del bus para encontrarse con el dispositivo que le ayuda a registrar el tiempo
5	¿Cómo verifican que la información registrada sea precisa?	Se confía en el registro de tiempo marcado en las tarjetas y en el encargado de registrar el tiempo.	
6	¿Qué desafíos encuentras en el proceso actual de registro y asignación de horarios?	El problema de que se debe estar revisando las tarjetas constantemente y confiar en que se haga el proceso correctamente, también estar anotando todo el día los turnos que se deben asignar a los distintos choferes y verificar constantemente.	
7	¿Se generan errores en la asignación de horarios o registros de tiempo? ¿Cómo los solucionan?	Generalmente no se generan errores porque la información es	

		controlada en ese mismo instante en cada viaje que hacen los choferes, el error que podría darse es al momento de que un bus no pueda completar su ruta por distintos motivos.	
8	¿Cómo gestionan los retrasos de los choferes en los horarios?	Cuando un chofer se atrasa en su ruta se cobra una multa dependiendo de cuantos minutos se haya atrasado el chofer.	Los choferes ya saben cómo van de tiempo gracias a las tarjetas que marcan en cada punto
9	¿Estarías dispuesto a utilizar una aplicación móvil para facilitar estos procesos?	Si la aplicación facilita este proceso si estuviera dispuesto a usar una aplicación móvil.	
CONCLUSIONES La entrevista realizada revela que todo el sistema con el que han venido trabajando todos estos años a seguido igual, si bien aprovechado algunas herramientas como redes sociales para la comunicación y otros usos, su sistema basado en registrar los tiempos manualmente no ha cambiado mucho y se ha mantenido hasta la actualidad, sin embargo, has sabido mantenerse muy organizador para poder trabajar con normalidad. Todas estas observaciones dan como resultado que la cooperativa Santiago de Quero si bien no está del todo inmersa en la tecnología, puede resultar beneficioso e interesante el poder adentrarse al uso de herramientas digitales para poder realizar su trabajo con mayor facilidad.			

FICHA DE OBSERVACIÓN

Tabla 15. Ficha de observación realizada completa

Fecha: 2 de abril de 2025							
Hora de Inicio:							
Hora de Fin:							
Ubicacion:							
Aspectos Para Observar	Indicador	Cumplimiento					Comentario
		1	2	3	4	5	
Seguimiento del registro de tiempos	Empleado responsable de marcar el tiempo en los picadores manualmente		x				Se observa que el empleado el empleado marca normalmente el tiempo en la tarjeta de papel previamente estudiada, en el transcurso de la ruta se registran los tiempos con normalidad, al momento de regresar comienza nuevamente el registro de tiempo

							en los nuevos puntos, el proceso ocurre con normalidad, el empleado se baja a marcar el tiempo en el dispositivo hasta llegar nuevamente a su destino.
Verificación del proceso	El proceso que se lleva a cabo al entregar la tarjeta al despachador				x		La revisión de este proceso lo lleva a cabo el despachador de turnos, este mismo se encarga de revisar los tiempos que ha registrado el bus en la ruta, según los tiempos de registro se asigna una multa en caso de que este mismo se haga atrasado, este proceso se hace al momento y así el chofer puede acceder a su nuevo viaje.
Eficiencia operativa	Se usa eficientemente las tarjetas para marcar el tiempo correspondiente				x		En este proceso se lleva a cabo con el uso de tarjetas de papel, se observó que el uso de las tarjetas para registrar el tiempo en la ruta no es tan eficiente ya que el empleado se tiene que bajar del bus para poder registrar el tiempo lo cual hace que pierda algún instante de tiempo, en cambio al momento de registrarlo con el despachador no está mal del todo porque al ser un proceso rápido no hay mucha dificultad para resolver el mismo.
<p>CONCLUSIONES</p> <p>En base a la observación de encontraron algunos puntos que pueden mejorar todo este proceso. El sistema que se maneja para registrar el tiempo se basa en un cuaderno, lo cual no está del todo mal ya que el horario cambia constantemente y este se puede adaptar en cualquier momento y cuando ellos lo necesiten. En cambio, al momento de registrar el tiempo en pleno recorrido del bus, este si se puede mejorar con el uso de herramientas digitales y así poder reemplazar las tarjetas de papel, lo mismo sucede al momento de revisar los tiempos que ha registrado el bus, este proceso podría mejorarse con hacerlo digitalmente. En general se recomendaría implementar herramientas tecnologías para el control de tiempos.</p>							

Criterio:

1= Muy bajo

2= Bajo

3= Moderado

4= Alto

5= Muy Alto

2.2.6 Procesamiento y análisis de datos

La información que ha sido recolectada está organizada para su análisis, donde se buscarán patrones y relaciones de importancia entre las diferentes variables. Se ha llegado a varias conclusiones relacionada con el proceso y manejo de tiempos en la cooperativa de transporte Santiago de Quero.

- Se observa que el sistema actual de asignación de horarios y control de tiempos es completamente manual, basado en el uso de cuadernos para los turnos y tarjetas de papel para el registro de tiempos. Esta metodología, aunque funcional, presenta limitaciones importantes relacionadas con la eficiencia y precisión. Esto presenta una alta dependencia del uso del papel en todas las etapas del proceso.
- El registro de tiempo a lo largo de la ruta requiere que el conductor descienda del bus para marcar su tarjeta en dispositivos colocados estratégicamente, lo cual representa una pérdida de tiempo innecesaria. Estos procesos manuales pueden digitalizarse para optimizar el tiempo y reducir errores.
- La verificación de tiempo es realizada por el despachador con las tarjetas ya marcadas en el momento en que el bus regresa a la estación y en caso de haber retrasos se aplican las sanciones correspondientes. Si bien el proceso se lleva a cabo en tiempo real, no consta con un respaldo digital que permita realizar auditorías o análisis históricos.
- Los trabajadores entrevistados manifestaron disposición positiva hacia el uso de una aplicación móvil siempre que esta facilite su trabajo y reduzca la carga

manual. Esto demuestra apertura al cambio y representa una oportunidad para introducir soluciones tecnológicas con buena aceptación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Análisis del proceso

Según el análisis del capítulo 2, se puede llevar a cabo el diagrama de procesos en el cual se puede identificar los requerimientos para el desarrollo de los distintos módulos, tanto para la parte web como para la parte móvil.

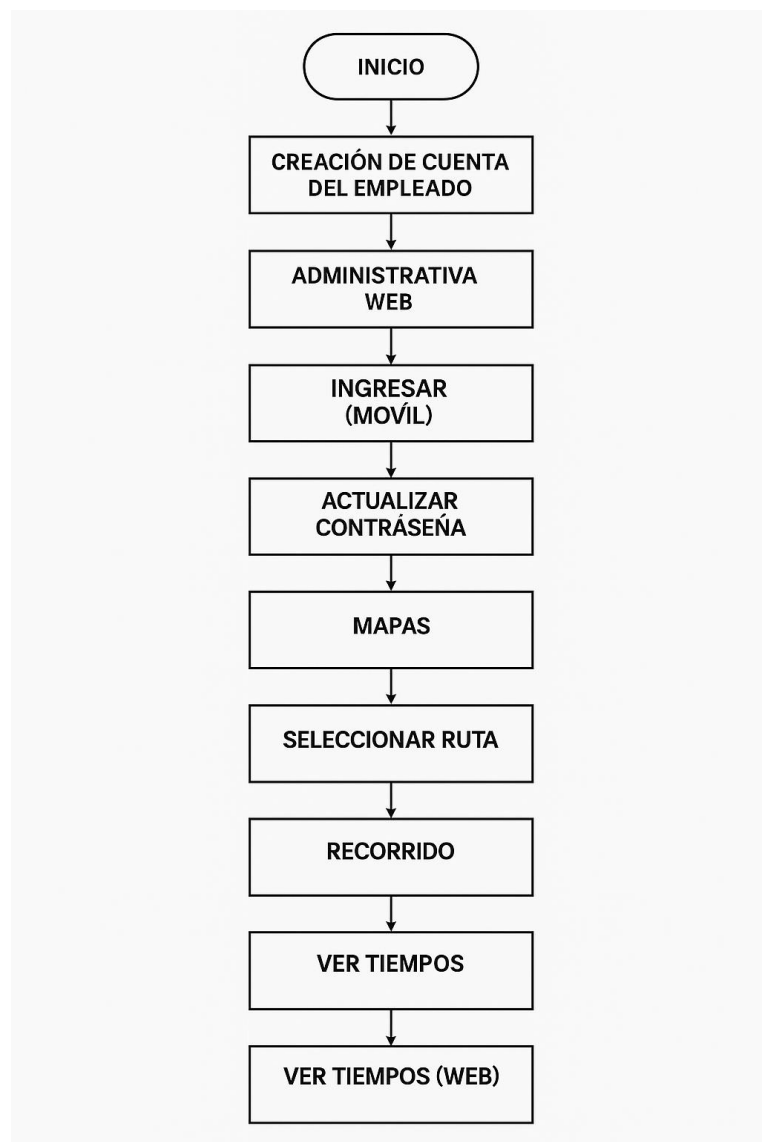


Figura 8. Esquema de procesos

3.1.2 Descripción de los procesos

Tabla 16. Descripción de procesos

Nº	Proceso	Descripción
1	Creación de cuenta del empleado	Desde la parte administrativa web, se crea una cuenta para cada empleado. Esta cuenta incluye datos básicos y una contraseña temporal.
2	Administrativa Web	Interfaz web utilizada por los administradores para: <ul style="list-style-type: none">• Crear cuentas de usuarios.• Monitorear actividad.• Verificar y revisar los tiempos registrados por los empleados.
3	Ingresar (movil)	Al iniciar sesión por primera vez, el usuario debe actualizar la contraseña asignada por un nuevo personal.
4	Módulo de Mapas	Después del login, el usuario accede al módulo de mapas dentro de la app.
5	Selección de Ruta	El usuario elige una de las rutas predefinidas para iniciar su recorrido.
6	Recorrido	Durante el trayecto, el sistema registra automáticamente los puntos clave mediante geolocalización. Esto se hace en tiempo real mientras se mueve.
7	Ver Tiempos	Una vez finalizado el recorrido, el usuario puede consultar los tiempos registrados para cada punto dentro de la aplicación.
8	Ver Tiempos Web	Desde la interfaz administrativa web, se pueden revisar los tiempos registrados por todos los empleados, organizados por ruta y usuario.

3.2 Herramientas para el desarrollo de la propuesta

3.2.1 Framework Flutter

El Framework Flutter fue diseñado para crear aplicaciones rápidas y eficientes, además de tener un código muy limpio, mantenible y estructurado, perfecto para el desarrollo móvil. A continuación, se expone las características del Framework Flutter en la tabla 17, enseñando sus principales capacidades.[23]

Tabla 17. Características de Flutter

Características	Descripción
-----------------	-------------

Lenguaje de Programación	Dart es un lenguaje moderno desarrollado por Google, orientado a objetos y diseñado para desarrollar interfaces de usuario rápidas y eficientes.
Arquitectura	Basada en un motor gráfico propio (Skia) y una arquitectura reactiva que actualiza automáticamente la interfaz cuando cambian los datos.
Tipo de Framework	Framework de desarrollo de interfaz de usuario (UI) multiplataforma, orientado a componentes (widgets).
Plataformas Soportadas	Android, iOS, Web, Windows, macOS, Linux (permite crear aplicaciones para múltiples plataformas desde un solo código fuente).
Hot Reload	Permite aplicar cambios al código en tiempo real sin reiniciar la aplicación, lo que acelera el proceso de desarrollo y pruebas.
Rendimiento y Optimización	Alto rendimiento comparable al de aplicaciones nativas, gracias a que el código se compila directamente a código máquina (ARM).
Flexibilidad	Alta. Permite personalizar completamente la interfaz de usuario y adaptarse a distintos diseños, requisitos y flujos de navegación.
Documentación	Muy completa y mantenida por Google. Incluye ejemplos, tutoriales, guías paso a paso y una comunidad activa que facilita el aprendizaje.
Actualizaciones y Mantenimiento	Actualizado constantemente por Google con nuevas versiones, mejoras de rendimiento, corrección de errores y nuevas funciones.
Integración con otras tecnologías	Fácil integración con servicios externos como Firebase, REST APIs, bases de datos (SQLite, MongoDB, etc.), sensores de dispositivo, y más.

Según la tabla 17 este poderoso Framework basado en el lenguaje dart tiene una arquitectura reactiva, es decir que se actualiza constantemente permitiendo verificar los cambios constantemente, entre sus principales características está el Hot Reload. Utiliza la compilación JIT (Just-In-Time) para permitir la modificación del código Dart en tiempo de ejecución, lo que facilita visualizar los cambios realizados en la aplicación casi de inmediato. Al integrarse con complementos del IDE, este proceso se vuelve aún más ágil, ya que, al guardar los cambios, la recarga se ejecuta automáticamente y los resultados se reflejan rápidamente. Esto ayuda significativamente a acortar los ciclos de desarrollo.[23]

Flutter tiene grandes características, entre ellas está el manejo de la interfaz de usuario, en la cual es posible crear todo tipo de diseño, gracias a los llamados widgets, estos componentes ayudan en la construcción de cualquier diseño, esto puede lograrse con una curva de aprendizaje mediana. Esto es muy útil para el desarrollo de aplicaciones móviles de alta calidad, así como un manejo del código amigable.

3.2.2 Ventajas y desventajas de Flutter

El Framework Flutter así como todas las herramientas tecnológicas tiene sus ventajas y desventajas, basado en un análisis se describe en la siguiente tabla sus pros y contras.

Tabla 18. Ventajas y desventajas de Flutter

Ventajas	Desventajas
Proporciona una interfaz de usuario altamente personalizable mediante el uso de widgets.	El tamaño inicial de las aplicaciones puede ser más grande comparado con apps nativas.
Permite desarrollar aplicaciones multiplataforma (Android, iOS, Web, escritorio) este en un único código de manera general.	No todas las funciones nativas están disponibles de forma inmediata, requiriendo plugins o desarrollo personalizado.
Ofrece una alta velocidad de desarrollo gracias al hot reload, que permite ver cambios al instante.	La comunidad y soporte aún no son tan amplios como los de tecnologías más maduras.
Utiliza el lenguaje Dart, optimizado para interfaces rápidas y reactivas.	Algunas dependencias o plugins pueden no estar completamente actualizados o estables.

Flutter tiene tanto ventajas como desventajas para el desarrollo de aplicaciones, utilizar las ventajas que nos brinda esta herramienta será de vital importancia para la creación de aplicaciones de alta gama.

3.2.3 Versiones de Flutter

Desde su lanzamiento oficial en diciembre de 2018, el Framework Flutter ha pasado por múltiples versiones, cada una con importantes actualizaciones y mejoras en la compatibilidad, escalabilidad, rendimiento y soportes de plataforma, Con cada actualización se han corregido errores, optimizado y mejorado widgets, ampliado las funcionalidades y fortalecido la integración con las nuevas tecnologías con Firebase, servicios web y controladores nativos.

La comunidad de desarrolladores, en conjunto con el respaldo de Google, han impulsado constantemente el Framework, haciendo de Flutter una herramienta cada vez más robusta para el desarrollo de aplicaciones móviles, web y de escritorio. A continuación, se presenta una tabla comparativa impulsada en las siguientes fuentes[23], [24], [25], [26].

Tabla 19. Versiones de Flutter

Versión	Fecha de lanzamiento	Características y Mejoras	Ventajas	Desventajas	Soporte para Plataformas	Rendimiento
3.0	Mayo de 2022	Soporte para macOS, Linux y Windows estables, integración inicial Material 3	Multiplataforma estable, unificación de SDK	Material 3 aún no por defecto, sin mejoras gráficas significativas.	Android, iOS, Web, Windows, macOS, Linux	Estable y funcional, aunque sin grandes avances en gráficos.
3.16	Noviembre de 2023	Material 3 por defecto, vista previa de Impeller en Android, mejoras en DevTools, soporte para Android 14.	Interfaz moderna lista para producción, mejoras visuales nativas.	Impeller aún en prueba, posibles cambios en APIs.	Android, iOS, Web, Windows, macOS, Linux	Mejoras gráficas notables en Android, optimización progresiva.
3.26	Octubre de 2024	- Estabilización de Material 3 - Optimización de testing y DevTools - Mejor soporte web	Alto rendimiento gráfico, integración con tecnologías modernas.	Algunas APIs aún en vista previa, cambios en MaterialState pueden afectar widgets.	Android, iOS, Web, Windows, macOS, Linux	Muy alto en móviles y web gracias a Impeller y Wasm.
3.29	13 de marzo de 2025	Mejoras en la estabilidad del motor gráfico, corrección de errores críticos, mejor soporte para Material 3, actualizaciones en Flutter DevTools, y mejor rendimiento en Web.	Estabilidad en producción, excelente rendimiento, soporte completo para plataformas móviles y web, compatibilidad con Dart 3.x y nuevas herramientas de depuración.	Algunas bibliotecas de terceros aún no han sido actualizadas completamente a esta versión, lo que puede requerir ajustes manuales.	Android, iOS, Web, Windows, macOS, Linux	Alto rendimiento en aplicaciones móviles y mejoras en el renderizado web; tiempos de compilación reducidos y animaciones más fluidas.
3.32	20 de Mayo de 2025	Hot reload experimental en web, integración IA + Firebase, Property Editor, Dart 3.8	Desarrollo web más fluido, mejoras visuales iOS + IA	Algunas funcionalidades nuevas como el hot reload web aún están en prueba.	Android, iOS, Web, Windows, macOS, Linux	Excelente en todas las plataformas, especialmente en web y móviles.

Para el desarrollo del presente proyecto se ha optado por utilizar la versión 3.29, debido a que es la última versión estable esta la fecha, soporte completo para multiplataforma y mejoras específicas en el rendimiento de compilación y visualización de las interfaces. No se optó por seleccionar la opción más reciente porque suele requerir constantes pruebas para que llegue a ser estable y eso podría ocasionar un retraso en el desarrollo del proyecto en el caso de errores que estén fuera del alcance.

3.3 Tecnología Node.js para desarrollo backend

El entorno de ejecución para JavaScript conocido como Node.js, construido con el motor V8 de Chrome. Está diseñada para la creación de aplicaciones eficientes, ligeras y escalables, excelentes para el desarrollo de servidores. A continuación, se presenta una tabla que resume las características clave de Node.js.[27]

Tabla 20. Características de Node.js

Características	Descripción
Lenguaje de Programación	JavaScript, uno de los lenguajes más populares, ampliamente adoptado en desarrollo web. También se puede usar TypeScript para mayor robustez.
Motor de Ejecución	V8 de Google, el mismo motor que utiliza el navegador Chrome. Compila JavaScript directamente a código máquina.
Arquitectura	Basado en un modelo de E/S no, ideal para aplicaciones en tiempo real y con alta concurrencia.
Tipo de Entorno	Entorno de ejecución backend orientado a eventos, asíncrono y basado en módulos.
Plataformas Soportadas	Windows, macOS, Linux. Funciona en servidores, contenedores como Docker y entornos cloud.
Módulos y Ecosistema	Usa el gestor de paquetes npm, el más grande del mundo, con millones de bibliotecas disponibles.
Rendimiento y Optimización	Muy alto en aplicaciones intensivas gracias a su modelo asíncrono. Se han mejorado aún más los tiempos de arranque y el rendimiento.
Documentación	Extensa y mantenida por la comunidad y la Node.js Foundation. Existen miles de tutoriales y guías en línea.
Actualizaciones y Mantenimiento	Node.js incluye mejoras de rendimiento, nuevas APIs web integradas y soporte extendido para estándares modernos.
Integración con otras tecnologías	Fácil integración con bases de datos (MongoDB, PostgreSQL, MySQL), APIs REST, WebSockets, microservicios y servicios en la nube.

3.3.1 Ventajas y desventajas de Node.js

Como toda tecnología, Node.js presenta tanto ventajas como desventajas. En la siguiente tabla se detallan los puntos más relevantes para su análisis:

Tabla 21. Ventajas y desventajas de Node.js

Ventajas	Desventajas
Modelo asíncrono y basado en eventos, ideal para aplicaciones en tiempo real.	No es la mejor opción para tareas intensivas en CPU, como el procesamiento de imágenes o cálculos pesados.
Amplio ecosistema con npm, lo que facilita encontrar y reutilizar paquetes.	La gran cantidad de paquetes puede generar dependencias poco mantenidas o inseguras.
Permite usar JavaScript en el backend, unificando el stack de desarrollo.	La asincronía puede dificultar la depuración si no se maneja correctamente.
Alta escalabilidad para sistemas distribuidos o con muchas conexiones.	Puede requerir experiencia adicional en patrones de programación asíncrona.
Comunidad activa y en constante evolución.	Algunas APIs pueden cambiar entre versiones, lo que requiere atención al actualizar.

Node.js es una excelente elección para el desarrollo de servicios backends modernos. Aprovechar sus fortalezas en escalabilidad y velocidad puede resultar crucial en aplicaciones que requieren respuestas rápidas, como las integradas con Flutter y otras tecnologías.

3.3.2 Versiones de Node.js

El entorno de ejecución Node.js ha tenido una constante evolución desde su lanzamiento en 2009. La versión 22.14 fue lanzada el 11 de febrero de 2025, esta versión incluye mejoras significativas en el rendimiento, además de traer funcionalidad modernas y estabilidad de producción. Según las fuentes consultadas se muestra una tabla de comparación de versiones[27], [28], [29], [30].

Tabla 22. Versiones de Node.js

Versión	Fecha de lanzamiento	Características y Mejoras	Ventajas	Desventajas	Soporte para Plataformas	Rendimiento
18.18.0 (LTS)	19 septiembre 2023	Parcheo de vulnerabilidades, mejoras en rendimiento de streams y errores de compatibilidad.	Ampliamente adoptada y compatible con muchas librerías.	En camino al fin de soporte; obsoleta para nuevas características JS.	Windows, Linux, macOS.	Bueno, pero menor que versiones más recientes.
20.12.2 (LTS)	10 enero 2024	Compatibilidad extendida con test runner, actualizaciones menores de seguridad, mejoras en herramientas de depuración.	Versión LTS confiable, ideal para producción conservadora.	Menos características modernas comparado con la rama 22.x.	Windows, Linux, macOS	Estable, orientado a confiabilidad más que a innovación.
22.0.0	24 abril 2024	Inclusión de Array.fromAsync, nuevos iteradores en Set, mejoras en módulos ESM-CJS, WebSocket nativo, Fetch API más completa.	Soporte moderno para JS actual, nuevas APIs listas para producción.	Algunas APIs aún experimentales en su momento.	Windows, Linux, macOS	Excelente, gracias al motor V8 v12.4.
22.14.0	11 febrero 2025	Correcciones de seguridad, mejoras en el sistema de archivos, soporte mejorado para crypto, soporte de stdin con TypeScript, actualización de certificados NSS.	Muy estable, con nuevas funcionalidades modernas, optimizado para producción, mejoras en rendimiento de V8.	Algunas librerías aún en proceso de adaptación.	Windows, Linux, macOS	Muy alto, eficiente en manejo de memoria y CPU.

Para el desarrollo del presente proyecto se ha optado por utilizar la versión 22.14 de Node.js, ya que ofrece compatibilidad con las tecnologías modernas, alto rendimiento y mejoras específicas en el manejo de APIs, haciendo que la integración con servicios y bases de datos como MongoDB sea más eficiente. Además, su estabilidad permite minimizar errores en producción, garantizando una experiencia de desarrollo más fluida.

3.4 Gestor de base de datos

Para el desarrollo de este proyecto se optó por utilizar la base de datos MongoDB Atlas la cual es su versión en la nube, puede ser administrado directamente desde su sitio web o desde una aplicación de escritorio. Permite crear, desplegar y escalar bases de datos sin necesidad de administrar manualmente la infraestructura, puede escalar el almacenamiento y el rendimiento de forma automática, lo que facilita el manejo de grandes volúmenes de datos con alta disponibilidad y bajo mantenimiento.

MongoDB Atlas ofrece un modelo de base de datos NoSQL orientado a documentos, utilizando estructuras en formato JSON o BSON (Binary JSON), lo cual es ideal para almacenar datos dinámicos y no estructurados. Esta flexibilidad lo convierte en una opción perfecta para aplicaciones modernas, como las desarrolladas con Flutter y Node.js, donde las estructuras de datos pueden cambiar constantemente[31]. En la siguiente tabla se detallan las principales características de MongoDB Atlas:

Tabla 23. Características de MongoDB Atlas

Características	Descripción
Tipo de base de datos	NoSQL orientada a documentos (JSON/BSON).
Modelo de datos	Flexible y escalable; no requiere esquemas rígidos, lo que permite modificar fácilmente la estructura de los datos.
Almacenamiento	En la nube, completamente gestionado y con opciones de replicación y respaldo automático.
Escalabilidad	Escalado automático vertical u horizontal según la demanda, con posibilidad de clústeres multi-región.
Seguridad	Incluye cifrado en reposo y en tránsito, autenticación basada en roles, IP whitelisting y control de acceso granular.
Integración	Compatible con múltiples lenguajes y frameworks: Node.js, Python, Java, etc. Además, ofrece integración directa con servicios como AWS, GCP, y Azure.

Herramientas	MongoDB Compass (cliente de escritorio), Atlas UI (web), Mongo Shell, y API REST.
Rendimiento	Alta disponibilidad con réplicas y balanceo de carga automático; consultas optimizadas con índices compuestos.
Automatización	Respaldo automatizado, monitoreo, alertas, métricas de rendimiento y restauraciones con un clic.
Documentación	Documentación oficial amplia y comunidad activa que facilita el aprendizaje y la solución de problemas.

MongoDB Atlas permite definir colecciones de documentos, donde cada uno representa una entidad específica de la aplicación. Para este proyecto, por ejemplo, se han creado colecciones como usuarios, rutas, y tiempos, lo que permite una organización lógica y escalable de los datos. La integración con Node.js mediante librerías como mongoose o el cliente nativo de MongoDB facilita el acceso a la base de datos, el manejo de operaciones CRUD (crear, leer, actualizar y eliminar), y la validación de esquemas si se desea mantener una estructura más controlada.[31]

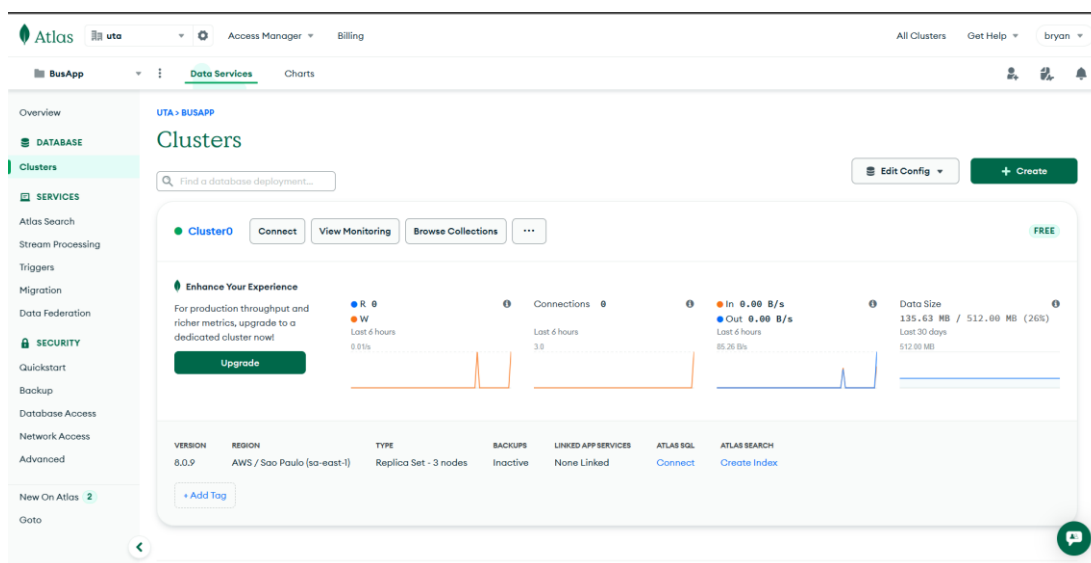


Figura 9. Base de datos MongoDB Atlas

3.5 Metodología de desarrollo

Según varias fuentes de investigación[17], [18], [32], se ha elaborado una tabla comparativa que analiza tres metodologías ágiles para el presente proyecto: Scrum, Extreme Programming (XP) y Mobile-D. Se mencionan las características esenciales de cada metodología ágil para ello se pueda tener una visión clara de cómo poder

adoptar cada metodología según el caso de estudio. En la tabla 24, se presentan las distintas metodologías y sus características.

Tabla 24. Comparativa de metodologías ágiles

Características	Scrum	Extreme Programming (XP)	Mobile-D
Enfoque principal	Gestión de proyectos mediante iteraciones (Sprints)	Flujo continuo de trabajo	Desarrollo ágil enfocado en aplicaciones móviles
Estructura	Roles definidos (Scrum Máster, Product Owner, equipo de desarrollo), artefactos y eventos	No requiere roles específicos, estructura más flexible	Compuesta por 5 dimensiones clave y prácticas técnicas
Ciclo de desarrollo	Iterativo, con Sprints de 1 a 4 semanas	Continuo, sin iteraciones fijas	Basado en fases rápidas y ciclos cortos de desarrollo
Gestión de tareas	Backlog del producto y backlog del Sprint	Tablero Kanban con columnas (To Do, In Progress, Done, etc.)	Uso de tableros y herramientas visuales adaptadas al entorno móvil
Entrega del producto	Al final de cada Sprint (entregas incrementales)	Entrega continúa basada en el flujo del trabajo	Entrega frecuente, especialmente enfocada en prototipos funcionales
Adecuación al desarrollo móvil	Buena, pero requiere adaptación	Media, puede adaptarse fácilmente	Alta, está diseñada específicamente para proyectos de desarrollo móvil
Tamaño del equipo ideal	Pequeño a mediano (3-9 personas)	Flexible, puede funcionar con cualquier tamaño de equipo	Equipos pequeños y multidisciplinarios (2-5 personas)
Ventajas	Alta organización, claridad de roles, mejora continua	Simplicidad, transparencia, fácil de implementar	Alta velocidad, centrado en calidad, foco específico en apps móviles
Desventajas	Requiere compromiso estricto con roles y eventos	Puede volverse caótico si no se gestiona correctamente	Menos conocido, poca documentación y soporte comparado con Scrum/Kanban

Según lo investigado en la tabla 24, se optó por seleccionar la Metodología Ágil Extreme Programming (XP) debido a su alta flexibilidad, además de tener un flujo de trabajo continuo, una estructura flexible en cuanto a roles, pruebas continuas permitiendo la calidad de la aplicación y facilidad para adaptarse al desarrollo móvil, ya que esta es una característica bastante interesante y útil para el desarrollo de este proyecto.

3.6 Desarrollo de la propuesta

En este apartado se describe el desarrollo de la propuesta de proyecto, así como las distintas fases de la metodología elegida para el proceso de registro de tiempo de la cooperativa de transporte Santiago de Quero. Cada fase tiene como contenido tareas relacionadas con el propósito de esa fase siendo así una ayuda al momento de desarrollar el proyecto.

Fases de la Metodología XP

1. **Exploración:** En esta fase se define las necesidades del sistema y se describen de manera detallada las funcionalidades. Estas características de esta fase se llaman historias.
2. **Planificación:** Se priorizan las historias definidas en la fase de exploración y se estima el tiempo de trabajo llamadas iteraciones, muy similares a los sprints, esta costa de calendario.
3. **Diseño:** En esta etapa se define el diseño del sistema en cuanto a la arquitectura y estructura se requiere.
4. **Desarrollo:** Se comienzan a codificar las funcionalidades definidas en las etapas anteriores, enfocándose en código limpio y pruebas constantes.
5. **Pruebas:** Se testean las historias ya desarrolladas y se corrige errores en caso de haberlos. El cliente valida si lo entregado cumple con lo esperado.

3.6.1 Fase 1: Exploración

En esta fase se recompilo los datos en base a las necesidades del proyecto para crear las llamadas historias de usuario, estas rigen los requerimientos del sistema. En base a los datos obtenidos y al diagrama de procesos se identificaron 2 roles, los cuales se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25. Definición de roles

Rol	Acciones
Administradores	<ul style="list-style-type: none"> - Creación de usuarios - Edición de usuarios - Eliminación de usuarios - Visualización de todos los usuarios - Visualización de los registros de tiempos de la ruta por usuario - Eliminación de registros de tiempos de la ruta por usuario
Usuarios	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperación de contraseña - Visualización de ubicación actual en el mapa - Selección de la ruta - Visualización de tiempo por cada punto en la ruta - Visualización de los registros de tiempo de todas sus rutas

a. Historias de usuario

Las historias de usuario son los requerimientos dictados por el cliente, esta se redacta de forma informal y no técnica, registrando lo que el sistema necesita según los requerimientos del cliente. Las historias tienen como objetivo organizar el desarrollo por iteraciones pequeñas y funcionales.

Las historias de usuario fueron definidas según los requerimientos identificados con los datos obtenidos en el capítulo anterior, las cuales se exponen a continuación.

Tabla 26. Historia de usuario 1 – Verificación de la ubicación

Historia de usuario		#1
Usuario: Usuarios		
Nombre: Verificación de la ubicación		
Prioridad en el negocio: Alta		Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 2		Iteración asignada: 1
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario tiene que activar la ubicación para poder usar la aplicación.		
Observación:		

Tabla 27. Historia de usuario 2 – Concesión de permisos

Historia de usuario		#2
Usuario: Usuarios		
Nombre: Concesión de permisos		
Prioridad en el negocio: Alta		Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 3		Iteración asignada: 1

Programador a cargo: Bryan Llamuca
Descripción: El usuario tiene que conceder permisos para poder usar la aplicación.
Observación:

Tabla 28. Historia de usuario 3 – Inicio de sesión desde la app móvil

Historia de usuario		#3
Usuario: Usuarios		
Nombre: Inicio de sección desde la app móvil		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario iniciara sesión en la aplicación		
Observación:		

Tabla 29. Historia de usuario – Recuperación de contraseña

Historia de usuario		#4
Usuario: Usuarios		
Nombre: Recuperación de contraseña		
Prioridad en el negocio: Media	Riesgo de desarrollo: Alta	
Puntos estimados: 5	Iteración asignada: 1	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede recuperar su contraseña		
Observación: Debe contar el su correo para validar al usuario		

Tabla 30. Historia de usuario 5 – Ver mapa con ubicación actual

Historia de usuario		#5
Usuario: Usuarios		
Nombre: Ver mapa con ubicación actual		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede ver su ubicación actual en el mapa		
Observación:		

Tabla 31. Historia de usuario 6 - Ver polylines de la ruta en el mapa

Historia de usuario		#6
Usuario: Usuarios		

Nombre: Ver polylines de la ruta en el mapa	
Prioridad en el negocio: Media	Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 2
Programador a cargo: Bryan Llamuca	
Descripción: El usuario puede ver la polyline de la ruta	
Observación:	

Tabla 32. Historia de usuario 7 – Selección de ruta

Historia de usuario		#7
Usuario: Usuarios		
Nombre: Selección de ruta		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede ver su ubicación actual en el mapa		
Observación:		

Tabla 33. Historia de usuario 8 – Ver puntos registrados en el mapa

Historia de usuario		#8
Usuario: Usuarios		
Nombre: Ver puntos registrados en el mapa		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 3	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede ver en el mapa los tiempos en los que se registró los puntos a lo largo de la ruta		
Observación:		

Tabla 34. Historia de usuario 9 – Ver registro de tiempo de rutas realizadas

Historia de usuario		#9
Usuario: Usuarios		
Nombre: Ver los registros de tiempo de rutas realizadas		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 3	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede ver todos los tiempos de las rutas que ha realizado		
Observación:		

Tabla 35. Historia de usuario 10 – Cerrar sesión desde la app móvil

Historia de usuario		#10
Usuario: Usuarios		
Nombre: Cerrar sesión desde la app móvil		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Baja	
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 3	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede cerrar sesión es cualquier momento		
Observación:		

Tabla 36. Historia de usuario 11 – Inicio de sesión desde la plataforma web

Historia de usuario		#11
Usuario: Administrador		
Nombre: Inicio de sesión desde la plataforma web		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 4	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador iniciara sesión con sus credenciales		
Observación: Solo los administradores podrán ingresar a la interfaz web		

Tabla 37. Historia de usuario 12 – Crear usuarios desde la web

Historia de usuario		#12
Usuario: Administrador		
Nombre: Crear usuarios desde la web		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 4	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador crear los usuarios necesarios		
Observación: Solo los administradores podrán crear usuarios		

Tabla 38. Historia de usuario 13 – Editar usuarios desde la web

Historia de usuario		#13
Usuario: Administrador		
Nombre: Editar usuarios desde la web		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 4	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		

Descripción: El administrador edita a los usuarios según las necesidades
Observación: Solo los administradores podrán editar a los usuarios

Tabla 39. Historia de usuario 14 – Eliminar usuarios desde la web

Historia de usuario		#14
Usuario: Administrador		
Nombre: Eliminar usuarios desde la web		
Prioridad en el negocio: Media	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 4	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador eliminar a los usuarios según las necesidades		
Observación: Solo los administradores podrán eliminar a los usuarios		

Tabla 40. Historia de usuario 15 – Ver todos los usuarios registrados

Historia de usuario		#15
Usuario: Administrador		
Nombre: Ver todos los usuarios registrados		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Bajo	
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 5	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador controla a los usuarios		
Observación: Solo los administradores podrán visualizar a los usuarios		

Tabla 41. Historia de usuario 16 – Ver los registros de tiempos de los usuarios

Historia de usuario		#16
Usuario: Administrador		
Nombre: Ver los registros de tiempo de los usuarios		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 5	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador visualiza los registros de tiempo de los usuarios		
Observación:		

Tabla 42. Eliminar registros de tiempo de los usuarios

Historia de usuario		#17
Usuario: Administrador		
Nombre: Eliminar registros de tiempo de los usuarios		

Prioridad en el negocio: Media	Riesgo de desarrollo: Alto
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 5
Programador a cargo: Bryan Llamuca	
Descripción: El administrador elimina los registros de tiempo según las necesidades	
Observación: Solo los administradores podrán eliminar los registros de tiempo de los usuarios	

Tabla 43. Historia de usuario 18 – Cierre de sesión desde la plataforma web

Historia de usuario		#18
Usuario: Administrador		
Nombre: Cierre de sesión desde la plataforma web		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Bajo	
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 5	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador puede cerrar sesión en cualquier momento		
Observación:		

3.6.2 Fase 2: Planificación

En la fase 2 de la metodología XP se prioriza la planificación de las historias de usuario con el fin de poder crear tiempos de entrega de cada iteración que se necesaria.

a. Estimación de historias de usuario

Una vez finalizado y analizado las historias de usuario y tener los roles definidos, a continuación, se construye la estimación de historias de usuario para la planificación del proyecto, en este apartado se definieron el tiempo de desarrollo de cada historia, asignando un tiempo de 8 horas de trabajo diarias enfocadas en la investigación y desarrollo del sistema.

Tabla 44. Definición de historias de usuario

Nº	Historias de usuario	Acciones	
		Horas	Días
	Base de datos	16	2
1	Verificación de ubicación activada	8	1
2	Solicitud de permisos de ubicación	8	1
3	Inicio de sesión en la app móvil	8	1

4	Recuperación de contraseña	16	2
5	Visualización de mapa con mi ubicación	24	3
6	Ver las polylines de la ruta	16	2
7	Selección de ruta a ser registrada	8	1
8	Visualización de puntos registrados en el mapa	40	5
9	Ver los registros de tiempo de las rutas hechas	16	2
10	Cerrar sesión del usuario móvil	8	1
11	Inicio de sesión web del administrador	8	1
12	Creación de usuarios	16	2
13	Edición de usuarios	8	1
14	Eliminación de usuarios	8	1
15	Visualización de todos los usuarios	8	1
16	Ver registros de tiempo de los usuarios	8	1
17	Eliminación de registros de tiempo de los usuarios	8	1
18	Cerrar sesión del administrador	8	1
Total		240	30

b. Plan de entrega

Con la tabla de las historias completo se procede a realizar la tabla con las iteraciones para cada historia de usuario.

Tabla 45. Definición de iteraciones para cada historia de usuario

Iteración	Nº	Historias de usuario	Acciones		
			Horas	Días	Semanas
1		Base de datos	16	2	0.40
	1	Verificación de ubicación activada	8	1	0.20
	2	Solicitud de permisos de ubicación	8	1	0.20
	3	Inicio de sesión en la app móvil	8	1	0.20
	4	Recuperación de contraseña	16	2	0.40
2	5	Visualización de mapa con mi ubicación	24	3	0.60
	6	Ver las polylines de la ruta	16	2	0.40
	7	Selección de ruta a ser registrada	8	1	0.20

3	8	Visualización de puntos registrados en el mapa	40	5	1
	9	Ver los registros de tiempo de las rutas hechas	16	2	0.40
	10	Cerrar sesión del usuario móvil	8	1	0.20
4	11	Inicio de sesión web del administrador	8	1	0.20
	12	Creación de usuarios	16	2	0.40
	13	Edición de usuarios	8	1	0.20
	14	Eliminación de usuarios	8	1	0.20
5	15	Visualización de todos los usuarios	8	1	0.20
	16	Ver registros de tiempo de los usuarios	8	1	0.20
	17	Eliminación de registros de tiempo de los usuarios	8	1	0.20
	18	Cerrar sesión del administrador	8	1	0.20
Total			240	30	6

c. Equipo de trabajo

Tabla 46. Definición de roles y miembros

Roles	Miembros
Cliente	Empleados de la Cooperativa de Transporte Santiago de Queró
Programador	Bryan Llamuca
Coach	Ing. Clay Aldas
Tester	Bryan Llamuca
Seguimiento	Ing. Xavier López Bryan Llamuca

3.6.3 Fase 3: Diseño

Esta fase tiene como objetivo definir el diseño del sistema y para ello existen varios tipos maneras de hacerlo. En el desarrollo de software aplicando la metodología ágil XP, el diseño debe mantenerse flexible, simple y fácil de modificar. Para ello uno de

los métodos utilizados son el uso de las tarjetas CRC (Clase – Responsabilidad – Colaboración).[33]

Las tarjetas CRC permiten representar de manera precisa y visual el diseño y estructura del sistema con sus correspondientes clases y sus responsabilidades, además de constar con las colaboraciones de otras clases, según las necesidades y responsabilidades.[33]

En el presente proyecto se utilizarán las tarjetas CRC para representar los principales componentes del sistema tanto en el cliente móvil como en el entorno web administrativo. Esto permitirá identificar las clases necesarias y como interactúan entre si para cumplir con las historias de usuario previamente ya definidas.

a. Estructura de una tarjeta CRC

- 1- Clase:** Nombre de la clase o componente.
- 2- Responsabilidades:** Funciones o tareas que debe cumplir.
- 3- Colaboraciones:** Otras clases con las que necesita interactuar para cumplir con sus responsabilidades.

Una vez definido las historias de usuario, se construyen las tarjetas CRC en función de las historias.

Tabla 47. Verificación de ubicación activada

Verificación de ubicación activada	
Responsabilidades	Colaboraciones
<ul style="list-style-type: none"> - Verificación que el GPS este activado - Redirigir a la funcionalidad si el GPS no está activo 	<ul style="list-style-type: none"> - Capa de presentación - Controlador de navegación
Observación:	

Tabla 48. Solicitud de permisos de ubicación

Solicitud de permisos de ubicación	
Responsabilidades	Colaboraciones
<ul style="list-style-type: none"> - Solicitar permisos de ubicación - Verificar si los permisos han sido otorgados 	<ul style="list-style-type: none"> - Capa de presentación - Api del sistema operativo
Observación:	

Tabla 49. Inicio de sesión den la app móvil

Inicio de sesión en la app móvil	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Validar las credenciales	- Capa de presentación - Capar de aplicacion - Capa de datos
Observación:	

Tabla 50. Recuperación de contraseña

Recuperación de contraseña	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Validar las credenciales - Validar nueva contraseña - Confirmar nueva contraseña	- Capa de presentación - Capar de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 51. Visualización de mapa con mi ubicación

Visualización de mapa con mi ubicación	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Obtener la ubicación actual - Mostrar el mapa centrado en la posición actual - Actualizar la posición si el usuario se mueve	- Capa de presentación - API de mapas
Observación:	

Tabla 52. Ver las polylines de la ruta

Ver las polylines de la ruta	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Dibujar las polylines - Obtener los puntos geográficos necesarios	- Capa de presentación - API de mapas
Observación:	

Tabla 53. Selección de ruta a ser registrada

Selección de ruta a ser registrada	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Cambiar a la ruta a ser registrada - Mostrar ruta seleccionada	- Capa de presentación - API de mapas
Observación:	

Tabla 54. Visualización de puntos registrados en el mapa

Visualización de puntos registrados en el mapa	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Obtener el tiempo de los puntos configurados - Mostrar el tiempo en el mapa	- Capa de presentación - API de mapas
Observación:	

Tabla 55. Ver los registros de tiempo de las rutas hechas

Ver los registros de tiempo de las rutas hechas

Responsabilidades	Colaboraciones
- Obtener el registro de la base de datos - Mostrar los registros	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 56. Cerrar sesión en la app móvil

Cerrar sesión del usuario móvil	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Eliminar tokens guardados	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 57. Inicio de sesión en la web del administrador

Inicio de sesión web del administrador	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Validar credenciales del administrador	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 58. Creación de usuarios

Creación de usuarios	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Crear usuarios necesarios	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 59. Edición de usuarios

Edición de usuarios	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Obtener datos actuales - Actualizar nuevos datos	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 60. Eliminación de usuarios

Eliminación de usuarios	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Eliminar usuario	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 61. Visualización de todos los usuarios

Visualización de todos los usuarios	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Consultar y obtener todos los usuarios	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 62. Ver registros de tiempo de los usuarios

Ver registros de tiempo de los usuarios	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Consultar y obtener los registros de tiempo	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 63. Eliminación de registros de tiempo de los usuarios

Eliminación de registros de tiempo de los usuarios	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Eliminar los registros de tiempo	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

Tabla 64. Cerrar sesión del administrador

Cerrar sesión del administrador	
Responsabilidades	Colaboraciones
- Limpiar tokens almacenados	- Capa de presentación - Capa de aplicación - Capa de datos
Observación:	

b. Prototipo de diseño

El prototipo de diseño se elaboró como base para el desarrollo final del proyecto. Se tiene en cuenta varios factores basados en la metodología XP como la facilidad y la simplicidad a la hora de manejar un sistema, como resultado un diseño minimalista.

Verificación de ubicación activada: Se inicia con una pantalla indicando al usuario que tiene que activar la ubicación en su dispositivo móvil. Este paso es muy importante en la aplicación, ya que este paso es esencial tener activada la ubicación para la función principal de la aplicación. El usuario no podrá continuar hasta verificar que la ubicación esta encendida con se muestra en la figura 10.



Figura 10. Activar ubicación del dispositivo

Solicitud de permisos de ubicación: La pantalla (ver Figura 11) indica un apartado en el cual se debe dar los permisos necesarios para el funcionamiento de la aplicación, se muestra un botón indicando que se debe dar permisos, inmediatamente saldrá una ventana validando los permisos para la aplicación. Si se rechaza los permisos, regresa a la pantalla indicando que se tiene que otorgar permisos a la aplicación. Esta acción es necesario para que el sistema pueda acceder a la localización del dispositivo mientras se encuentra en uso.

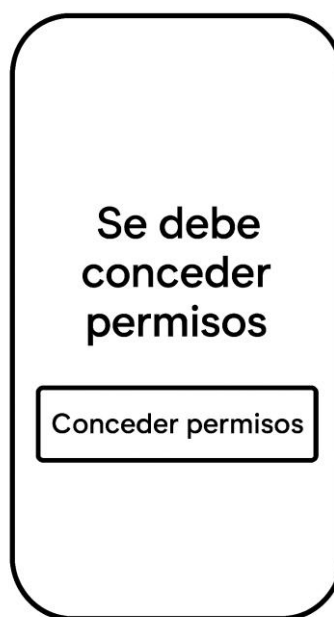


Figura 11. Conceder permisos de la aplicación

Inicio de sesión en la app móvil: La pantalla (ver Figura 12) indica un apartado en donde el usuario puede ingresar sus credenciales que en este caso con el correo electrónico y la contraseña para poder acceder a la aplicación. Esta pantalla es el primer punto de contacto del usuario con el sistema y valida que el usuario este registrado. Si las credenciales son correctas, se inicia sesión y se redirige a la pantalla principal, caso contrario le saldrá un mensaje indicando las credenciales incorrectas.

El diagrama muestra una interfaz de usuario para el inicio de sesión en una aplicación móvil. Está representada como una pantalla con esquinas redondeadas y un borde negro. En el centro, hay una serie de elementos de control alineados verticalmente: un recuadro con el texto "LOGO" en la parte superior; un campo de entrada rectangular con el texto "USUARIO"; otro campo de entrada rectangular con el texto "CONTRASEÑA"; un botón rectangular con el texto "INGRESE"; y, al final, un enlace de texto "Olvido su contraseña".

Figura 12. Inicio de sesión en la app móvil

Recuperar contraseña: En la pantalla (ver Figura 13) se muestra la estructura contenida para la recuperación (cambio) de contraseña por parte del usuario. Esta consta de validación por credencial, es decir se necesita su correo electrónico para poder actualizar su contraseña, esto indica que el usuario ya fue creado por el administrador y tiene el permiso de usar ese usuario, caso contrario no podrá hacer la actualización de contraseña.



Figura 13. Recuperación de contraseña

Menú principal: La pantalla (ver Figura 14) muestra la estructura principal del menú de la aplicación, esta consta del título en la parte superior de la pantalla, al dado derecho está el botón para cerrar sesión del usuario, más abajo consta del logo de la cooperativa, también consta de un botón para ingresar al apartado de mapas y finalmente un botón para ingresar al apartado de ver los registros.



Figura 14. Menú principal

Registro de tiempo: La pantalla (ver Figura 15) indica el mapa en el cual el usuario selecciona la ruta, entonces el usuario únicamente tiene que realizar su recorrido normalmente mientras la aplicación va registrando los puntos gracias a la geolocalización. En la pantalla se enseñará el tiempo que va registrando en tiempo real.

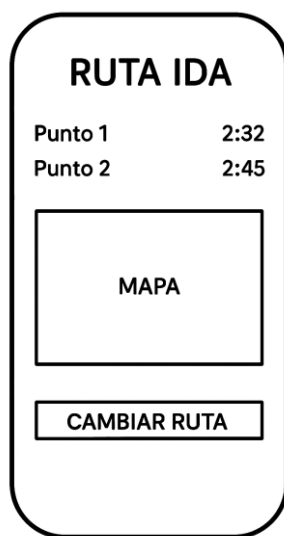


Figura 15. Registro de tiempo en el mapa

Ver registros: En la pantalla (ver Figura 16) se muestra en detalle los registros de tiempo de manera detallada del usuario que realizo a lo largo de la ruta, permitiendo tener acceso a sus tiempos y así poder tener un mejor control del tiempo y evitar multas por atrasos en el recorrido de la ruta.



Figura 16. Ver registros de rutas

Iniciar sesión web: La pantalla (ver Figura 17) muestra el inicio de sesión en la parte web exclusiva para administradores, el administrador ingresara con su correo y contraseña, estos serán validados para verificar que el usuario que ingrese sea administrador. Al iniciar sesión lo llevará menú principal del entorno web, donde se podrá visualizar los distintos módulos que cuenta el entorno para el administrador, caso contrario saldrá un mensaje indicando que solo los administradores tienen acceso a este apartado.

El diagrama muestra una interfaz de inicio de sesión web. En el centro, hay un recuadro con el texto "LOGO". Debajo de este, hay tres campos de entrada de texto apilados: "CORREO", "CONTRASEÑA" y "INGRESAR". En la parte inferior del recuadro principal, hay un texto que dice "COOPERATIVA DE TRANSPORTE".

Figura 17. Inicio de sesión en la web

Menú principal: La pantalla (ver Figura 18) muestra el menú principal de la interfaz web, esta consta de distintas funcionalidades como la de crear usuarios, estos podrán ingresar a la aplicación móvil, editar usuarios según las necesidades de la cooperativa y eliminar el usuario en el caso de que ya no se necesite o por algún otro inconveniente, el visualizar a todos los usuarios creados los cuales hacen uso de la aplicación móvil para poder monitorearlos y por último el cerrar sesión dependiendo las necesidades del usuario.

The diagram shows a web interface layout. At the top, there is a header bar. On the left side of the header is the label "TITULO". On the right side of the header are two buttons: "CREAR USUARIO" and "CERRAR CESION". Below the header, the main content area contains three rounded rectangular buttons arranged horizontally, labeled "USUARIO 1", "USUARIO 2", and "USUARIO 3".

Figura 18. Menú principal web

Creación de usuarios: La pantalla (ver Figura 19) muestra la estructura para la creación de usuarios, solo el administrador es quien puede crear usuarios y solo estos pueden ingresar a la aplicación móvil.

The diagram shows a user creation form. At the top center is a box labeled "LOGO". Below the logo, there are five horizontal input fields stacked vertically, each with a label on the left: "NOMBRE", "CORREO", "CONTRASEÑA", "UNIDAD", and "ROL". At the bottom of the form is a wide button labeled "CREAR USUARIO".

Figura 19. Creación de usuarios

Edición de usuarios: La pantalla (ver Figura 20) muestra la estructura para la edición del usuario, obteniendo los datos actuales para posteriormente ser actualizados con la información requerida.

TITULO
NOMBRE
CORREO
UNIDAD
EDITAR USUARIO

Figura 20. Edición de usuarios

Ver los registros de tiempo: La pantalla (ver Figura 21) muestra el apartado en el cual se visualizarán todos los registros de tiempo del usuario seleccionado detalladamente, por último, un apartado para eliminar los registros que ya no son inútiles.

TITULO	ELIMINAR REGISTROS
REGISTROS RUTA IDA	REGISTROS RUTA REGRESO

Figura 21. Ver registros de tiempo

3.6.4 Fase 4: Codificación

En la fase 4 de la metodología XP se centra en el desarrollo de cada una de las iteraciones planteadas en la fase 3, cada iteración se desarrolla con las historias de usuarios contenidas, enfocándose en un código limpio y entregas continuas.

a. Iteración 1

Una vez finalizado las historias de usuario y las tarjetas CRC, se procedió con la conexión entre las distintas tecnologías usadas para desarrollar el proyecto como Flutter, Node JS y MongoDB Atlas. La primera iteración está relacionada con la gestión de permisos del usuario e ingreso a la aplicación, agregando la recuperación de contraseña.

Tabla 65. Resumen iteración 1

Iteración	Nº	Historias de usuario
1		Base de datos
	1	Verificación de ubicación activada
	2	Solicitud de permisos de ubicación
	3	Inicio de sesión en la app móvil
	4	Recuperación de contraseña

Historia de usuario 1 – Verificación de ubicación activada

Tabla 66. Tarea 1 – Verificación de la ubicación

Historia de usuario		#1
Usuario: Usuarios		
Nombre: Verificación de la ubicación		
Prioridad en el negocio: Alta		Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 2		Iteración asignada: 1
Fecha de inicio: 30/04/2025		Fecha de Fin: 30/04/2025
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario tiene que activar la ubicación para poder usar la aplicación.		
Observación: La ubicación siempre debe estar activa		

Con el siguiente código se verifica que la ubicación del dispositivo se encuentre encendida para poder usar la aplicación, este es un requerimiento que se debe verificar en todo momento para el correcto funcionamiento.

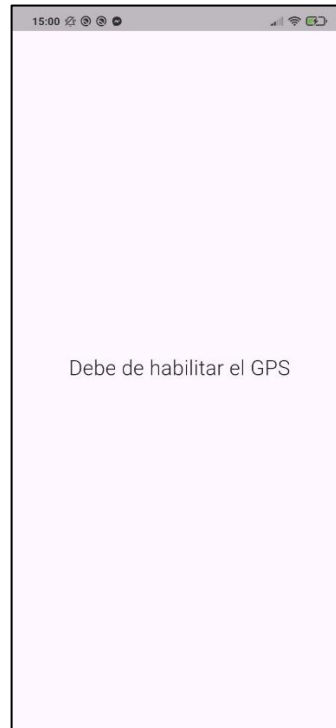


Figura 22. Activar ubicación del dispositivo

Código para el control de la activación de la ubicación.

```
sealed class GpsEvent extends Equatable {
    const GpsEvent();

    @override
    List<Object> get props => [];
}

class GpsPermissEvent extends GpsEvent{
    final bool isGpsEnabled;
    final bool isGpsPermissionGranted;

    const GpsPermissEvent({
        required this.isGpsEnabled,
        required this.isGpsPermissionGranted});
}
```

```

class GpsAccessScreen extends StatelessWidget {
  const GpsAccessScreen({super.key});

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Scaffold(
      body: Center(
        child: BlocBuilder<GpsBloc, GpsState>()
          builder: (context, state) {
            return !state.isGpsEnabled
              ? const _EnableGpsMessage()
              : const _AccessButton();
          },
        ), // BlocBuilder
      ), // Center
    ); // Scaffold
  }
}

class _AccessButton extends StatelessWidget { ...

class _EnableGpsMessage extends StatelessWidget {
  const _EnableGpsMessage();

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return const Text(
      'Debe de habilitar el GPS',
      style: TextStyle(fontSize: 30, fontWeight: FontWeight.w300 ),
    ); // Text
  }
}

```

Historia de usuario 2 – Verificación de ubicación activada

Tabla 67. Tarea 2 – Concesión de permisos

Historia de usuario		#2
Usuario: Usuarios		
Nombre: Concesión de permisos		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1	
Fecha de Inicio: 01/05/2025	Fecha de Fin: 01/05/2025	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario tiene que conceder permisos para poder usar la aplicación.		
Observación: Sin los permisos no se puede usar la aplicación		

Al verificar que la ubicación esta encendida, la próxima pantalla pedirá los permisos necesarios para la aplicación. Es esencial conceder los permisos ya que sin ellos no se podrá acceder a la aplicación.

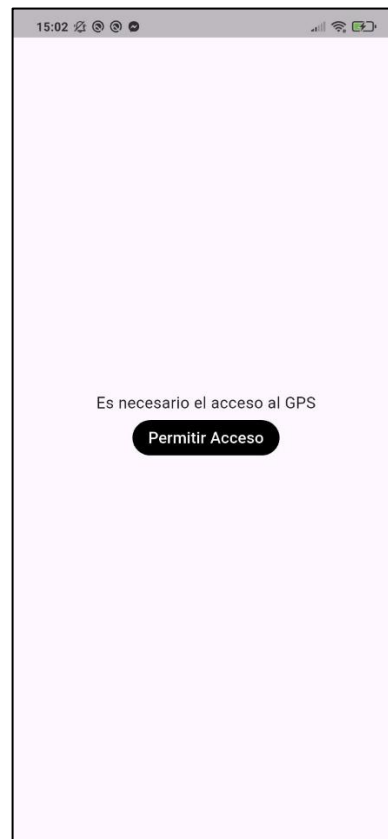


Figura 23. Conceder permisos

Código para el control de conceder permisos para la aplicación.

```
@override
Widget build(BuildContext context) {
  return Scaffold(
    body: Center(
      child: BlocBuilder<GpsBloc, GpsState>(
        builder: (context, state) {
          return !state.isGpsEnabled
            ? const _EnableGpsMessage()
            : const _AccessButton();
        },
      ), // BlocBuilder
    ), // Center
  ); // Scaffold
}
```

```

class _AccessButton extends StatelessWidget {
  const _AccessButton();

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Column(
      mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
      children: [
        const Text('Es necesario el acceso al GPS',
          style: TextStyle(fontSize: 20),), // Text
        MaterialButton(
          color: Colors.black,
          shape: const StadiumBorder(),
          elevation: 0,

          child: const Text('Permitir Acceso',
            style: TextStyle(
              color: Colors.white, fontSize: 20)), // TextStyle // Text

          onPressed: (){
            final gpsBloc = BlocProvider.of<GpsBloc>(context);
            //final gpsBloc = context.read<GpsBloc>();
            gpsBloc.askGpsAccess();
          }
        ) // MaterialButton
      ],
    ); // Column
  }
}

```

Historia de usuario 3 – Inicio de sesión en la app móvil

Tabla 68. Tarea 3 – Inicio de sesión en la app móvil.

Historia de usuario		#3
Usuario: Usuarios		
Nombre: Inicio de sección desde la app móvil		
Prioridad en el negocio: Alta		Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 3		Iteración asignada: 1
Fecha de Inicio: 02/05/2025		Fecha de Fin: 02/05/2025
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario iniciara sesión en la aplicación		
Observación: El administrador crea su cuenta		

Los usuarios pueden acceder al sistema de la aplicación móvil con las credenciales proporcionadas por los administradores y si es el primer inicio de sesión, deberá cambiar la contraseña inmediatamente para que pueda ingresar.



Figura 24. Iniciar sesión en la app móvil

Clase para la visualización del login de la aplicación móvil.

```
class LoginScreen extends StatelessWidget {
  const LoginScreen({super.key});

  @override
  > Widget build(BuildContext context) { ...
}

> class _Form extends StatefulWidget { ...

> class __FormState extends State<_Form> { ...
```

Historia de usuario 4 – Recuperación de contraseña

Tabla 69. Tarea 4 – Recuperación de contraseña

Historia de usuario	#4
---------------------	----

Usuario: Usuarios	
Nombre: Recuperación de contraseña	
Prioridad en el negocio: Media	Riesgo de desarrollo: Alta
Puntos estimados: 5	Iteración asignada: 1
Fecha de Inicio: 05/05/2025	Fecha de Fin: 06/05/2025
Programador a cargo: Bryan Llamuca	
Descripción: El usuario puede recuperar su contraseña	
Observación: Debe contar el su correo para validar al usuario	

El usuario puede recuperar su contraseña siempre y cuando necesite el cambio, la validación comienza con su correo proporcionado por el administrador, este se valida y confirma que está registrado en el sistema, solo así se podrá recuperar la contraseña del usuario.

20:13

Cambiar

b@gmail.com

Verificar correo

Nueva contraseña

Confirmar contraseña

Cambiar contraseña

Volver al login

Haz clic aquí

Términos y condiciones de uso

Figura 25. Recuperación de contraseña

Código para la visualización del módulo de cambiar contraseña.

```
class PasswordScreen extends StatelessWidget {
  const PasswordScreen({super.key});

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Scaffold(
      backgroundColor: const Color(0xffF2F2F2),
      body: SingleChildScrollView(
        physics: const BouncingScrollPhysics(),
        child: Container(
          height: MediaQuery.of(context).size.height * 1,
          child: SafeArea(
            child: Column(
              mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.spaceBetween,
              children: <Widget>[
                Logo(titulo: 'Cambiar'),
                _Form(),
                Label(
                  titulo: 'Volver al login',
                  subtítulo: 'Haz clic aquí',
                  onTap: () {
                    Navigator.pushReplacement(
                      context,
                      MaterialPageRoute(builder: (context) => const LoginScreen()),
                    );
                  },
                ), // Label
                const Text('Términos y condiciones de uso',
                  style: TextStyle(fontWeight: FontWeight.w200)), // Text
              ], // <Widget>[]
            ), // Column
          ), // SafeArea
        ), // Container
      ), // SingleChildScrollView
    ); // Scaffold
  }
}
```

b. Iteración 2

La Iteración 2 se centra en el desarrollo de la funcionalidad con el mapa de Google maps, esto es posible gracias a la API que Google brinda para desarrollo de proyectos. Los desarrolladores juniors pueden optar por trabajar con este servicio de manera gratuita siempre y cuando no se exceda en las funcionalidades de este servicio y para el desarrollo del presente proyecto, encaja muy bien.

Tabla 70. Resumen iteración 2

Iteración	Nº	Historias de usuario
2	5	Visualización de mapa con mi ubicación

	6	Ver las polylines de la ruta
	7	Selección de ruta a ser registrada

Historia de usuario 5 – Ver mapa con ubicación actual

Tabla 71. Tarea 5 - Ver mapa con ubicación actual

Historia de usuario		#5
Usuario: Usuarios		
Nombre: Ver mapa con ubicación actual		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2	
Fecha de Inicio: 07/05/2025	Fecha de Fin: 09/05/2025	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede ver su ubicación actual en el mapa		
Observación:		

El usuario ingresara en el apartado de mapas e inmediatamente se mostrará su ubicación actual en el mapa, esta sirve para poder identificar la ubicación, también la cámara se moverá conforme se mueva el usuario, esto para que el usuario no tenga que estar moviendo el mapa durante el trayecto de la ruta.

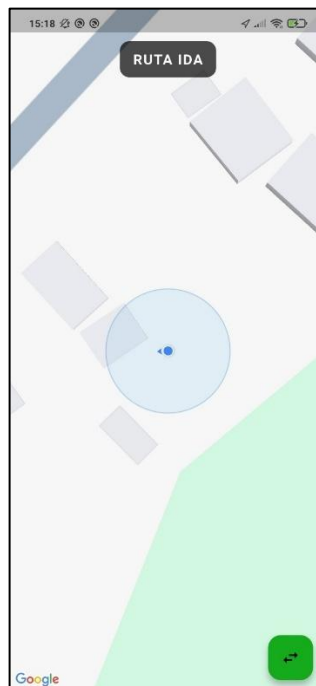


Figura 26. Ver mapa y ubicación actual

Código para la visualización del mapa con el API de Google Maps.

```
class MapView extends StatelessWidget {

  final LatLng initialLocation;
  final Set<Polyline> polyLines;

  const MapView({
    super.key,
    required this.initialLocation,
    required this.polyLines
  });

  @override
  Widget build(BuildContext context) {

    final mapBloc = BlocProvider.of<MapBloc>(context);

    final CameraPosition initialCameraPosition = CameraPosition(

      target: initialLocation,

      zoom: 15
    );

    final size = MediaQuery.of(context).size;
    return SizedBox(
      width: size.width,
      height: size.height,
      child: GoogleMap(
        initialCameraPosition: initialCameraPosition,

        compassEnabled: false,
        myLocationEnabled: true,
        zoomControlsEnabled: false,
        myLocationButtonEnabled: false,
        polyLines: polyLines,

        onMapCreated: (controller) => mapBloc.add(OnMapInitializedEvent(controller)),
      ), // GoogleMap
    ); // SizedBox
  }

  void moveCamera(LatLng newLocation){
    final cameraUpdate = CameraUpdate.newLatLng(newLocation);
    _mapController?.animateCamera(cameraUpdate);
  }
}
```

Historia de usuario 6 – Ver polylines de la ruta

Tabla 72. Tarea 6 - Ver polylines de la ruta en el mapa

Historia de usuario		#6
Usuario: Usuarios		
Nombre: Ver polylines de la ruta en el mapa		
Prioridad en el negocio: Media		Riesgo de desarrollo: Media

Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 2
Fecha de Inicio: 12/05/2025	Fecha de Fin: 13/05/2025
Programador a cargo: Bryan Llamuca	
Descripción: El usuario puede ver la polyline de la ruta	
Observación:	

Al entrar en el apartado de mapas, se podrá visualizar la polyline de la ruta en el mapa, esto marcando en el mapa una línea visual la cual representa en el mapa el recorrido de la ruta.

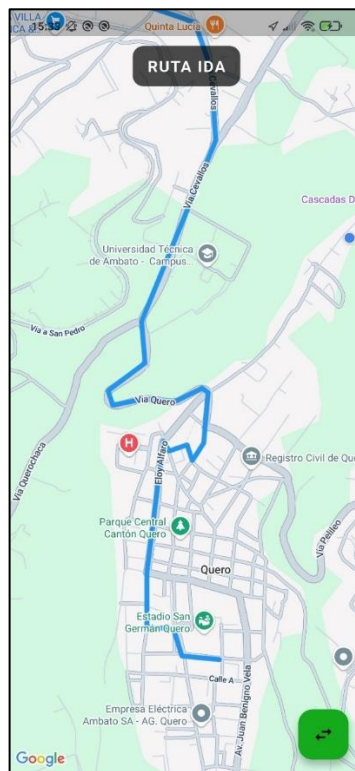


Figura 27. Ver las polylines de la ruta en el mapa

Código para la visualización de las polylines de la ruta.

```
void _loadBusRoute(Emitter<MapState> emit) {
> final ruta1 = Polyline( // Polyline ...
> final ruta2 = Polyline( // Polyline ...

final currentPolylines = Map<String, Polyline>.from(state.polyLines);
currentPolylines['ruta1'] = ruta1;
currentPolylines['ruta2'] = ruta2;

emit(state.copyWith(polyLines: currentPolylines));
}
```

Historia de usuario 7 – Selección de ruta

Tabla 73. Tarea 7 – Selección de ruta

HISTORIA DE USUARIO		#7
Usuario: Usuarios		
Nombre: Selección de ruta		
Prioridad en el negocio: Alta		Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 3		Iteración asignada: 2
Fecha de Inicio: 14/05/2025		Fecha de Fin: 14/05/2025
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede ver su ubicación actual en el mapa		
Observación:		

En el apartado de mapas se podrá visualizar un botón para intercambiar entre rutas, estas pueden ser intercambiables y dependiendo la ruta a ser registrado aparecerá en la parte superior de la pantalla un mensaje indicando que ruta se encuentra en ese momento.

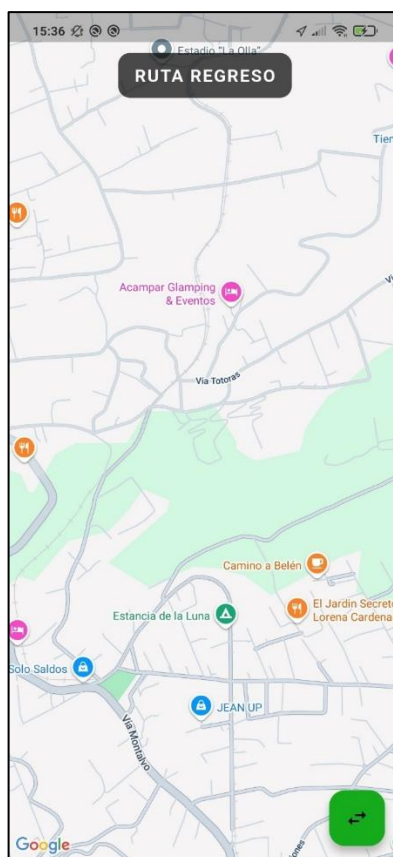


Figura 28. Selección de ruta

Código para intercambiar las rutas de ida y regreso.

```
Positioned(
  top: 40,
  left: 0,
  right: 0,
  child: Center(
    child: BlocBuilder<MapBloc, MapState>(
      builder: (context, state) {
        return Container(
          padding: const EdgeInsets.symmetric(horizontal: 16, vertical: 10),
          decoration: BoxDecoration(
            color: Colors.black.withOpacity(0.7), 'withOpacity' is deprecated
            borderRadius: BorderRadius.circular(12),
          ), // BoxDecoration
          child: Text(
            state.isReturnRoute ? 'RUTA REGRESO' : 'RUTA IDA',
            style: const TextStyle(
              color: Colors.white,
              fontSize: 22,
              fontWeight: FontWeight.bold,
              letterSpacing: 1.2,
            ), // TextStyle
          ), // Text
        ); // Container
      },
    ), // BlocBuilder
  ), // Center
), // Positioned

floatingActionButtonLocation: FloatingActionButtonLocation.endFloat,
floatingActionButton: Column(
  mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.end,
  children: [
    FloatingActionButton(
      heroTag: 'toggle_route',
      onPressed: () {
        final mapBloc = BlocProvider.of<MapBloc>(context);
        mapBloc.add(OnToggleRutaEvent());
      },
      tooltip: 'Cambiar ruta (ida / regreso)',
      backgroundColor: const Color.fromARGB(255, 21, 171, 28),
      foregroundColor: Colors.black,
      child: const Icon(Icons.swap_horiz),
    ), // FloatingActionButton
  ],
), // Column
```

c. Iteración 3

La iteración 3 se centra en el desarrollo y visualización de tiempos registrados en la ruta de la cooperativa de transporte Santiago de Quero. El usuario podrá ir visualizando uno por uno por puntos a ser registrados a lo largo de la ruta en el mismo mapa. Por último, el módulo de cerrar sesión del usuario.

Tabla 74. Resumen iteración 3

Iteración	Nº	Historias de usuario
3	8	Visualización de puntos registrados en el mapa
	9	Ver los registros de tiempo de las rutas hechas
	10	Cerrar sesión del usuario móvil

Historia de usuario 8 – Ver puntos registrados en el mapa

Tabla 75. Tarea 8 – Ver puntos registrados en el mapa

Historia de usuario		#8
Usuario: Usuarios		
Nombre: Ver puntos registrados en el mapa		
Prioridad en el negocio: Alta		Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 4		Iteración asignada: 3
Fecha de Inicio: 15/05/2025		Fecha de Fin: 21/05/2025
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede ver en el mapa los tiempos en los que se registró los puntos a lo largo de la ruta		
Observación:		

En el apartado de mapas durante el trayecto de la ruta seleccionada, se registrarán los puntos colocados específicamente a lo largo del trayecto, estos sustituyendo a los puntos colocados físicamente en la ruta. Los nuevos puntos digitales se registran con solo pasar por el punto.

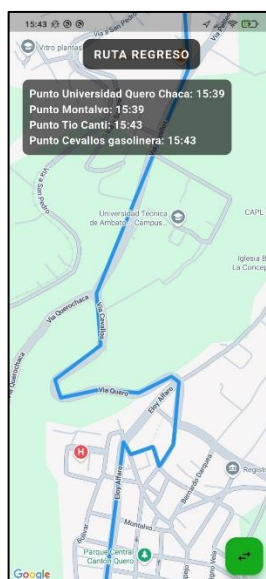


Figura 29. Ver puntos registrados en el mapa

Código para la visualización de las rutas en el mapa.

```
Positioned([
  top: 100,
  left: 20,
  child: BlocBuilder<MapBloc, MapState>(
    builder: (context, state) {
      List<Widget> textos = [];

      String formatear(DateTime hora) =>
        '${hora.hour.toString().padLeft(2, '0')}:${hora.minute.toString().padLeft(2, '0')}';

      if (state.horaPasoPorPunto != null) {
        textos.add(Text(
          'Punto Universidad Quero Chaca: ${formatear(state.horaPasoPorPunto!)}',
          style: const TextStyle(
            color: Colors.white,
            fontSize: 20, fontWeight:
              FontWeight.w600), // TextStyle
        )); // Text
      }

      if (state.horaPasoPorPunto2 != null) {
        textos.add(Text(
          'Punto Montalvo: ${formatear(state.horaPasoPorPunto2!)}',
          style: const TextStyle(
            color: Colors.white,
            fontSize: 20, fontWeight:
              FontWeight.w600), // TextStyle
        )); // Text
      }

      if (state.horaPasoPorPunto3 != null) {
        textos.add(Text(
          'Punto Tio Canti: ${formatear(state.horaPasoPorPunto3!)}',
          style: const TextStyle(
            color: Colors.white,
            fontSize: 20, fontWeight:
              FontWeight.w600), // TextStyle
        )); // Text
      }

      if (state.horaPasoPorPunto4 != null) {
        textos.add(Text(
          'Punto Cevallos gasolinera: ${formatear(state.horaPasoPorPunto4!)}',
          style: const TextStyle(
            color: Colors.white,
            fontSize: 20, fontWeight:
              FontWeight.w600), // TextStyle
        )); // Text
      }
    }
  )
]);
```

Historia de usuario 9 – Ver registros de rutas realizadas

Tabla 76. Tarea 9 – Ver registros de tiempo de las rutas realizadas

Historia de usuario		#9
Usuario: Usuarios		
Nombre: Ver los registros de tiempo de rutas realizadas		

Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 3
Fecha de Inicio: 22/05/2025	Fecha de Fin: 23/05/2025
Programador a cargo: Bryan Llamuca	
Descripción: El usuario puede ver todos los tiempos de las rutas que ha realizado	
Observación:	

El usuario puede ver sus registros en el apartado de ver registros en el menú principal, estos son extraídos desde la base de datos. Estos registros sirven para tener pruebas de que el recorrido se realizó en el tiempo propuesto por la misma cooperativa y demostrar que el usuario no tuvo atrasos en la ruta. Todos los registros se van almacenando y mostrando en el apartado ya mencionado sin importar la ruta que se haya registrado



Figura 30. Ver registros de tiempos de las rutas realizadas

Código para la obtención y visualización de rutas.

```

return ListView.builder(
  itemCount: rutas.length,
  itemBuilder: (context, index) {
    final ruta = rutas[index];

    return Card(
      margin: const EdgeInsets.all(8),
      elevation: 3,
      child: Theme(
        data: Theme.of(context).copyWith(dividerColor: Colors.transparent),
        child: ExpansionTile(
          title: Text(
            '${ruta.tipo.toUpperCase()} - ${DateFormat('dd/MM/yyyy HH:mm').format(ruta.fecha)}',
            style: const TextStyle(fontWeight: FontWeight.bold),
          ), // Text
          children: ruta.ruta.map((punto) {
            return ListTile(
              title: Text(
                punto.punto,
                style: const TextStyle(fontSize: 16),
              ), // Text
              trailing: Text(
                DateFormat.Hm().format(punto.horaPasaje),
                style: const TextStyle(
                  color: Color.fromARGB(255, 20, 186, 28),
                  fontWeight: FontWeight.bold,
                  fontSize: 18,
                ), // TextStyle
              ), // Text
            ); // ListTile
          }).toList(),
        ), // ExpansionTile
      ), // Theme
    ); // Card
  },
); // ListView.builder

```

Historia de usuario 10 – Cerrar sesión

Tabla 77. Tarea 10 – Cerrar sesión en la app móvil

Historia de usuario		#10
Usuario: Usuarios		
Nombre: Cerrar sesión desde la app móvil		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Baja	
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 3	
Fecha de Inicio: 26/05/2025	Fecha de Fin: 26/05/2025	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El usuario puede cerrar sesión es cualquier momento		
Observación:		

En este apartado el usuario puede cerrar sesión de su cuenta en cualquier momento ya sea para ingresar con una nueva cuenta o para poder cambiar su contraseña. Este botón se coloca al lado izquierdo superior de la pantalla

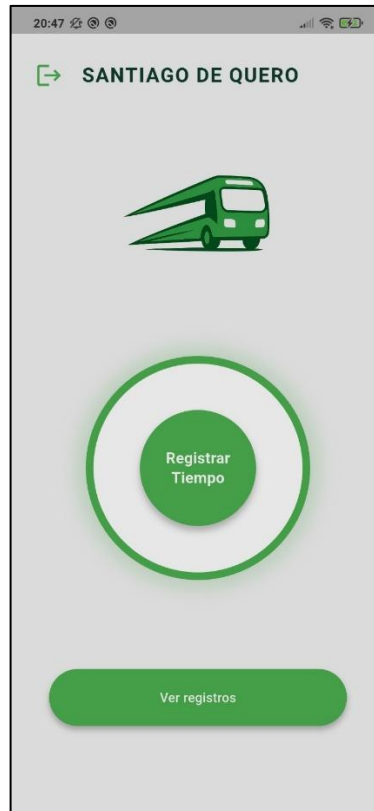


Figura 31. Cierre de sesión en la app móvil

Código para el cierre de sesión en la aplicación móvil.

```
return Scaffold(
  backgroundColor: Color(0xFF2F2F2F),
  body: SafeArea(
    child: Column(
      children: [
        Padding(
          padding: const EdgeInsets.symmetric(horizontal: 16, vertical: 20),
          child: Row(
            children: [
              IconButton(
                icon: const Icon(Icons.logout, color: Colors.green, size: 30),
                onPressed: () {
                  AuthService.deleteToken();
                  Navigator.pushReplacement(
                    context,
                    MaterialPageRoute(builder: (_) => const LoginScreen()),
                  );
                },
              ), // IconButton
              const SizedBox(width: 10),
              const Text(
                'SANTIAGO DE QUERO',
                style: TextStyle(
                  fontSize: 26,
                  fontWeight: FontWeight.bold,
                  color: Color(0xFF0F3D2E),
                  letterSpacing: 1.2,
                ), // TextStyle
              ),
            ],
          ),
        ),
      ],
    ),
  ),
);
```

d. iteración 4

La iteración 4 se centra en el desarrollo de la interfaz web para los administradores, el inicio de sesión solo para desarrolladores, la creación, edición y eliminación de usuarios. Todas estas características únicamente las puede usar los administradores del sistema.

Tabla 78. Resume iteración 4

Iteración	Nº	Historias de usuario
4	11	Inicio de sesión web del administrador
	12	Creación de usuarios
	13	Edición de usuarios
	14	Eliminación de usuarios

Historia de usuario 11 – Inicio de sesión desde la plataforma web

Tabla 79. Tarea 11 – Inicio de sesión en la plataforma web

Historia de usuario		#11
Usuario: Administrador		
Nombre: Inicio de sesión desde la plataforma web		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 4	
Fecha de Inicio: 27/05/2025	Fecha de Fin: 27/05/2025	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador iniciara sesión con sus credenciales		
Observación: Solo los administradores podrán ingresar a la interfaz web		

En este apartado el usuario administrador puede ingresar al sistema de monitoreo web, se verifica que el usuario que este ingresando en la interfaz web sea administrador para poder ingresar al sistema, caso contrario el sistema le soltara un mensaje notificando que el usuario que intenta ingresar no es administrador.

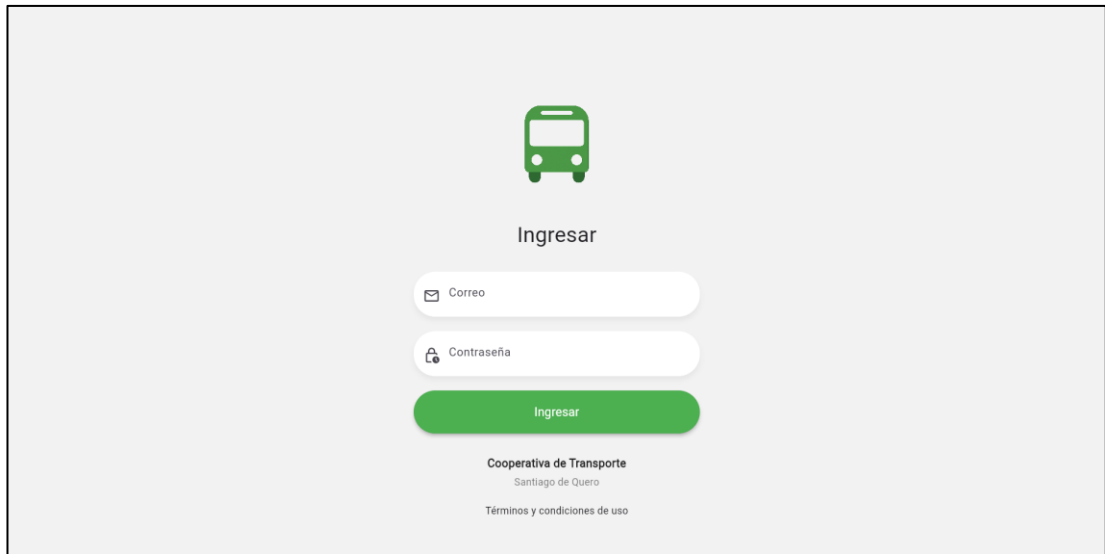


Figura 32. Inicio de sesión en la plataforma web

Código para el inicio de sesión en la plataforma web.

```

backgroundColor: const Color(0xffF2F2F2),
body: Center(
  child: ConstrainedBox(
    constraints: const BoxConstraints(maxWidth: 400),
    child: Column(
      mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
      children: const [
        Logo(titulo: 'Ingresar'),
        SizedBox(height: 30),
        _Form(),
        SizedBox(height: 30),
        Text(
          'Santiago de Quero',
          style: TextStyle(
            fontSize: 14,
            fontWeight: FontWeight.w400,
            color: Colors.black54,
          ), // TextStyle
        ), // Text
        SizedBox(height: 20),
        Text(
          'Términos y condiciones de uso',
          style: TextStyle(fontWeight: FontWeight.w200),
        ), // Text
      ],
    ), // Column
  ), // ConstrainedBox
), // Center
); // Scaffold
}

```

Historia de usuario 12 – Crear usuario desde la web

Tabla 80. Tarea 12 – Crear usuarios desde la web

Historia de usuario		#12
Usuario: Administrador		
Nombre: Crear usuarios desde la web		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 4	
Fecha de Inicio: 28/05/2025	Fecha de Fin: 29/05/2025	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador crear los usuarios necesarios		
Observación: Solo los administradores podrán crear usuarios		

En este apartado solo el administrador puede crear los nuevos usuarios para la aplicación móvil, se necesita datos acerca del usuario a ser como el nombre del usuario, el correo, su contraseña temporal, su unidad, y el rol que tomara ese usuario, entre administrador o usuario normal. Todos estos campos son obligatorios, es decir que no se podrá crear al usuario hasta que los campos previstos estén completamente llenos. Al tener toda la información el usuario se creará con normalidad.

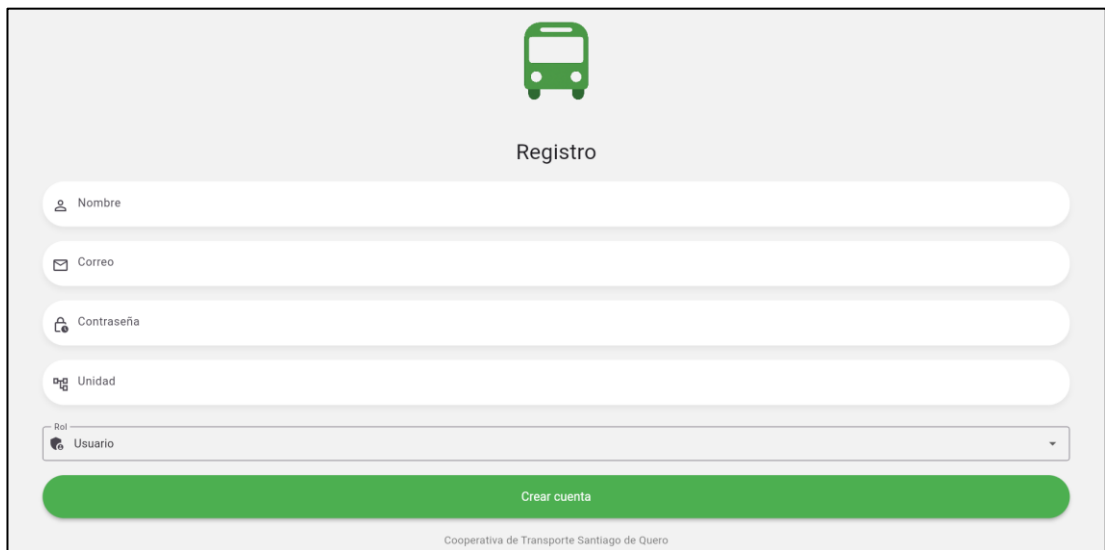


Figura 33. Creación de usuarios

Código para la creación de usuarios en el entorno web para administradores.

```

return Column(
  children: <Widget>[
    CustomInput(
      icon: Icons.perm_identity,
      placeholder: 'Nombre',
      keyboardType: TextInputType.text,
      textController: nameCtrl,
    ), // CustomInput
    CustomInput(
      icon: Icons.mail_outline,
      placeholder: 'Correo',
      keyboardType: TextInputType.emailAddress,
      textController: emailCtrl,
    ), // CustomInput
    CustomInput(
      icon: Icons.lock_clock_outlined,
      placeholder: 'Contraseña',
      textController: passCtrl,
      isPassword: true,
    ), // CustomInput
    CustomInput(
      icon: Icons.account_tree_outlined,
      placeholder: 'Unidad',
      textController: unidadCtrl,
      keyboardType: TextInputType.text,
    ), // CustomInput
    const SizedBox(height: 10),
    DropdownButtonFormField<String>(
      value: rolSeleccionado,
      decoration: const InputDecoration(
        labelText: 'Rol',
        prefixIcon: Icon(Icons.admin_panel_settings),
        border: OutlineInputBorder(),
      ), // InputDecoration
      items: const [
        DropdownMenuItem(value: 'usuario', child: Text('Usuario')),
        DropdownMenuItem(value: 'administrador', child: Text('Administrador')),
      ],
    ),
  ],
);

```

Historia de usuario 13 – Editar usuarios desde la web

Tabla 81. Tarea 13 – Editar usuarios

Historia de usuario		#13
Usuario: Administrador		
Nombre: Editar usuarios desde la web		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 4	
Fecha de Inicio: 30/05/2025	Fecha de Fin: 30/05/2025	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador edita a los usuarios según las necesidades		
Observación: Solo los administradores podrán editar a los usuarios		

En este apartado el administrador puede editar o actualizar a cualquier usuario que este registrado en la plataforma. Estos datos son recuperados de la base de datos y son visualizados para poder identificar correctamente que se tiene que editar.

Figura 34. Edición de usuarios

Código para la edición de usuarios.

```
children: [
  TextFormField(
    controller: _nameController,
    decoration: const InputDecoration(
      labelText: 'Nombre',
      border: OutlineInputBorder(borderSide: BorderSide.none),
      filled: true,
      fillColor: Color(0xFFFF2F2F),
    ), // InputDecoration
    validator: (value) =>
      value == null || value.isEmpty ? 'Campo requerido' : null,
  ), // TextFormField
  const SizedBox(height: 16),
  TextFormField(
    controller: _emailController,
    decoration: const InputDecoration(
      labelText: 'Email',
      border: OutlineInputBorder(borderSide: BorderSide.none),
      filled: true,
      fillColor: Color(0xFFFF2F2F),
    ), // InputDecoration
    validator: (value) =>
      value == null || value.isEmpty ? 'Campo requerido' : null,
  ), // TextFormField
  const SizedBox(height: 16),
  TextFormField(
    controller: _unidadController,
    decoration: const InputDecoration(
      labelText: 'Unidad',
      border: OutlineInputBorder(borderSide: BorderSide.none),
      filled: true,
      fillColor: Color(0xFFFF2F2F),
    ), // InputDecoration
    validator: (value) =>
      value == null || value.isEmpty ? 'Campo requerido' : null,
  ), // TextFormField
]
```

Historia de usuario 14 – Eliminar usuario desde la web

Tabla 82. Tarea 14 – Eliminación de usuarios

HISTORIA DE USUARIO		#14
Usuario: Administrador		
Nombre: Eliminar usuarios desde la web		
Prioridad en el negocio: Media	Riesgo de desarrollo: Media	
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 4	
Fecha de Inicio: 02/06/2025	Fecha de Fin: 02/06/2025	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador eliminar a los usuarios según las necesidades		
Observación: Solo los administradores podrán eliminar a los usuarios		

En este apartado los administradores podrán eliminar a los usuarios dependiendo de las necesidades, este botón ubicado en la parte superior derecha de cada usuario, colocado de manera responsiva y de forma que se visualice de una manera sencilla.



Figura 35. Eliminación de usuarios

Código para la eliminación de usuarios

```
Positioned(
  top: 4,
  right: 4,
  child: IconButton(
    icon: const Icon(Icons.delete, color: Colors.red),
    onPressed: () => eliminarUsuario(usuario.id),
  ), // IconButton
), // Positioned
```

e. iteración 5

La iteración 5 se centra en la estructura y visualización de todos los usuarios registrados en el sistema web, también los registros de tiempo de todas las rutas que

ha realizado el usuario para su monitorio, estos se mostraran de manera detallada para que el manejo de la información sea comprensible con mayor facilidad.

Por último la eliminación de cualquier usuario que ya haya sido registrado, este se borrar en el caso de ser necesario y por último el cierre de sesión de los administradores.

Tabla 83. Resumen iteración 5

Iteración	Nº	Historias de usuario
5	15	Visualización de todos los usuarios
	16	Ver registros de tiempo de los usuarios
	17	Eliminación de registros de tiempo de los usuarios
	18	Cerrar sesión del administrador

Historio de usuario 15 – Ver todos los usuarios registrados

Tabla 84. Tarea 15 – Ver todos los usuarios registrados

Historia de usuario		#15
Usuario: Administrador		
Nombre: Ver todos los usuarios registrados		
Prioridad en el negocio: Alta		Riesgo de desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 2		Iteración asignada: 5
Fecha de Inicio: 03/06/2025		Fecha de Fin: 03/06/2025
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador controla a los usuarios		
Observación: Solo los administradores podrán visualizar a los usuarios		

En este apartado los administradores pueden visualizar a todos los usuarios registrados en la plataforma de manera sencilla y directa, mostrando información útil de cada uno de ellos para poner localizarlos inmediatamente. Este esquema está pensado para su fácil navegación y comprensión por el administrador.



Figura 36. Ver todos los usuarios registrados

Código para la visualización de los usuarios.

```
child: Column(
  mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
  children: [
    Text(
      usuario.unidad,
      style: const TextStyle(
        fontSize: 20,
        color: Colors.black,
        fontWeight: FontWeight.bold,
      ), // TextStyle
      textAlign: TextAlign.center,
    ), // Text
    const SizedBox(height: 8),
    Text(
      usuario.name,
      style: const TextStyle(
        fontSize: 16,
        color: Colors.black87,
      ), // TextStyle
      textAlign: TextAlign.center,
    ), // Text
    const SizedBox(height: 8),
    const Icon(Icons.remove_red_eye, color: Colors.black, size: 28),
  ],
), // Column
```

Historia de usuario 16 – Ver los registros de tiempo de los usuarios

Tabla 85. Tarea 16 – Ver los registros de tiempo de los usuarios

Historia de usuario		#16
Usuario: Administrador		
Nombre: Ver los registros de tiempo de los usuarios		
Prioridad en el negocio: Alta		Riesgo de desarrollo: Media

Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 5
Fecha de Inicio: 04/06/2025	Fecha de Fin: 04/06/2025
Programador a cargo: Bryan Llamuca	
Descripción: El administrador visualiza los registros de tiempo de los usuarios	
Observación:	

En este apartado el administrador puede revisar, monitorear los registros de tiempo de todos los usuarios, en esta sección se puede visualizar los registros de tiempo de manera detallado, obteniendo información como el tipo de ruta y el nombre de los puntos que registro el usuario. Este modelo se pensó para que sea fácil de leer y comprender.

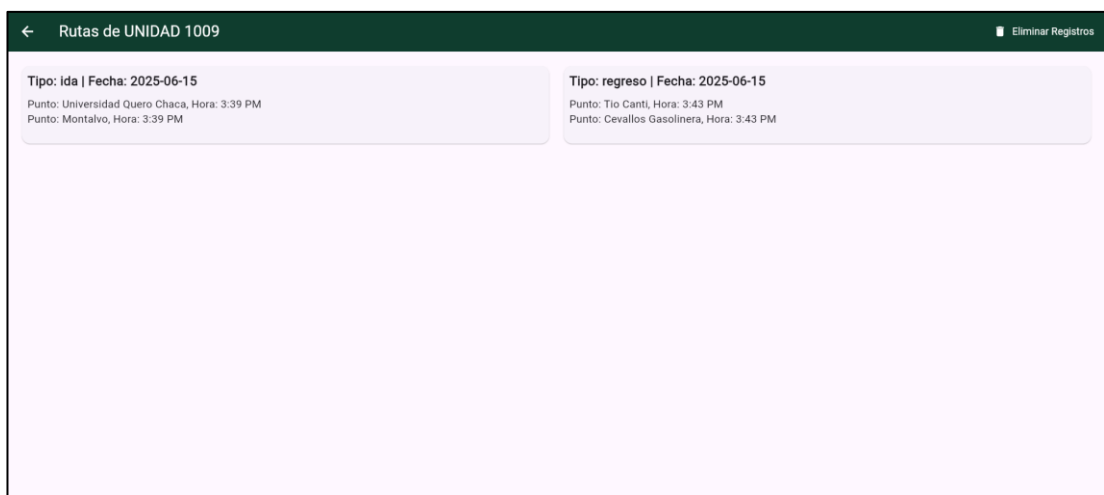


Figura 37. Ver los registros de tiempo de los usuarios

Código para la visualización de registros de rutas.

```
return SizedBox(
  child: Card(
    child: Padding(
      padding: const EdgeInsets.all(8.0),
      child: Column(
        crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
        children: [
          Text(
            'Tipo: ${ruta.tipo} | Fecha: ${ruta.fecha.toString().split(' ')[0]}',
            style: const TextStyle(fontSize: 18, fontWeight: FontWeight.bold),
          ), // Text
          const SizedBox(height: 8),
          Expanded(
            child: ListView(
              physics: const NeverScrollableScrollPhysics(),
              children: ruta.ruta.map((p) {
                final hora = TimeOfDay.fromDateTime(p.horaPasaje).format(context);
                return Text(
                  'Punto: ${p.punto}, Hora: $hora',
                  style: const TextStyle(fontSize: 15),
                ); // Text
              }).toList(),
            ), // ListView
          ), // Expanded
        ],
      ),
    ),
  ),
```

Historia de usuario 17 – Eliminar registros de tiempo de usuarios

Tabla 86. Tarea 17 – Eliminar registros de tiempo de los usuarios

Historia de usuario		#17
Usuario: Administrador		
Nombre: Eliminar registros de tiempo de los usuarios		
Prioridad en el negocio: Media	Riesgo de desarrollo: Alto	
Puntos estimados: 4	Iteración asignada: 5	
Fecha de Inicio: 05/06/2025	Fecha de Fin: 05/06/2025	
Programador a cargo: Bryan Llamuca		
Descripción: El administrador elimina los registros de tiempo según las necesidades		
Observación: Solo los administradores podrán eliminar los registros de tiempo de los usuarios		

En este apartado los administradores pueden borrar los registros de tiempo de cada usuario, esto dependiendo de las necesidades de la cooperativa de transporte Santiago de Quero.

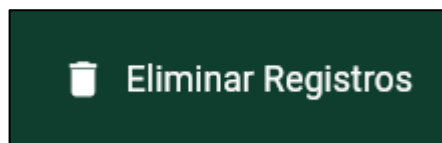


Figura 38. Eliminar registros de tiempos de los usuarios

Código para la eliminación de registros.

```
actions: [
  TextButton.icon(
    onPressed: eliminarRutas,
    icon: const Icon(Icons.delete, color: Colors.white),
    label: const Text('Eliminar Registros', style: TextStyle(color: Colors.white)),
  ) // TextButton.icon
],
```

Historia de usuario 18 – Cerra sesión desde la plataforma web

Tabla 87. Cierre de sesión en la plataforma web

Historia de usuario		#18
Usuario: Administrador		
Nombre: Cierre de sesión desde la plataforma web		
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Bajo	
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 5	
Fecha de Inicio: 06/06/2025	Fecha de Fin: 06/06/2025	

Programador a cargo: Bryan Llamuca
Descripción: El administrador puede cerrar sesión en cualquier momento
Observación:

En este apartado los usuarios administradores pueden cerrar sesión de la cuenta en cualquier momento, permitiendo una flexibilidad para poder entrar y salir del sistema web. Este botón se colocó en la parte superior derecha del menú principal de forma que se identifique de una manera muy sencilla.

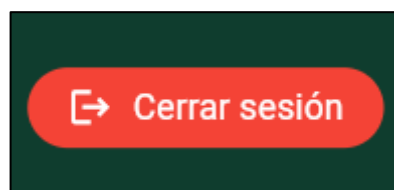


Figura 39. Cerrar sesión en la plataforma web

Código de cerrar sesión en la web.

```

TextButton.icon(
  onPressed: () async {
    await AuthService.deleteToken();
    Navigator.pushReplacement(
      context, Don't use 'BuildContext's across async gaps. Try rewriting the c
      MaterialPageRoute(
        builder: (_) => const LoginScreenWeb(),
      ), // MaterialPageRoute
    );
  },
  icon: const Icon(Icons.logout, color: Colors.white),
  label: const Text(
    'Cerrar sesión',
    style: TextStyle(color: Colors.white),
  ), // Text
  style: TextButton.styleFrom(
    backgroundColor: Colors.red,
    padding: const EdgeInsets.symmetric(horizontal: 16, vertical: 12),
  ),
), // TextButton.icon

```

3.6.5 Fase 5: Pruebas

a. Pruebas de aceptación

En esta fase se requiere la realización de pruebas de calidad del software de cada una de las iteraciones. Estas pruebas tienen como objetivo validar las iteraciones, en el caso de haber algún fallo, este se corregirá en las siguientes iteraciones.

Tabla 88. Pruebas de aceptación para iteración 1

Iteración	Nº	Historias de usuario	Evaluacion	Observaciones
1	1	Verificación de ubicación activada	Exitosa	Ninguna
	2	Solicitud de permisos de ubicación	Exitosa	Ninguna
	3	Inicio de sesión en la app móvil	Exitosa	Ninguna
	4	Recuperación de contraseña	Exitosa	Ninguna

Tabla 89. Pruebas de aceptación para iteración 2

Iteración	Nº	Historias de usuario	Evaluacion	Observaciones
2	5	Visualización de mapa con mi ubicación	Exitosa	Ninguna
	6	Ver las polylines de la ruta	Neutral	Aunque la polyline de la ruta se ve correctamente, a los usuarios no parece ser relevante en la funcionalidad de la aplicación
	7	Selección de ruta a ser registrada	Exitosa	Ninguna

Tabla 90. Pruebas de aceptación para iteración 3

Iteración	Nº	Historias de usuario	Evaluacion	Observaciones
3	8	Visualización de puntos registrados en el mapa	Exitosa	Ninguna
	9	Ver los registros de tiempo de las rutas hechas	Exitosa	Ninguna
	10	Cerrar sesión del usuario móvil	Exitosa	Ninguna

Tabla 91. Pruebas de aceptación para la iteración 4

Iteración	Nº	Historias de usuario	Evaluacion	Observaciones
4	11	Inicio de sesión web del administrador	Exitosa	Ninguna
	12	Creación de usuarios	Exitosa	Ninguna
	13	Edición de usuarios	Exitosa	Ninguna
	14	Eliminación de usuarios	Neutral	Aunque la eliminación es correcta, no se considera una característica necesaria en el sistema

Tabla 92. Pruebas de aceptación para la iteración 5

Iteración	Nº	Historias de usuario	Evaluación	Observaciones
5	15	Visualización de todos los usuarios	Exitosa	Ninguna
	16	Ver registros de tiempo de los usuarios	Exitosa	Ninguna
	17	Eliminación de registros de tiempo de los usuarios	Neutral	Aunque la eliminación es correcta no se considera una característica necesaria en el sistema
	18	Cerrar sesión del administrador	Exitosa	Ninguna

b. Pruebas de usabilidad

En esta fase se realiza las pruebas de usabilidad del sistema tanto la parte móvil para los usuarios como la parte web para los administradores. Se optó por utilizar el modelo TAM (Modelo de aceptación de la tecnología), este modelo explica y predice la aceptación de una tecnología por parte de los usuarios a probar el sistema. Esta tiene como objetivo identificar los comportamientos que tiene la persona al momento de usar el nuevo sistema tanto móvil como web.[34]

Estas pruebas de usabilidad se concretaron a diferentes miembros de la cooperativa de transporte Santiago de Quero con la finalidad de poner la prueba el nuevo sistema y medir la facilidad, usabilidad, entre otras características de las aplicaciones propuestas.

Tabla 93. Pruebas de usabilidad 1

Pruebas de usabilidad					
Valoración - 1 = Malo - 2 = Regular - 3 = Bueno - 4 = Muy bueno - 5 = Excelente					
Usuario: Empleado de la cooperativa 1					
Preguntas	1	2	3	4	5
¿El sistema navega entre módulos de forma fluida?				X	
¿La combinación de colores seleccionados son los adecuados?				X	

¿El sistema permite registra el tiempo con facilidad?					X
¿La aplicación es intuitiva y fácil de usar?					X
¿Los registros están correctamente distribuidos?					X
Según los resultados de la prueba de aceptación número uno se concluyó que el sistema tiene una muy buena navegación, muy buena combinación de colores, permite registrar el tiempo con facilidad, es intuitiva, es fácil de usar y los registros esta distribuidos correctamente.					

Tabla 94. Pruebas de usabilidad 2

Pruebas de usabilidad					
Valoración - 1 = Malo - 2 = Regular - 3 = Bueno - 4 = Muy bueno - 5 = Excelente					
Usuario: Empleado de la cooperativa 2					
Preguntas	1	2	3	4	5
¿El sistema navega entre módulos de forma fluida?				X	
¿La combinación de colores seleccionados son los adecuados?					X
¿El sistema permite registra el tiempo con facilidad?					X
¿La aplicación es intuitiva y fácil de usar?				X	
¿Los registros están correctamente distribuidos?				X	
Según los resultados de la prueba de aceptación número dos se concluyó que el sistema tiene una muy buena navegación, una excelente combinación de colores, permite registrar el tiempo de manera excelente con facilidad, es intuitiva, es fácil de usar y los registros esta distribuidos correctamente.					

Tabla 95. Pruebas de usabilidad 3

Pruebas de usabilidad					
Valoración - 1 = Malo - 2 = Regular - 3 = Bueno - 4 = Muy bueno - 5 = Excelente					
Usuario: Secretaria					
Preguntas	1	2	3	4	5
¿El sistema navega entre módulos de forma fluida?				X	
¿La combinación de colores seleccionados son los adecuados?				X	
¿El sistema permite administrar los usuarios facilidad?					X
¿La aplicación es intuitiva y fácil de usar?				X	
¿Los registros están correctamente distribuidos?					X

Según los resultados de la prueba de aceptación número uno se concluyó que el sistema tiene una muy buena navegación, muy buena combinación de colores, permite administrar a los usuarios de una manera muy buena, es intuitiva, es fácil de usar y registra los tiempos correctamente.

3.7 Implantación

a. Despliegue del sistema

En cuanto el despliegue del sistema se realizó en distintas partes, comenzando por subir el Backend a la plataforma de Microsoft Azure como se muestra en la Figura 40, aquí se alojó el Backend como aplicación web, para su almacenamiento se utilizó la base de datos MongoDB Atlas la cual se conecta mediante la URL configurada en las variables de entorno.

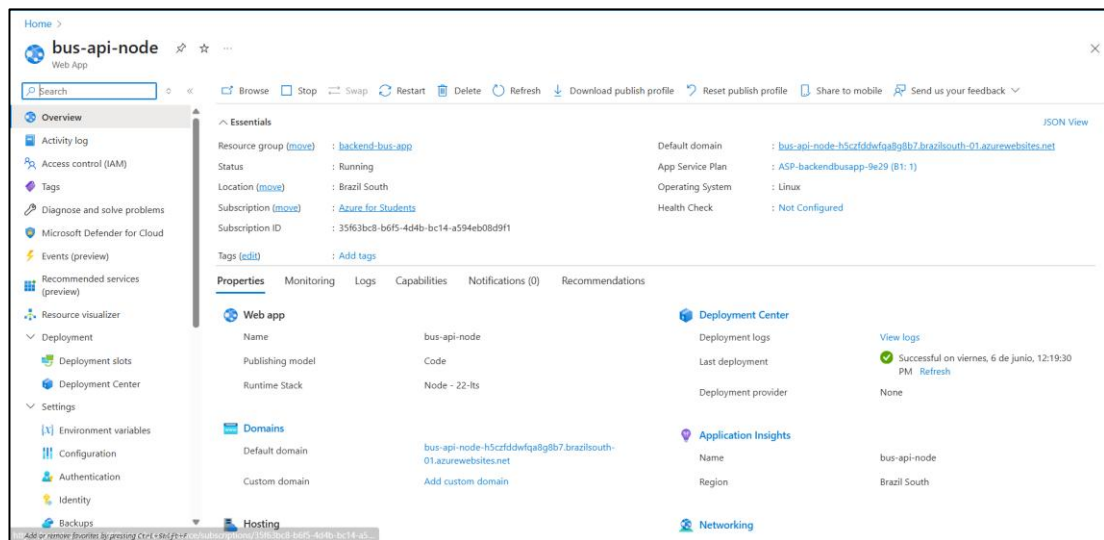


Figura 40. Despliegue del Backend en Microsoft Azure

A continuación, se desplega la aplicación web desarrollada en Flutter para web. Se generó la build desde Visual Studio Code y los archivos generados se subieron a un repositorio en GitHub como se muestra en la Figura 41., esta se desplega como aplicación web estática en Microsoft Azure como se muestra en la Figura 41, la cual permite alojar contenido estático, perfecto para páginas que requieran velocidad.

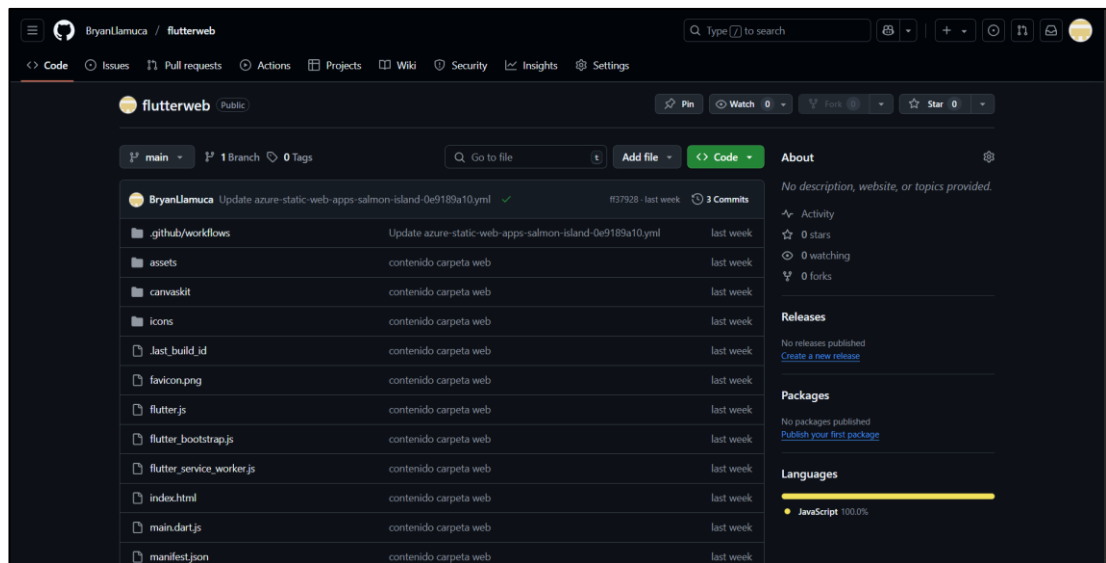


Figura 41. Repositorio github del Frontend

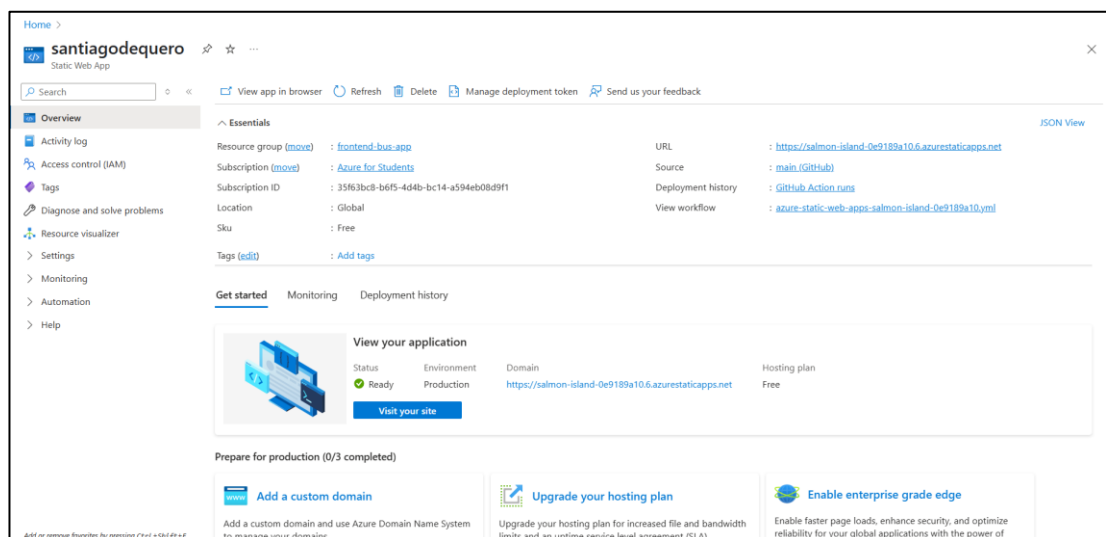


Figura 42. Despliegue del Frontend en Microsoft Azure

La generación del archivo APK de la aplicación móvil se realizó utilizando Visual Studio Code con el SDK de Flutter instalado. Previamente se realizaron pruebas en emuladores y dispositivos físicos, asegurando la funcionalidad completa del sistema. Una vez verificada la estabilidad, se ejecutó el comando `flutter build apk --release`. Esto generó el archivo APK de la aplicación. Este archivo puede ser distribuido manualmente para su instalación en dispositivos móviles.

b. Capacitaciones

Tras las exhaustivas pruebas realizadas tanto a la parte web como a la parte móvil, la realización de las historias de usuario y las pruebas de usabilidad a los empleados de la cooperativa Santiago de Quero, se procedió con las capacitaciones, dirigidas principalmente a los empleados de la cooperativa, ya que son ellos quien mayormente manejaran el sistema. Este evento se procedió en base a la Tabla 96.

Tabla 96. Cronograma de capacitación

Tema	Encargado	Dirigido a	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Realizado
Ubicación activada	Bryan Llamuca	Choferes	11/02/2025	11/02/2025	SI
Permisos de aplicación	Bryan Llamuca	Choferes	11/02/2025	11/02/2025	SI
Inicio de sesión	Bryan Llamuca	Choferes	11/02/2025	11/02/2025	SI
Manejo del mapa	Bryan Llamuca	Choferes	11/02/2025	11/02/2025	SI
Ver registros	Bryan Llamuca	Choferes	11/02/2025	11/02/2025	SI
Inicio de sesión web	Bryan Llamuca	Secretaria	11/02/2025	11/02/2025	SI
Administración de usuarios	Bryan Llamuca	Secretaria	11/02/2025	11/02/2025	SI
Ver registros de usuarios	Bryan Llamuca	Secretaria	11/02/2025	11/02/2025	SI

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- En conclusión, la implementación de la metodología XP permitió un desarrollo estructurado y eficiente, en el que las fases de exploración, planificación, diseño, codificación y pruebas de aplicación de manera consecutiva. Esto facilitó una constante retroalimentación y con lo cual mejoró la calidad del sistema final tanto en su versión móvil como web.
- La integración de Flutter como herramienta principal de desarrollo demostró ser efectiva, ya que permitió mantener una única base de código, para ambas plataformas, si bien se tuvo que realizar algunos cambios en algunos aspectos, esto redujo tiempos de desarrollo y aseguró una experiencia de usuario coherente en diferentes dispositivos.
- El uso de Node JS y MongoDB Atlas como tecnologías backend y base de datos, respectivamente, resultó ser adecuado para la escalabilidad y el manejo eficiente de datos, especialmente en operaciones relacionadas con el registro de rutas, tiempos de paso y gestión de usuarios. La integración con servicios en la nube, como Azure, facilitó el despliegue y acceso remoto al sistema.
- Se logró implantar una aplicación móvil desarrollada con Flutter que permitió reducir los retrasos en el recorrido de buses de la Cooperativa Santiago de Quero. A través de la automatización del registro de tiempos y la utilización de geolocalización, eliminando la necesidad del método tradicional con tarjetas físicas. Esta implementación no solo mejoró la eficiencia operativa, sino que también brindó a los conductores una herramienta más ágil y confiable, cumpliendo así con el objetivo principal de esta investigación.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar con una fase de mantenimiento y mejora continua del sistema, implementando nuevas funcionalidades y requerimientos que los usuarios vean pertinentes, como mejoras visuales, nuevos módulos, entre ellos el de horarios de los buses o estadísticas detalladas de las diferentes rutas, incluso agregar un mapa para monitorear a todos los usuarios en la parte web, garantizando una experiencia de mayor calidad.
- En cuanto al uso de estas herramientas tecnológicas se recomienda Flutter para el desarrollo de proyectos similares, ya que se adapta muy bien al desarrollo móvil y al apartado web, con el fin de mejorar los sistemas de proyectos enfocados en el desarrollo de código escalable y fácil de comprender.
- Es importante mejorar el sistema de autenticación a uno más robusto a futuro, como la autenticación biométrica o autenticación fácil en los dispositivos móviles, especialmente si el sistema se escala a más usuarios o se maneja información sensible.
- Finalmente se recomienda la utilización de las metodologías ágiles, en particular el uso de la metodología XP, cuando el objetivo del desarrollo de proyectos se oriente a la mejora continua. Esta metodología contribuye significativamente tanto a la optimización del sistema como al mantenimiento eficiente del código, fomentando la transferencia de conocimiento para futuros desarrolladores.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Y. Quiñonez, C. Lizarraga, J. Peraza, and O. Zatarain, "Intelligent system for automated monitoring of public transport in real time," *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacion*, vol. 2019, no. 31, pp. 94–105, 2019, doi: 10.17013/risti.31.94-105.
- [2] Auki Santiago Díaz Concha, "GEOLOCALIZACIÓN DE RUTAS DE BUSES EN TIEMPO REAL: CASO DE ESTUDIO CIUDAD DE OTAVALO," Quito, Mar. 2022.
- [3] O. Javier and S. Royero, "Aplicativo móvil para consultar rutas de transporte urbano Prototipo de aplicación móvil para consultar rutas de buses urbanos en Villavicencio," 2020.
- [4] D. Michael Ramos Carpio and I. José Teodoro Mejía Viteri, "APLICACIÓN MÓVIL PARA GESTIÓN Y CONTROL DE LOS BUSES PARA LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO," Babahoyo, Oct. 2019.
- [5] GUIDO RUBÉN CHILQUINGA CUICHAN, "Responsabilidad con pensamiento positivo," Quito, Sep. 2018.
- [6] Sared Peña Cayturo, "Aplicación Web para mejorar el monitoreo de los vehículos de Transporte Público en Abancay," Abancay, Jun. 2022. [Online]. Available: www.nitropdf.com
- [7] J. F. Arias-Orezano, B. D. Reyna Barreto, and G. Mamani-Apaza, "Repercusión de arquitectura limpia y la norma ISO/IEC 25010 en la mantenibilidad de aplicativos Android," *TecnoLógicas*, vol. 24, no. 52, p. e2104, Dec. 2021, doi: 10.22430/22565337.2104.
- [8] C. Tapia Cortes, "Tipologías de uso educativo de las Tecnologías de la Información y Comunicación: una revisión sistemática de la literatura," *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, no. 71, pp. 16–34, Mar. 2020, doi: 10.21556/edutec.2020.71.1489.
- [9] Carlos Valdivia Miranda, "Sistemas informáticos y redes locales," *Book*, vol. 2, Mar. 2020.
- [10] L. De La, C. Delgado Olivera, L. Manuel, and D. Alonso, "Modelos de Desarrollo de Software Software Development Models," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 15, no. 1, 2021, [Online]. Available: [http://rcci.uci.cuPág.37-51Editorial"EdicionesFuturo"](http://rcci.uci.cuPág.37-51Editorial)
- [11] A. Corral, L. Víctor, and V. Rodríguez, "UNIVERSIDAD DE ALMERIA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA TRABAJO FIN DE GRADO Desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma con Flutter," 2018.
- [12] ERIC WINDMILL, *FLUTTER IN ACTION*. Shelter Island, Nueva York, EE. UU., 2019. Accessed: May 25, 2025. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EzgzEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT21&dq=flutter+widgets&ots=7zrHB47rEX&sig=1N2AIJN_QMd3gaFg4SQwiL3oeCQ#v=onepage&q=flutter%20widgets&f=false

- [13] Flutter, “Material component widgets,” Material.io. Accessed: May 26, 2025. [Online]. Available: <https://m3.material.io/get-started>
- [14] Creapolis, “Manejo de Estado en Flutter: Enfoques y Mejores Prácticas.” Accessed: May 26, 2025. [Online]. Available: <https://creapolis.dev/manejo-de-estado-en-flutter-enfoques-y-mejores-practicas/>
- [15] M. Pacheco Pumaleque, A. Abelardo, A. Ramirez, and P. Jesus, “FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS AUTOR,” Lima, 2022. Accessed: May 26, 2025. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/556178473.pdf>
- [16] Bryan Molina Montero, Harry Vite Cevallos, and Jefferson Dávila Cuesta, “Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software,” vol. 2, May 2018, Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <https://revistaespirales.com/index.php/es/article/view/269/225>
- [17] E. Bautista-Villegas, “Metodologías ágiles XP y Scrum, empleadas para el desarrollo de páginas web, bajo MVC, con lenguaje PHP y framework Laravel,” *Revista Amazonía Digital*, vol. 1, no. 1, p. e168, Jan. 2022, doi: 10.55873/rad.v1i1.168.
- [18] J. Morales-Carrillo *et al.*, “Metodologías de desarrollo de software y su ámbito de aplicación: Una revisión sistemática,” Feb. 2022. Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.proquest.com/docview/2648273778?fromopenview=true&pq-origsite=gscholar&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- [19] G. Alexander, C. Cáceres, S. Andrés, and B. Perdomo, “The Impact of the Implementation of Technology on Road Safety in Colombia Artículo de investigación,” Dec. 2019.
- [20] PNUD, “Lo urbano y la urbanización en Bolivia: problemáticas y desafíos,” Jun. 2023. Accessed: Nov. 16, 2024. [Online]. Available: <https://bolivia.un.org/es/241557-lo-urbano-y-la-urbanizaci%C3%B3n-en-bolivia-problem%C3%A1ticas-y-desaf%C3%ADos>
- [21] C. C. Apacani Fernández, “Aplicación web para fortalecer la gestión del transporte en la recolección de residuos sólidos urbanos,” *Revista Ingeniería*, vol. 4, no. 10, pp. 192–207, Sep. 2020, doi: 10.33996/revistaingenieria.v4i10.66.
- [22] ANTONIO GSCHWENDER KRAUSE and CRISTIÁN CORTÉS CARRILLO, “Estimación de beneficios para servicios de buses operados con itinerarios,” May 2019, Accessed: Nov. 25, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/172677>
- [23] Mg. L. R. Quisaguano Collaguazo, Mg. M. S. Pallasco Venegas, A. A. Andaluz Guerrero, M. N. Martínez Freire, and Mg. S. H. Corrales Beltrán, “DESARROLLO HÍBRIDO CON FLUTTER,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 4, pp. 4594–4609, Sep. 2022, doi: 10.37811/cl_rcm.v6i4.2959.
- [24] R. L. Córdova, J. Javier, and F. León, “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL CON FLUTTER PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO/IEC 27002:2013 Trabajo recepcional bajo la modalidad de Tesis que para obtener el grado de,” Tabasco, Jan. 2022. Accessed: Jun. 15, 2025. [Online].

Available:

<https://ri.ujat.mx/bitstream/200.500.12107/4855/1/Rigoberto%20L%c3%a1zaro%20C%c3%b3rdova.pdf>

- [25] R. Alarcon and R. Alexander, “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS SWIFT ‘IOS’ Y FLUTTER ‘ANDROID Y IOS’ PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES,” Babahoyo, Mar. 2023. Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14001/E-UTB-FAFI-SIST-000428.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [26] Flutter team and Flutter Documentation, “Archivo del SDK de Flutter.” Accessed: Jun. 17, 2025. [Online]. Available: <https://docs.flutter.dev/install/archive>
- [27] H. Shah, S. Zulfikar, and A. Bhutto, “Node.js Challenges in Implementation,” May 2017. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/318310544>
- [28] E. Haro, T. Guarda, A. O. Zambrano Peñaherrera, and G. Ninahualpa Quiña, “Desarrollo backend para aplicaciones web, Servicios Web Restful: Node.js vs Spring Boot,” Feb. 2019. Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.proquest.com/docview/2195127847/fulltextPDF/6A68B0A82420439DPQ/1?accountid=36765&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- [29] L. M. Palmera Quintero, D. J. Ríos Barona, K. León, and F. Chinchilla Torres, “Desarrollo de un aplicativo móvil con Node.js para la venta de productos agrícolas en MiPymes,” *Revista Temario Científico*, vol. 4, no. 2, Jul. 2024, doi: 10.47212/rtcalinin.2.224.3.
- [30] Node.js, “Versiones anteriores (Previous Releases).” Accessed: Jun. 17, 2025. [Online]. Available: <https://nodejs.org/es/about/previous-releases>
- [31] L. Matías Herrero Vidaña Director and M. Lic Juan Aranda, “Implementación en el Cloud con MongoDB Atlas: Sistema de Gestión de Recursos para una empresa de distribución de garrafas de Gas en la Región de Cuyo, Argentina,” Feb. 2024. Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <http://huru.unsj.edu.ar/bitstream/handle/123456789/399/TG%20-%20Herrero%20Vida%c3%b1a%2c%20Luis%20Matias%20-%20162100.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [32] Sebastián Hadida and Fernando Troilo, “La agilidad en las organizaciones: Trabajo comparativo entre metodologías ágiles y de cascada en un contexto de ambigüedad y transformación digital,” Sep. 2020. [Online]. Available: www.cema.edu.ar/publicaciones/doc_trabajo.html
- [33] C. Lara and L. Figueroa, “Metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles educativas,” Jul. 2020. Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/103770>
- [34] A. G. Pimbo-Tibán, H. R. Manotoa-Labre, R. P. Medina-Chicaiza, and H. D. Morocho-Lara, “Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento: análisis de aceptación de implementación basado en el Modelo TAM,” *REVISTA ODIGOS*, vol. 4, no. 1, pp. 89–110, Feb. 2023, doi: 10.35290/ro.v4n1.2023.752.

ANEXOS

Anexo A. Visualización del Frontend Desplegado

En la Figura A1 se muestra el Frontend totalmente funcional.

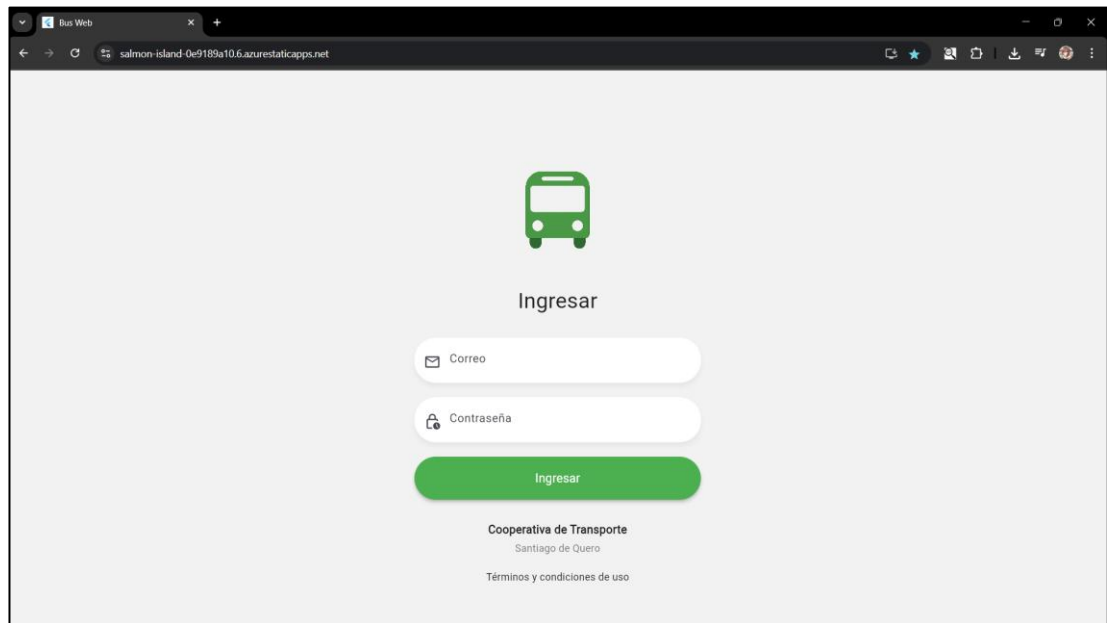


Figura A1. Frontend desplegado

Anexo B. Visualización de la APK generada

En la figura A2 se muestra la generación de la APK para su instalación en la cooperativa de transporte Santiago de Quero

A screenshot of a Windows File Explorer window showing the directory path 'Documentos > 2.- Desarrollo APP > Busapp > bus > build > app > outputs > flutter-apk'. The window displays a list of four files generated during the APK build process.

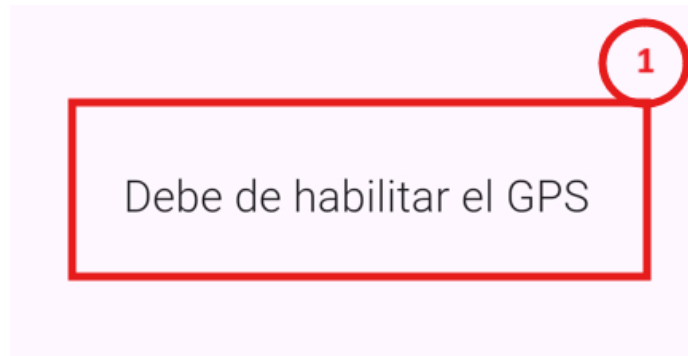
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
app-debug.apk	15/6/2025 15:00	Archivo APK	71.154 KB
app-debug.apk.sha1	15/6/2025 15:00	Archivo SHA1	1 KB
app-release.apk	6/6/2025 16:26	Archivo APK	24.547 KB
app-release.apk.sha1	6/6/2025 16:26	Archivo SHA1	1 KB

Figura A2. Generación de la APK

COOPERATIVA DE TRANSPORTES
SANTIAGO DE
QUERO



MANUAL DE USUARIO



1- El usuario de activar la ubicación



1- El usuario de conceder permisos a la aplicación



1- Ingresa el correo

2- Ingresa la contraseña

3- Pulse el botón e ingrese

The image shows a vertical sequence of five input fields and buttons, each highlighted with a colored border and a numbered circle:

- 1. Email input field with the text "b@gmail.com" and a red border and circle labeled "1".
- 2. Green button labeled "Verificar correo" with a blue border and circle labeled "2".
- 3. Password input field with the text "Nueva contraseña" and an orange border and circle labeled "3".
- 4. Password input field with the text "Confirmar contraseña" and a green border and circle labeled "4".
- 5. Green button labeled "Cambiar contraseña" with a pink border and circle labeled "5".

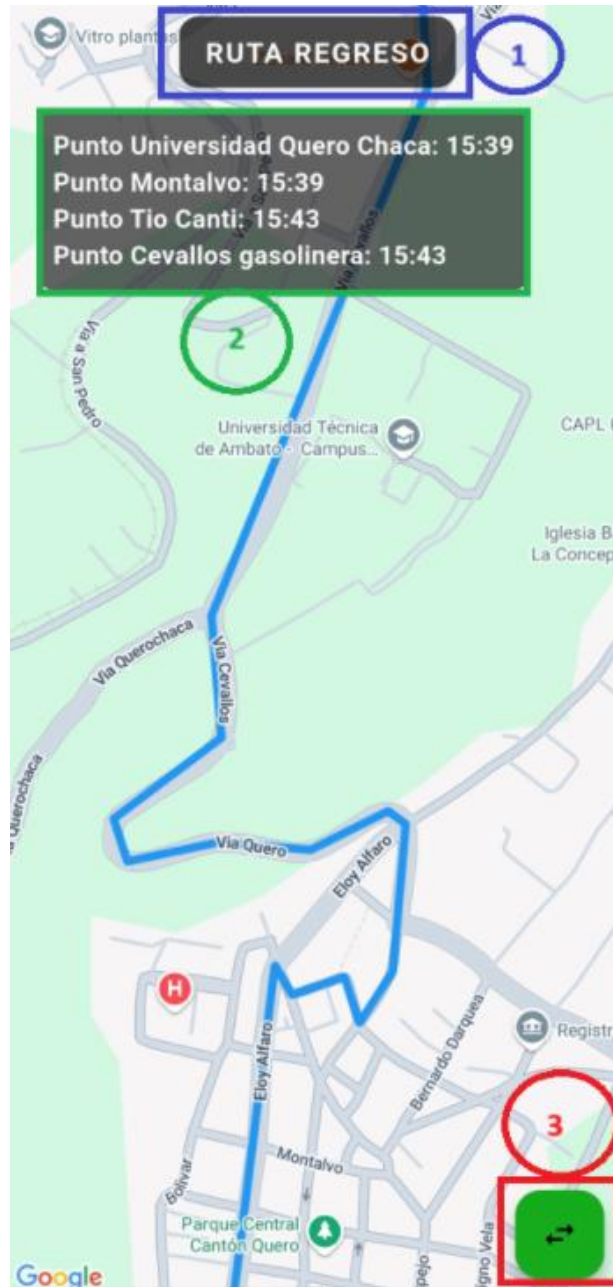
1- Ingrese su correo electrónico, proporcionado por el administrador

2- Pulse verificar para encontrar su cuenta

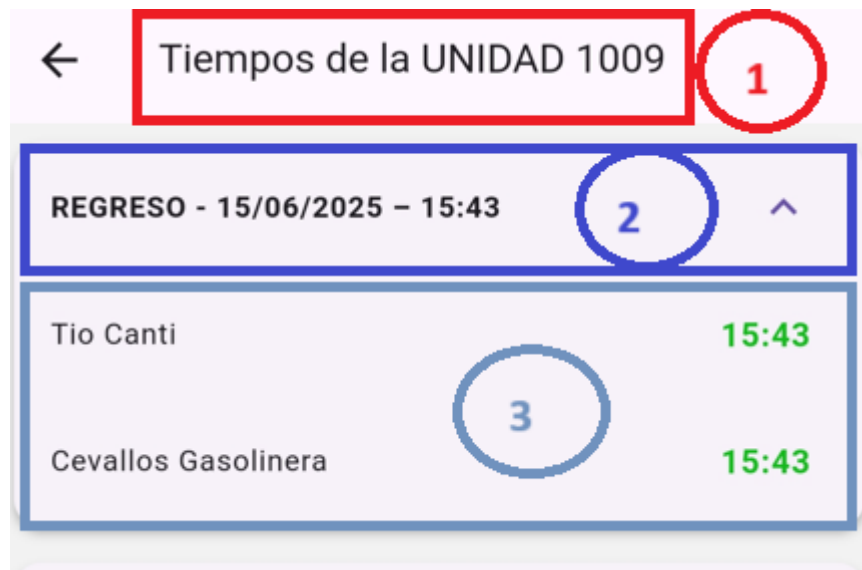
3- Ingrese su nueva contraseña

4- Ingrese nuevamente su nueva contraseña

5- Pulse en cambiar contraseña



- 1- Título de la ruta, este se cambia según la ruta seleccionada,
- 2- Puntos que ya fueron registrados, estos saldrán en la pantalla cada que el bus pasa por un punto específico.
- 3- Botón para intercambiar la ruta, este se usa para intercambiar a la ruta se desea registrar.

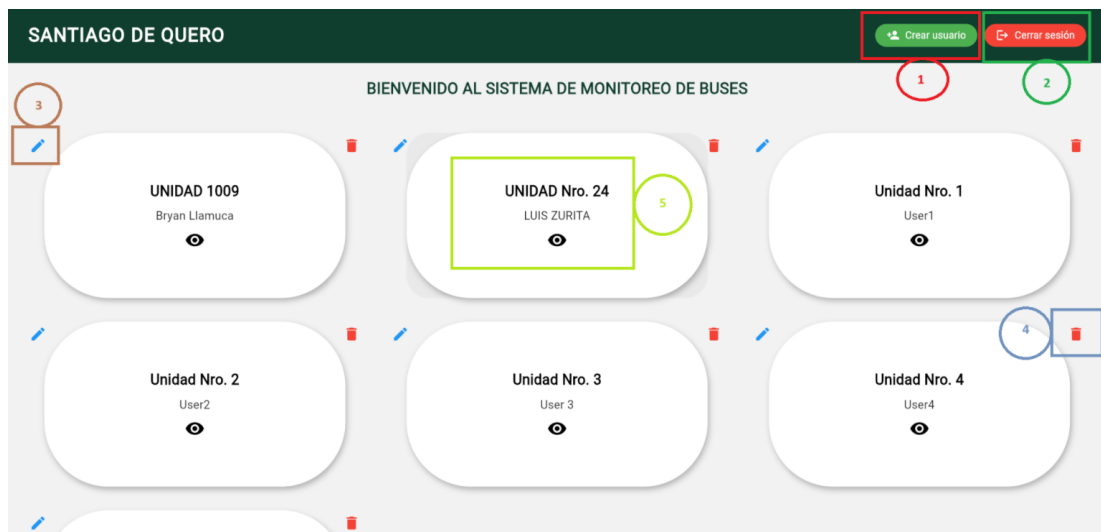


- 1- Nombre de la unidad del usuario, más fácil de identificar
- 2- Tipo de ruta, es el nombre de la ruta que se registró el tiempo
- 3- Puntos registrados en la ruta, se registrar los puntos a lo largo de la ruta



- 1- Ingrese su correo en la web
- 2- Ingrese su contraseña en la web

- 3- Pulse ingresar para entra al sistema web, solo los administradores podrán ingresar a la web



- 1- Crear usuarios, en este apartado se pueden crear los usuarios para la aplicación móvil
- 2- Cerrar sesión de la cuenta
- 3- Botón para la edición del usuario
- 4- Botón para la eliminación del usuario
- 5- Botón para entra a ver los registros de las rutas del usuario

- 1- Ingrese un nombre
- 2- Ingrese un correo
- 3- Ingrese una contraseña

- 4- Ingrese el número de bus
- 5- Seleccione el rol del usuario, entre usuario y administrador
- 6- Pulse en crear cuenta para crear al usuario

Formulario de edición de usuario. El formulario tiene tres campos de texto y un botón. El primer campo, etiquetado 'Nombre', contiene 'Bryan Llamuca' y está rodeado por un recuadro rojo con el número 1. El segundo campo, etiquetado 'Email', contiene 'b@gmail.com' y está rodeado por un recuadro naranja con el número 2. El tercer campo, etiquetado 'Unidad', contiene 'UNIDAD 1009' y está rodeado por un recuadro verde con el número 3. En la parte inferior derecha, hay un botón 'Guardar Cambios' rodeado por un recuadro azul con el número 4.

- 1- Nombre de el usuario a ser editado
- 2- Correo del usuario a ser editado
- 3- Unidad del usuario a ser editado
- 4- Pulse en Guardar Cambios para actualizar al usuario

Pantalla de rutas de un usuario. La barra superior es verde y contiene un botón de retroceso, el título 'Rutas de UNIDAD 1009' rodeado por un recuadro rojo con el número 1, un botón 'Eliminar Registros' rodeado por un recuadro naranja con el número 2, y un ícono de menú. El contenido principal muestra dos tarjetas de registro. La primera tarjeta, 'Tipo: ida | Fecha: 2025-06-15', muestra dos puntos: 'Punto: Universidad Quero Chaca, Hora: 3:39 PM' y 'Punto: Montalvo, Hora: 3:39 PM'. La segunda tarjeta, 'Tipo: regreso | Fecha: 2025-06-15', muestra dos puntos: 'Punto: Tio Cantí, Hora: 3:43 PM' y 'Punto: Cevallos Gasolinera, Hora: 3:43 PM'. El área de contenido está rodeada por un recuadro azul con el número 3.

- 1- Nombre del usuario a ser monitoreado
- 2- Botón para eliminar todos los registros de tiempo del usuario
- 3- Apartado para ver los registros de tiempo en las distintas rutas que ha realizado el usuario