

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

TEMA:

Implementación de geolocalización en tiempo real en app móvil y sistema para el control de recorridos realizados por transportistas escolares de la compañía Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil.

AUTOR:

Bravo García, Geovanny Jesús

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

TUTOR:

Ing. Salazar Tovar, César Adriano, Mgs

Guayaquil – Ecuador

07 de septiembre del 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de integración curricular fue realizado en su totalidad por el Sr. **Bravo García, Geovanny Jesús** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Ciencias de la computación**.

TUTOR (A)

f. _____

Ing. Salazar Tovar, César Adriano, Mgs

Guayaquil, a los 7 días del mes de septiembre del año 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Bravo García, Geovanny Jesús

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Implementación de geolocalización en tiempo real en app móvil y sistema para el control de recorridos realizados por transportistas escolares de la compañía Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN.** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

Guayaquil, a los 7 días del mes de septiembre del año 2023

f. Geovanny Bravo G.

Bravo García, Geovanny Jesús



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

AUTORIZACIÓN

Yo, **Bravo García, Geovanny Jesús**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Implementación de geolocalización en tiempo real en app móvil y sistema para el control de recorridos realizados por transportistas escolares de la compañía Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 7 días del mes de septiembre del año 2023

EL AUTOR:

f. Geovanny Bravo J.

Bravo García, Geovanny Jesús



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

REPORTE ANTIPLAGIO

TIC - Bravo

0%
Similitudes

Nombre del documento: TIC - Bravo.docx
ID del documento: 52a90721f2fd38bd6e47b919e9710ca93a3569
Tamaño del documento original: 4.86 MB

Depositante: César Adriano Salazar Tovar
Fecha de depósito: 29/8/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 29/8/2023

Fecha de elaboración: 29 de agosto de 2023



Ing. César Salazar Tovar, Mgs.
Tutor de Trabajo de Integración Curricular
Carrera de Computación

Firma:

**Ing. César Salazar Tovar, Mgs.
Tutor de Trabajo de Integración Curricular
Carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación**

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por guiarme en cada uno de mis pasos, por brindarme la oportunidad de crecer cada día y por permitirme tener a mi familia a mi lado en estas etapas importantes de mi vida.

Agradezco profundamente a mis padres Diana y Geovanny, que son pilares fundamentales en mi vida, por su incondicional apoyo, esfuerzo y dedicación en cada paso que di para cumplir esta meta, inculcándome buenos valores y motivándome en mi progreso personal y profesional. A mi hermana, quien es mi ejemplo a seguir y la persona por la que la vida me llena de bendiciones, por creer siempre en mí, por el amor y apoyo incondicional.

A todos los docentes por su gran aporte en el desarrollo de mi formación profesional; a mi tutor Ing. César Salazar por la guía brindada en todo el proceso de este trabajo de titulación, por la disponibilidad, paciencia y conocimientos otorgados.

A buenos amigos que la UCSG me permitió conocer y compartir gratos momentos durante este camino. Jair, Niki y Brittany, que han sido un apoyo incondicional en mi carrera universitaria. Y en especial a mi mejor amiga Stefani, quien a lo largo de este trayecto siempre confió en mí y me motivó hasta conseguir este objetivo.

Bravo García, Geovanny Jesús

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres y a mi hermana, por nunca dejar de confiar en mí, por darme fuerzas en los momentos difíciles y felicitarme en cada pequeño logro. Por creer en mis capacidades y motivarme a ser mejor cada día, enderezando mi camino cuando me desviaba y enseñándome a hacer siempre lo correcto. A ellos, que han estado en cada momento de mi vida, dirijo este logro conseguido, esperando que sea el primero de muchos más.

Bravo García, Geovanny Jesús



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. ANA CAMACHO CORONEL, MGS

DIRECTORA DE CARRERA

f. _____

ING. GALO CORNEJO GOMEZ, MGS

DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

ING. MARCOS MIRANDA RODRIGUEZ, MGS

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Formulación del problema.....	3
1.2 Justificación e importancia.....	4
1.3 Delimitación	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Alcance.....	5
1.6 Limitaciones.....	6
2 CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Geolocalización.....	7
2.1.1 Qué es la Geolocalización.....	7
2.1.2 Cómo funciona la geolocalización.....	7
2.1.3 Tipos de geolocalización	9
2.1.4 Propósitos de la geolocalización	13
2.1.5 Seguridad y privacidad relacionada con la geolocalización	15
2.2 Usos de la Geolocalización.....	17
2.2.1 Usos comerciales de la geolocalización	17
2.2.2 Aplicaciones que hacen uso de geolocalización	20
2.2.3 Beneficios de la geolocalización para los negocios.....	23
2.3 Implementación de la Geolocalización en aplicaciones móviles	23
2.3.1 Qué se necesita	23
2.3.2 Incluir Geolocalización en aplicaciones Flutter	24
3 CAPÍTULO III	26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1 Tipo de Investigación	26
3.2 Diseño de la investigación	26
3.3 Técnicas e instrumentos para obtención de información.....	27
3.4 Análisis de resultados.....	29
3.4.1 Forma de trabajo actual al consultar o reportar los recorridos	29

3.4.2	Requerimientos funcionales del sistema. Expectativas que genera el sistema.	30
3.4.3	Requerimientos no funcionales.....	31
3.4.4	Diseño de la solución	31
4	CAPITULO IV	33
	PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	33
4.1	Funcionamiento de la solución tecnológica	33
4.1.1	Herramienta de visualizador de recorridos.....	33
4.1.2	Herramienta del conductor para el reporte de recorridos	36
4.1.3	Herramienta administrativa para la gestión del sistema.....	39
4.2	Almacenamiento de la información en la nube.....	45
4.2.1	Base de datos utilizada.....	45
4.2.2	Evaluación económica del almacenamiento de la información....	47
4.3	Desarrollo de aplicación móvil.....	50
4.3.1	Herramientas para el desarrollo de aplicación móvil.....	50
4.3.2	Implementación de geolocalización en aplicación móvil.....	52
4.3.3	Conexión de aplicación móvil con Firebase.....	53
4.4	Desarrollo de página web	55
4.4.1	Herramientas para el desarrollo de página web.....	55
4.4.2	Funciones utilizadas en el desarrollo	56
	CONCLUSIONES.....	59
	RECOMENDACIONES	60
	REFERENCIAS	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Cómo funciona la geolocalización	8
Figura 2	Cómo funciona la Geolocalización GSM.....	9
Figura 3	Trazos del posicionamiento GSM.....	10
Figura 4	Satélites utilizados para el GPS.....	11
Figura 5	Posiciones generadas por el GPS.....	12
Figura 6	Geolocalización por Wifi.....	13
Figura 7	La geocodificación.....	14
Figura 8	Geoetiquetado - Metadatos de una imagen.....	15
Figura 9	Diseño del sistema propuesto	32
Figura 10	Interfaz de inicio de sesión en app móvil	34
Figura 11	Interfaces del usuario visualizador.....	35
Figura 12	Interfaz del conductor, menú desplegable con rutas.....	36
Figura 13	Interfaz principal para inicio de recorrido	37
Figura 14	Interfaces del conductor al compartir recorrido	38
Figura 15	Interfaz de inicio de sesión en página web	39
Figura 16	Interfaz principal de las rutas del sistema	40
Figura 17	Visualizando recorrido activo	41
Figura 18	Interfaz de la administración de usuarios.....	41
Figura 19	Interfaz para el control de rutas completadas	42
Figura 20	Visualizar ubicación de inicio y fin de recorrido.....	43
Figura 21	Visualizar el consumo de operaciones en Firebase.....	44
Figura 22	Interfaz de Cloud Firestore	45
Figura 23	Función Storage en Cloud Firestore	46
Figura 24	Consumo de operaciones en un recorrido	48
Figura 25	Consumo de API de Google	52
Figura 26	Código para activar servicios de ubicación.....	52
Figura 27	Código para leer y actualizar las coordenadas de la ubicación	53
Figura 28	Código de conexión con Firebase.....	54
Figura 29	Código de inicio de sesión en Firebase.....	54
Figura 30	Carga de información de ruta al Firebase Storage en formato Json	54
Figura 31	Código de suscripción a los documentos.....	56
Figura 32	Código de carga de usuarios mediante suscripción.....	57
Figura 33	Función para la creación de nuevas rutas	58
Figura 34	Función para la creación de nuevos usuarios.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Modos de generación de datos de geolocalización	16
Tabla 2 Precios de Firestore por día	47
Tabla 3 Cálculo de operaciones que se realizarían en un día.....	49
Tabla 4 Costos diarios por el uso del sistema	50

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular presenta el desarrollo de un sistema solicitado por la compañía de transporte Chrisdaexpress C.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil, en el cual puedan controlar y monitorear los inicios y fin de recorridos realizados por los transportistas de la compañía, mediante la implementación de geolocalización en tiempo real en una aplicación móvil para el reporte de rutas.

La realización del proyecto surge a partir de la necesidad expuesta por la compañía de facilitar los procesos que tienen actualmente para el control y reporte de las rutas que se realizan diariamente. Para la recopilación de la información, se empleó el método de investigación descriptiva, realizando entrevistas a personal de la compañía. La información que se pudo obtener estuvo orientada a los procesos que se realizan en la actualidad y cómo se podrían mejorar, así como también las expectativas que generaba la implementación de un sistema que facilite el control y reporte de los recorridos.

La implementación del proyecto se dividió en dos desarrollos principales: una aplicación móvil para el reporte y visualización de las rutas, y una página web para el control de estos reportes realizados. En estos dos desarrollos se implementaron tres herramientas o módulos para el correcto funcionamiento y acoplamiento de las mismas: La herramienta del conductor se trata de un acceso mediante la aplicación móvil, que permita iniciar y finalizar las rutas, compartiendo la ubicación en tiempo real. La herramienta del visualizador consiste también en un acceso por la aplicación móvil, donde el usuario pueda visualizar la ubicación en tiempo real que emita el conductor que tiene su ruta vinculada. La última y más completa herramienta es la del administrador, esta se trata de un acceso a una página web local para uso únicamente de personal administrativo de la compañía, donde se podrá visualizar la ubicación de las rutas activas, gestionar los usuarios del sistema, y ver información de las rutas ya finalizadas por los conductores.

Palabras Clave: geolocalización, sistema, aplicación móvil, ruta, página web

ABSTRACT

This curricular integration work presents the development of a system requested by the transport company Chrisdaexpress C.A. located in the city of Guayaquil, in which they can control and monitor the beginning and end of routes made by the company's carriers, through the implementation of real-time geolocation in a mobile application for reporting routes.

The realization of the project arises from the need expressed by the company to facilitate the processes that they currently have for the control and reporting of the routes that are carried out daily. For the collection of information, the descriptive research method was used, conducting interviews with company personnel. The information that could be obtained was oriented to the processes that are currently carried out and how they could be improved, as well as the expectations generated by the implementation of a system that facilitates the control and reporting of the routes.

The implementation of the project was divided into two main developments: a mobile application for the reporting and visualization of the routes, and a web page for the control of these reports made. In these two developments, three tools or modules were implemented for their correct operation and coupling: The driver's tool access through the mobile application, which allows starting and ending the routes, sharing the location in real time. The viewer tool also consists of an access through the mobile application, where the user can view the location in real time issued by the driver whose route is linked. The last and most complete tool is that of the administrator, this is an access to a local web page for use only by the company's administrative personnel, where it will be possible to view the location of the active routes, manage system users, and View information on routes already completed by drivers.

Keywords: geolocation, system, mobile application, route, web page

INTRODUCCIÓN

Hoy en día en la ciudad de Guayaquil, el transporte escolar es un servicio fundamental en el sistema de educación, esto ya que muchas familias no tienen el tiempo o medios para poder transportar día a día a los niños a sus respectivas unidades educativas, por lo que por medio de compañías de transporte escolar contratan un servicio para que sus representados puedan asistir sin novedades a las unidades escolares.

Tanto para el personal administrativo de la compañía como para los padres de familia, es importante tener conocimiento de lo que está sucediendo en cada recorrido realizado por los transportistas, por temas de seguridad y de control, por lo que generalmente recurren a aplicaciones externas para hacer reportes de las rutas que se realizan.

Con estos antecedentes se consideró en conjunto con una de las compañías de transporte escolar de la ciudad de Guayaquil, la implementación de una aplicación móvil, en la cual se podrá realizar en tiempo real el reporte de cada recorrido como la verificación de la geolocalización de cada ruta.

De esta manera se logra optimizar la generación de reportes diarios y el control en el día a día de todos los recorridos realizados, permitiendo establecer una mayor confianza entre la compañía y los representantes que adquieren su servicio, y brindando a los transportistas una aplicación por medio de la cual un solo toque bastara para hacer el respectivo reporte.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Formulación del problema

En la actualidad, existe un riguroso control por parte de las compañías de transporte hacia sus conductores a la hora de realizar las rutas a las instituciones educativas, principalmente por temas de seguridad. Entre las principales medidas que se aplican para este control, es la de que los conductores deben reportar el inicio y fin de cada recorrido. Adicional a esto, se exige que cada transportista debe compartir la ubicación en tiempo real para que pueda ser visualizada durante todo el recorrido por parte de los padres de familia y de los administradores de la compañía.

Si bien todas estas peticiones son cumplidas por parte de los transportistas, se presenta como una complicación, ya que son personas que tienen varios recorridos a realizar uno seguido del otro, y al encontrarse tras un volante, no pueden manipular el celular por largos periodos de tiempo, por lo que deben estacionarse para proceder a reportar por medio de aplicaciones externas (Whatsapp) el inicio o fin de ruta, tanto al grupo de la compañía, como al de los representantes, donde también se debe enviar la ubicación en tiempo real.

Es cierto que por medio de esta aplicación externa se puede realizar estos reportes por medio de los grupos, sin embargo, el tiempo que se debe emplear para poder realizar todo el proceso es excesivo para una persona que no puede manipular su dispositivo móvil en largos periodos. Además, para el personal administrativo de la compañía, también se presenta un inconveniente al querer consultar un registro de actividades de algún transportista en particular en una fecha de meses atrás, ya que debe buscar entre todos los reportes por medio de mensajería, el momento en que dicho conductor notificó su actividad.

Por esto mencionado, se convirtió en una necesidad la creación de un sistema que permita a los transportistas con un solo botón desde su dispositivo móvil, generar todos estos reportes que, aunque son necesarios hoy en día, conllevan mucho tiempo. Permitiendo adicional a los administradores de la compañía, poder disponer de una tabla en la que se pueda consultar todos los recorridos realizados por los

transportistas con sus respectivas horas, facilitando el control y monitoreo de las mismas.

1.2 Justificación e importancia

El desarrollo de este sistema puede ayudar de manera significativa a la agilización de los procesos que lleva hoy en día la compañía Transporte Estudiantil e Institucional Chrisdaexpress C.A. El objetivo de esto es que los conductores y los administradores que trabajan en la compañía, puedan tener más facilidades a la hora de cumplir sus respectivas funciones, permitiendo reportar y realizar los respectivos controles de una manera mucho más accesible. Esto ayudara a que el conductor reduzca de manera significativa el tiempo que le conlleva realizar estos reportes, y adicional, permitiendo que el administrador revise todos estos recorridos de días o semanas anteriores con rapidez. Todo esto, sin influir al acceso que tienen los padres de familia de poder visualizar la ubicación en tiempo real durante los recorridos.

Se busca poder llevar un mejor control y registro de estos datos, permitiendo revisar de manera precisa los reportes realizados día a día, por ejemplo, si se llegase a encontrar alguna novedad en una ruta un mes después de haberla realizado, el administrador con solo filtrar la tabla puede conocer de inmediato si la ruta fue realizada o no, y los tiempos en las que se llevó a cabo.

1.3 Delimitación

El problema se delimita en los siguientes campos:

Campo:	Programación móvil
Área:	Geolocalización
Aspecto:	Agilizar los procesos de reporte y control de los recorridos realizados los transportistas de la compañía de transporte Chrisdaexpress
Tema:	Implementación de geolocalización en tiempo real en app móvil y sistema para el control de recorridos realizados por transportistas escolares de la compañía Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar sistema para el control de inicio y fin de las rutas realizadas por los transportistas, las cuales serán reportadas mediante una aplicación móvil, que permita informar y monitorear en tiempo real el estado de los recorridos.

1.4.2 Objetivos específicos

- 1) Identificar las necesidades de los transportistas y de los directivos de la compañía con respecto al control que se realiza de las rutas
- 2) Implementar módulo de administrador mediante una página web, que permita visualizar la fecha y hora de los inicios y fin de recorrido que reporten los transportistas.
- 3) Desarrollar aplicación móvil de monitoreo, aplicando un sistema de geolocalización que permita a los transportistas reportar el inicio y fin de sus rutas, emitiendo en tiempo real su ubicación.

1.5 Alcance

- El tiempo que llevará el cumplimiento del proyecto será de 16 semanas
- Se recopilará información de los transportistas de la compañía y el personal administrativo
- Se utilizará base de datos almacenada en la nube, para el registro de la información de cada ruta realizada.
- Los gastos de hosting correrán por parte de la compañía.
- Incluirá protocolo de pruebas para validar los resultados obtenidos
- Se deberá entregar a la compañía una aplicación funcional para sus fases de prueba.

- Los datos de los recorridos serán almacenados y se podrán consultar hasta máximo 3 meses después de su registro.

1.6 Limitaciones

- La actualización de tiempo real de la ubicación dependerá del sector y la disponibilidad de señal móvil en el lugar que se estén movilizandando.

- Para asegurar la funcionalidad se asume que el transportista va a disponer de un teléfono inteligente con capacidad de ejecutar la aplicación, así como un plan de datos capaz de mostrar en tiempo real la ubicación.

2 CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Geolocalización

2.1.1 Qué es la Geolocalización

El termino geolocalización hace referencia a una tecnología la cual se encarga de recopilar datos desde el dispositivo electrónico que se esté utilizando, para a partir de ello poder determinar la ubicación física real en la que se encuentra la persona. La geolocalización se basa principalmente en la detección de un objeto en un entorno geo-espacial o virtual. No solo se puede hacer uso mediante dispositivos móviles como celulares, relojes inteligentes, tablets o laptops, sino que se puede aplicar la geolocalización en cualquier dispositivo conectado a internet, como computadoras de escritorio o las televisiones inteligentes. Esta tecnología ha tenido un aumento exponencial en cuanto al uso que se le está dando en el desarrollo de aplicaciones móviles, debido a la alta popularidad y demanda que exige el mercado, ya que es tan precisa que no solo otorga coordenadas, sino que se muestra una dirección en el mapa. (Grupo Evaluando, 2020).

2.1.2 Cómo funciona la geolocalización

En el artículo de Roberto CCU (2016) se explica que la base de la geolocalización se basa en determinar, mediante distintas herramientas, en que zona del planeta te encuentras en ese instante. Principalmente la herramienta más utilizada son los satélites, los cuales se encargan de enviar señales a los artefactos con los que se va a comunicar, y a través de esto poder medir la distancia que existe entre el dispositivo a localizar y el satélite que emite las señales, calculando el tiempo que tarda en recibir las.

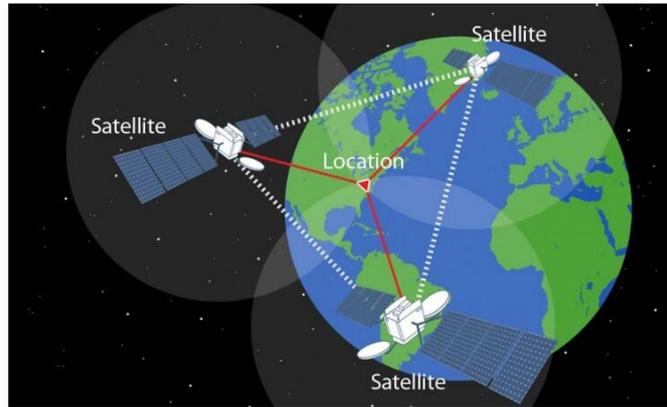


Figura 1 Cómo funciona la geolocalización

(Tomado de “Las mejores aplicaciones para aprovechar la geolocalización”, de Roberto CCU, 2016)

Una forma de geolocalización es la red de satélites GPS, que consiste en medir la distancia que existe entre los satélites y los dispositivos a geolocalizar mediante la trilateración, que permite determinar el lugar preciso de la tierra en la que se encuentre. Este mecanismo normalmente hace uso de tres a cuatro satélites, que estén recibiendo y enviando la señal.

Existen varias formas de geolocalización, algunas muy similares en cuanto al funcionamiento de la red de satélites GPS, una de estas es la geolocalización por medio de conexiones a internet, por ejemplo, redes móviles y Wifi.

En el caso de las redes móviles, se conoce que cuando se establece una conexión a internet desde un dispositivo, este a su vez se está enlazando a varias antenas que permiten tener cobertura, que son las de telecomunicaciones. Estas conexiones entre antenas permiten a su vez poder triangular las distancias en las que se da la señal, y así dar una ubicación aproximada del lugar que se encuentra el dispositivo.

En cambio, cuando se habla de la geolocalización por medio de conexión Wifi, las triangulaciones de las señales se las realiza mediante las direcciones MAC que el dispositivo capta, las cuales tienen un alcance de 500 metros. Estas direcciones, más los datos que son recopilados de la localización de los routers, permiten llegar a la dirección en la que se encuentra el dispositivo.

2.1.3 Tipos de geolocalización

En el artículo de Arimetrics (2020), se explica que la geolocalización se utiliza para determinar la dirección de los usuarios y así poder brindar un mejor servicio en un sitio web o aplicación. Para hacer uso de esta tecnología, indican que se debe conocer los tres tipos de geolocalización que existen:

2.1.3.1 Geolocalización GSM

Esta geolocalización es la que se utiliza para poder rastrear teléfonos móviles. Se da mediante las torres de tecnología móvil. De los tres tipos de geolocalización este es el más impreciso, ya que no permite determinar una ubicación exacta, solo se muestra una zona aproximada.

Cetina (2022), detalla más a profundidad esta tecnología en el artículo “Principios de geolocalización GSM y ¿Cómo funciona?”, donde se explica que para hacer uso de esta geolocalización se necesita de un móvil que disponga de una tarjeta SIM que permita establecer conexión a una torre de los proveedores de servicios celulares, las cuales serán el acceso a la red. La señal que se obtenga en el celular dependerá de la distancia que se encuentre de la torre.

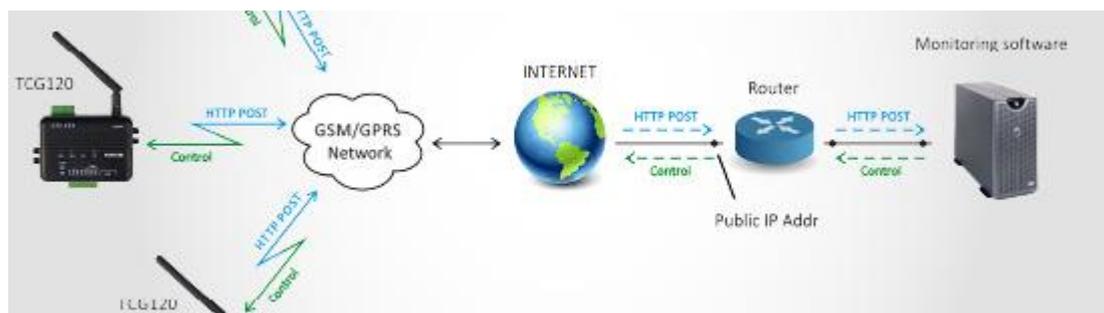


Figura 2 Cómo funciona la Geolocalización GSM

(Tomado de “Principios de geolocalización GSM y ¿Cómo funciona?”, de Cetina, 2022)

Según Cetina: “La señal de una celda rodea sus antenas como una esfera, con la torre en el centro de la esfera. Si considera todas las torres en un mapa, la señal de cada una se representa como un círculo, y cuando está en el radio, cada teléfono móvil se conecta a la torre respectiva. Normalmente, un dispositivo utiliza la celda

más cercana para comunicarse, pero intercambia datos con todas las celdas del rango". (2022).

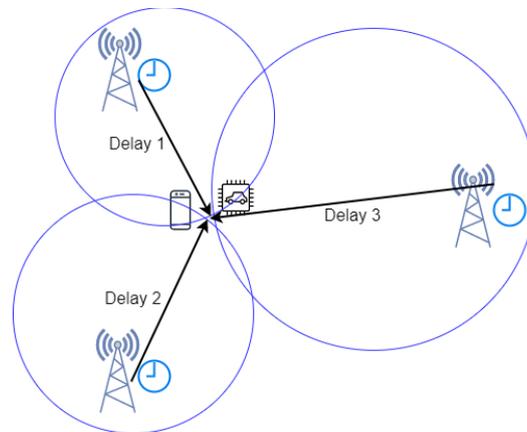


Figura 3 Trazos del posicionamiento GSM

(Tomado de "Localización LBS: Posicionamiento por GSM y WiFi", de Navixy Academy, 2020)

Como se puede observar, si mediante la intensidad de la señal del dispositivo se traza una circunferencia alrededor de las torres, se puede visualizar como estos círculos se interceptan. Esto es a lo que se conoce como la trilateración, la cual es uno de los principios de la geolocalización GSM, en la que se puede determinar la ubicación aproximada del dispositivo que sería donde estos círculos tienen la intersección. Con esta tecnología se puede identificar tanto si el dispositivo está en movimiento o detenido, gracias a que los datos tienen una actualización constante.

Se debe tener en consideración puntos importantes como el de que la ubicación no es una dirección en un mapa precisa, y también que la identificación del sitio depende de factores externos tales como la red del dispositivo y las interferencias que puedan existir dependiendo de la zona en que se encuentre.

2.1.3.2 Geolocalización GPS

La Geolocalización GPS funciona mediante una gran red global de satélites, que, gracias a que estos se encuentran en constante movimiento alrededor del planeta, permiten que se emitan señales en intervalos de tiempo hacia los

dispositivos, los cuales al devolver la señal se define la ubicación real en la que se encuentra.



Figura 4 Satélites utilizados para el GPS

(Tomado de “Wi-Fi Location: Qué es, cómo funciona y para qué sirve este estándar de geoposicionamiento en interiores con Wi-Fi”, De Luz, 2017)

En el artículo “¿Qué significa GPS?” de John Kyes (2020), explica que, el sistema de posicionamiento global (GPS), es una tecnología la cual hace uso de satélites, un receptor y algoritmos que permitan obtener datos de los dispositivos como pueden ser la localización, la velocidad y la hora.

Para que funcione esta tecnología, se captan señales de estos satélites para poder emplear una técnica llamada la trilateración, la cual se utiliza para calcular la velocidad, ubicación y elevación. Para el uso del GPS, se necesita de al menos cuatro satélites, los cuales deben enviar señales para que sean receptadas por los dispositivos en la tierra. Para determinar la ubicación de un dispositivo solo se necesita de tres satélites teóricamente, pero, a menudo esta tecnología hace uso de los cuatro mencionados anteriormente, esto principalmente para confirmar la información recopilada por los demás, aparte, también nos ayuda a calcular la altitud en la que se encuentra el dispositivo.

Cuando se envía una señal desde un satélite, se genera un círculo el cual posee un radio correspondiente a la distancia del dispositivo al satélite. Al introducir un segundo satélite a la operación, se crea un nuevo círculo, donde se generan dos puntos en los que los círculos convergen, no permitiendo definir la ubicación por

completo. Con el tercer satélite en juego, ya se puede identificar la ubicación, ya que se encontraría en la intersección de los círculos.



Figura 5 Posiciones generadas por el GPS

(Tomado de "¿Qué significa GPS?", de Kyes, 2020)

Ahora, como se puede visualizar en la imagen, existen dos puntos en los que los círculos se intersectan, esto se da ya que es un mundo tridimensional, por lo que en realidad lo que cada satélite generaría no sería un círculo, sino una esfera, y la unión de tres esferas generan dos puntos de intersección. Para determinar cuál sería la ubicación, solo basta con elegir la intersección que se encuentre más cercana al planeta tierra.

Estos datos de ubicación se actualizan dependiendo de la frecuencia que se establezca, permitiendo identificar constantemente los datos de un dispositivo para verificar si se encuentra en movimiento. Por cada actualización de datos se generarían nuevas esferas, determinando nuevos puntos de ubicación.

2.1.3.3 Geolocalización WIFI

(De Luz, 2017) detalla que la geolocalización Wifi es una tecnología que permite identificar la ubicación de un dispositivo móvil con mayor precisión en interiores o edificaciones donde el GPS se le complicaba obtener las señales.

Este estándar de geolocalización hace uso de las redes inalámbricas, para poder determinar el tiempo que transcurre desde que se envía un dato, hasta el

dispositivo del usuario. Para el uso de esta, no se utiliza la intensidad de la señal como en las otras tecnologías, sino que se calcula la velocidad de las ondas de radio. Esto nos permite poder establecer medidas de tiempo precisas.

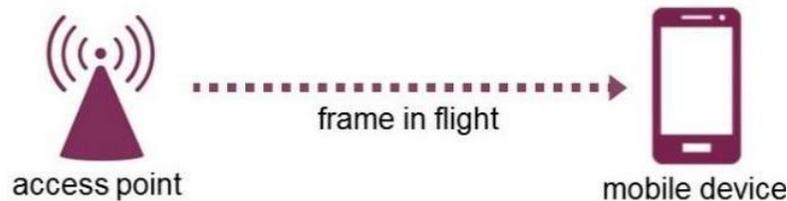


Figura 6 Geolocalización por Wifi

(Tomado de “Wi-Fi Location: Qué es, cómo funciona y para qué sirve este estándar de geoposicionamiento en interiores con Wi-Fi”, De Luz, 2017)

En cuanto el punto de acceso Wifi emite datos hacia el dispositivo, se realizan las mediciones para calcular el tiempo que transcurre, y con ello poder determinar la distancia que existe. Este método permite identificar si un dispositivo está en movimiento ya que incorpora características de mediciones periódicas o en ráfagas, localizando la distancia del dispositivo en cada momento.

2.1.4 Propósitos de la geolocalización

Según (Grupo Evaluando, 2020), la geolocalización trae consigo tres propósitos principales, los cuales son:

2.1.4.1 Georreferenciación o posicionamiento

Este propósito es el que permite identificar, mediante unas coordenadas, la ubicación física de la tierra en la que se encuentra un dispositivo o persona, para con esto poder utilizar esa información en mapas o sistemas. Como ejemplo del caso se puede identificar los localizadores que poseen los vehículos de carga de compañías grandes, los cuales son monitoreados constantemente a partir de las coordenadas enviadas por medio del sistema de posicionamiento global (GPS).

En la publicación de ECDISIS ESTUDIO, se menciona que: “La georreferenciación es un proceso de localización geográfica, dentro de un sistema de coordenadas. En términos más sencillos es ubicar una dirección dentro de un mapa digital, asociando al punto la coordenada y algunos datos sociodemográficos como el estrato, el barrio, la localidad, entre otros”. (2020).

2.1.4.2 Geocodificación

Se utiliza para encontrar información acerca de servicios o artículos en un mapa, por ejemplo, al realizar una búsqueda de lugares de venta de vehículos de gran tamaño.

(Fernández, 2022) explica que la geocodificación se basa en la transformación de la información o datos de una ubicación, en un punto exacto en un mapa. Cada que se realiza la búsqueda de algo, un país, un restaurante, o cualquier dato, en algún mapa, se está desarrollando la geocodificación.

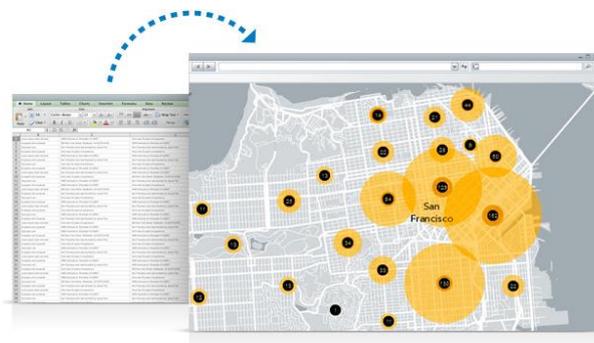


Figura 7 La geocodificación

(Tomado de “Geolocalización”, de Tomado de “Geocodificar direcciones online, algunos recursos”, de Córdoba, 2017)

En esta tecnología es importante que la información de las direcciones o lugares en un mapa estén lo más actualizadas posibles, esto para evitar errores en la precisión de la misma.

2.1.4.3 Geoetiquetado

El geoetiquetado es el que se encarga de insertar cualquier tipo de datos geográficos a un objeto. Esto hace referencia a que se puede insertar información geográfica por medio de los metadatos de un objeto, por ejemplo, una imagen.

Tal como lo explica Grupo Banco Mundial (2013), este proceso busca introducir datos geográficos como coordenadas, en videos, imágenes, SMS, sonidos, páginas web, entre otras. Para hacer uso de esta función, solo se necesita de un dispositivo móvil que esté conectado a la red y que disponga de GPS, para así poder compartir estos archivos multimedia por la red, y que se dispersen.

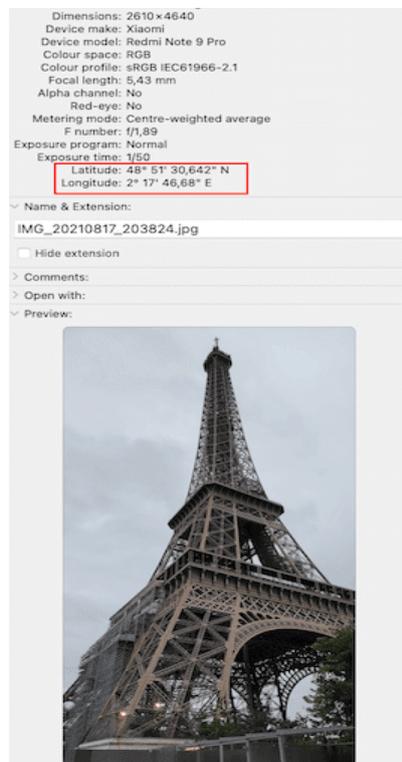


Figura 8 Geoetiquetado - Metadatos de una imagen

(Tomado de “Las fotos geolocalizadas no influyen en el posicionamiento local”, de Ockier, 2021)

2.1.5 Seguridad y privacidad relacionada con la geolocalización

Con la incursión de estas nuevas tecnologías al mercado, y la gran acogida que han demostrado, se evidencian los problemas comunes en cuanto a la información que se maneja, ya que en muchos casos suele ser datos muy sensibles

o personales. Es por esto, que es fundamental que, al hacer uso de estas funciones asociadas a la geolocalización, se tenga un conocimiento de los problemas que pueden surgir y que se deben evitar antes del lanzamiento, especialmente los asociados a la seguridad y privacidad de los usuarios.

Tabla 1 Modos de generación de datos de geolocalización

Modo	Método de recolección	Tecnologías involucradas
Activo: Basado en el dispositivo del usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza el firmware y el software de la computadora o dispositivo inalámbrico del usuario • La ubicación se determina a través del chip del GPS y/o triangulación mediante la información de las torres celulares • Modelo de petición-respuesta 	<ul style="list-style-type: none"> • GPS • GPS asistido (A-GPS) • Wi-Fi - Posicionamiento inalámbrico • 3G/4G • Aplicaciones móviles: iPhone, dispositivos Android, BlackBerry®
Pasivo: Búsqueda de datos basada en servidores	<ul style="list-style-type: none"> • Involucra el uso de proveedores de servicios de geolocalización de terceros, por ej., Quova®, NatGeo, Bering Media • Basado en la dirección IP que no dependen de una ubicación específica adquirida del dispositivo del usuario o de los identificadores del conjunto de servicios (SSID) para redes inalámbricas • La correlación con las bases de datos de IP o SSID obtenidas de los registros de compras, la información suministrada por los usuarios, los análisis de red de las rutas de rastreo y los nombres almacenados del sistema de nombres de dominio (DNS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación IP: búsqueda Whois, DNS LOC, nombres geográficos en el usuario del nombre del dominio o información de aplicaciones, datos de horarios mediante la inferencia de ping basada en los datos de enrutamiento, por ej., monitorización de Traceroute de las redes del proveedor del servicio de Internet (ISP) • 3G/4G • Wi-Fi - Posicionamiento inalámbrico

Tomado de “Qué es la geolocalización y cómo funciona”. (Grupo Evaluando, 2020).

Tal como se observa en la tabla1, Grupo Evaluando (2020), da a conocer que existen dos maneras de obtener la información que se necesita al hacer uso de la geolocalización, las cuales son:

La metodología activa, que se centra principalmente en el dispositivo inteligente que porta la persona, utilizando los recursos que brinda el aparato, tal como el firmware y el software. Para que esta metodología se produzca, también se hace uso de ciertas tecnologías que trae el dispositivo consigo, para obtener los datos, los que pueden ser el GPS, red Wi-fi, red móvil, aplicaciones integradas, entre otros.

La segunda es la metodología pasiva, que se encarga de la búsqueda en tablas o servidores, encontrando las relaciones de los datos. Esta metodología hace uso de distintas tecnologías para obtener la información principalmente de terceros, como por ejemplo servidores de geolocalización, direcciones IP que arrojen las redes inalámbricas, o las relaciones encontradas en las bases de datos de las redes o dominios.

2.2 Usos de la Geolocalización

La información que se obtiene a través de la geolocalización hoy en día tiene varios usos dependiendo del área y el usuario que lo maneje, ya que se puede emplear para entornos tanto profesionales como personales. En los casos de empresas se suele incluir los servicios de la ubicación por medio de la geolocalización con la edición de los contenidos almacenados, las restricciones y el posicionamiento de acuerdo a la ubicación, prevención y análisis de datos.

2.2.1 Usos comerciales de la geolocalización

El uso de esta tecnología en la actualidad se ha convertido en algo primordial tanto para las empresas o los desarrolladores independientes, ya que la mayoría de aplicaciones la tienen integrada, permitiendo abrir nuevas opciones para la recopilación de datos y la generación de información.

Dore Eder (2021), detalla que existen varios usos, principalmente comerciales, que tiene esta tecnología, entre los que se puede encontrar los siguientes:

2.2.1.1 Transporte

El transporte se ha convertido en uno de los usos con mayor popularidad que tiene la geolocalización, esto gracias a la creación de los servicios de transporte por medio de aplicaciones móviles que basan todo su modelo de negocios en esta tecnología. Estas aplicaciones permiten registrar la ubicación geográfica del dispositivo móvil del usuario, para con esto poder brindar la gama de servicios que poseen.

Las aplicaciones de servicio de transportes utilizan diversas herramientas de la geolocalización que permiten poder obtener mucha información que beneficia al servicio, por ejemplo, al solicitar un medio de transporte en la ciudad que se encuentre el usuario, la aplicación obtiene datos no solo de la ubicación geográfica que envíe el dispositivo, sino que a su vez, considera información de otros autos que se encuentren en la zona y la ubicación establecida como punto de llegada, para a partir de todos estos datos, poder brindar al usuario el costo que va a tener el transporte, el tiempo que transcurrirá para llegar al destino y la distancia a la que se encuentre, permitiendo tener toda la información relevante antes de iniciar el recorrido, para que, una vez esté en marcha, el usuario pueda ir visualizando que el conductor se encuentre en ruta en todo momento, mediante la ubicación en tiempo real que permite la geolocalización.

2.2.1.2 E-commerce

La geolocalización también se encuentra en los servicios de e-commerce o comercios electrónicos, ya que es una base en el modelo de negocios que maneja. El uso de esta tecnología representa una gran ayuda en cuanto al dinamismo y a la seguridad que debe tener tanto el comercio como el usuario final.

Es fundamental para estos negocios el poder representar en un mapa la dirección exacta en la que debe ser entregado el producto, para con esto poder detectar posibles casos de estafas, compras invalidas, direcciones que no existen realmente o que representan una zona de alto peligro, reduciendo el nivel de pérdidas del negocio. Otro factor fundamental del uso de la geolocalización y el poder obtener

la ubicación del cliente, es poder calcular el costo que va a tener el transporte del producto.

2.2.1.3 Delivery

La geolocalización es una tecnología que ha impactado directamente en el crecimiento de ciertos servicios, entre ellos se puede encontrar la entrega a domicilio, principalmente de comida o productos.

Anteriormente los restaurantes receptaban los pedidos a domicilio por medio de llamadas, en las cuales el cliente indicaba la dirección relativa del lugar de entrega de la comida, siendo un destino incierto para las personas encargadas de la movilización del producto. En la actualidad, gracias a la llegada de esta tecnología, los restaurantes tienen implementados en sus propias aplicaciones la geolocalización para el servicio de delivery, donde permiten al usuario poder consultar de acuerdo a las sucursales más cercanas a su domicilio, la disponibilidad de la comida a elegir, el tiempo que tardara en llegar, el valor que tendrá el servicio y, en ciertos casos, la posibilidad de monitorear en tiempo real el recorrido que realiza la persona a cargo de la entrega.

Esto mencionado se ha convertido en algo indispensable para los grandes restaurantes, ya que permiten mayor seguridad para sus trabajadores a la hora de realizar alguna entrega, además de agilizar los tiempos y la producción.

2.2.1.4 Redes sociales

Las redes sociales en la actualidad también cuentan con esta tecnología, permitiendo a sus usuarios poder ingresar la ubicación en la que se encuentran a la hora de publicar algún video o imagen. Estas funciones se conocen como técnicas de Geomarketing, las cuales se han popularizado, siendo implementadas por la mayoría de empresas para poder hacer crecer sus negocios.

Ejemplos claros de este punto pueden ser Instagram o Facebook, las cuales solicitan el permiso de ubicación del dispositivo para luego permitir publicar la localización desde la que se encuentra la persona.

2.2.1.5 Marketing Digital

Otra de las áreas en las que más es utilizada la geolocalización en la actualidad es en el marketing digital, muchas empresas hoy en día recopilan esta información de los teléfonos móviles de los usuarios, para así, poder obtener y depurar información importante acerca de los consumos y las preferencias de las personas, lo que permite poder determinar un público objetivo al que apuntar.

En este caso, como en el de las redes sociales, los estudios de Geomarketing son fundamentales para poder extraer datos que anteriormente eran difíciles de obtener, como por ejemplo los lugares más concurridos por cierto tipo de personas, las cosas que más buscan, donde viven, recorridos que realizan a diario, y demás información que permiten poder dirigir de mejor manera la publicidad, enfocar óptimamente el alcance del producto, y disminuir en gran magnitud los recursos para la obtención de nuevos usuarios.

2.2.1.6 Ventas

La geolocalización es altamente utilizada por las empresas a la hora de establecer las ventas de un producto. Esto ya que, por medio de esta tecnología, se pueden realizar varios estudios de mercado para evaluar las posibilidades de ganancias, y a su vez, las posibilidades de pérdida de acuerdo a los datos de los clientes.

Por ejemplo, es de gran ayuda a la hora de establecer rutas de visitas de entrega de productos para reducir el recorrido de los transportistas, y con esto, reducción de recursos. También permite identificar el potencial que puede llegar a tener una zona o sector para captar el servicio o producto que ofrezcas, permitiéndote definir a su vez, que lugares serían los idóneos para abrir un negocio o sucursal, y que vaya a tener acogida por el público.

2.2.2 Aplicaciones que hacen uso de geolocalización

Por la gran popularidad y acogida que ha tenido la geolocalización en los últimos años, en el ambiente en línea todos los medios sociales hacen uso de esta

tecnología, ya que se considera que es una herramienta estratégica fundamental en el crecimiento de un negocio. Las empresas, más a menudo emplean la geolocalización en sus procesos internos, los que pueden ir desde la planificación o visualización del producto hasta la propia distribución del mismo, con el marketing y el estudio de mercado que conlleva. (López, 2016).

Roberto CCU (2016), en su artículo “Las mejores aplicaciones para aprovechar la geolocalización”, da a conocer algunas de las aplicaciones que en la actualidad hacen uso de la geolocalización, y, que obtienen buenos resultados, las mismas que se detallan a continuación:

2.2.2.1 Waze

Waze es una aplicación que su fuerte principal son las ubicaciones, esta aplicación la cual fue comprada por Google en su momento, utiliza el GPS y las ubicaciones en un mapa como un espacio social, el cual aprende de acuerdo al uso que se le da, como por ejemplo las rutas que más se transitan, permitiendo a su vez mostrar datos como los restaurantes o gasolineras más cercanas.

Esta aplicación lleva el sentido de la ubicación más allá, muestra el tráfico que se puede encontrar en la ruta que se vaya a circular, y además permite colocar comentarios de ciertas ubicaciones para que otros usuarios las puedan visualizar. Otra función es la de compartir la ubicación del usuario, para que otras personas puedan conocer el punto geográfico en el que se encuentra.

2.2.2.2 Wave

Wave es una aplicación con una funcionalidad similar a la de Waze, pero enfocada a un propósito distinto. Si bien Waze permite enviar ubicaciones, su fuerte principal es el de trazar rutas y elegir los mejores caminos para la navegación. Wave en cambio, su objetivo principal es la de la comunicación o socialización con amigos. Es una aplicación para compartir la ubicación con personas conocidas, para poder visualizar en tiempo real en que parte del planeta se encuentran.

Entre las funciones principales que tiene esta aplicación es la de organizar reuniones estableciendo un punto de destino, que se podrá enviar a los amigos para

la fecha establecida de la reunión, y así poder ir monitoreando en el mapa si estas personas ya se encuentran en camino, cuanto tardaran en llegar o si ha ocurrido algún percance.

2.2.2.3 Life360

Life360 basa su propósito en la comunicación constante con la familia o los amigos, creando un hábito de socialización y seguridad en el día a día. Esta aplicación permite la creación de grupos de personas, las cuales el usuario las elige, en el que se compartirá en todo momento la ubicación en tiempo real, permitiendo monitorear cualquier novedad en un recorrido o en el simple transcurso del día. También es posible enviar avisos a las personas que forman parte del grupo de haber llegado a algún lugar, o poder establecer conversaciones como si de una aplicación de mensajería se tratase.

2.2.2.4 Wallapop

Wallapop es una aplicación la cual permite la compra y venta de productos usados, en la cual las personas ingresan y pueden visualizar o buscar productos de su interés. En este caso, se muestra un enfoque distinto del uso de la geolocalización, ya que en los ejemplos anteriores esta tecnología era la base fundamental de la vida útil de esas aplicaciones, en este caso es distinto, ya que se la utiliza principalmente como una herramienta de marketing, para poder llegar y elegir de mejor manera el público objetivo de cada producto.

Esto se realiza gracias a que se obtiene la ubicación del dispositivo móvil del que acceden los usuarios, y se muestra en las primeras posiciones productos que se encuentren en su región o zona, para así facilitar las negociaciones y que se incremente el uso de su aplicación.

2.2.3 Beneficios de la geolocalización para los negocios

Grupo Evaluando (2020), explica que en la actualidad, la geolocalización está siendo utilizada por todo tipo de empresas, ya que los beneficios que esta puede llegar a aportar son inmensos. Al implementar esta tecnología en las aplicaciones de los negocios, aumentan los resultados al poder llegar de mejor manera al cliente final.

Los beneficios para estas empresas pueden ir desde las mejoras en la publicidad, de acuerdo al sector demográfico en el que se encuentren cierto tipo de personas y lo que atrae en ese sector, o hasta el punto de poder comprender de mejor manera las necesidades que puede llegar a tener el cliente con el servicio o producto ofrecido.

Otro de los puntos en los que las empresas pueden ver ventajas, es en la movilización de los productos o las rutas de entrega que tienen los camiones, ya que con estudios del recorrido que realizan se pueden trazar mejores rutas y disminuir gastos en combustible y planificación.

La geolocalización también permite personalizar el contenido a mostrar según el sector que se encuentre el usuario, mostrando principalmente lo que más ha tenido acogida en la zona. Estos datos de acuerdo al interés de los usuarios se pueden obtener también de las actividades del comercio que se encuentra en internet.

2.3 Implementación de la Geolocalización en aplicaciones móviles

2.3.1 Qué se necesita

Dore (2020), en el artículo “Entiende cómo desarrollar una app con geolocalización”, comenta que al momento de implementar una aplicación la cual utilice la geolocalización, se necesitará de una interfaz para la implementación de las API que contengan el mapa, para esto se puede utilizar la plataforma más conocida el mundo, la cual es Google Maps Platform. Google, por medio de las API y los SDK que comparten, da acceso a poder implementar en las aplicaciones recursos vinculados a sus servicios como lo son los mapas, la geolocalización, entre otros.

Como se mencionó, parte fundamental de la implementación de la geolocalización en aplicaciones móviles, es la utilización de API y SDK que se puedan encontrar.

En el caso de los SDK, se puede encontrar que existen tanto para Android como para IOS, en este caso los de Places que son los que se necesitarían, esto ayuda a poder identificar y localizar los sitios que se encuentran relativamente cerca del dispositivo que se está utilizando.

Por otra parte, la API, la cual es la interfaz de programación de aplicaciones, es una función agregada a la aplicación que permite implementar características ya desarrolladas. Por ejemplo, una API Geolocation ayudaría a la aplicación a poder determinar, tanto por medio de señales de GPS, GSM, o Wifi, la ubicación en la que se encuentra el dispositivo en ese momento, y poderla mostrar en un mapa.

2.3.2 Incluir Geolocalización en aplicaciones Flutter

Flutter es un framework que funciona a través del lenguaje de programación Dart, el cual se ha convertido en un gran competidor a la hora de escoger un framework para desarrollar aplicaciones móviles. Este framework pertenece a Google, y es altamente popular en la actualidad ya que permite desarrollar aplicaciones de forma ágil y sencilla, además consiguiendo que sean multiplataforma con un rendimiento nativo.

En el caso de las aplicaciones con geolocalización, Flutter incorpora funcionalidades para poder configurar y utilizar el servicio de ubicación que traen todos los dispositivos móviles, tanto Android como IOS, por defecto. (3AndroidesTechnology S.L.U, 2017).

2.3.2.1 Flutter GPS location

En el artículo “Flutter y GPS: ¿Cómo se activa?” (2017), se detalla que para el correcto funcionamiento del GPS en Flutter, es fundamental que se incorpore en el lenguaje Dart el paquete Flutter GPS location.

Este paquete consiste en un plugin que trae incorporado el framework Flutter, para que, tanto en sistemas IOS y Android, se pueda acceder de manera fácil a los servicios de ubicación que traen incorporados los dispositivos.

Al implementar este paquete, se adquieren distintas funcionalidades del GPS para poder complementarlas con la aplicación.

En primer lugar, esto permitiría determinar la última ubicación que haya sido capturada del dispositivo, así como también consultar la ubicación en la que se encuentra en ese instante, e ir la actualizando periódicamente para conocer si se encuentra en movimiento.

Otras de las funciones básicas de este paquete es la de validar si la aplicación ya cuenta con los permisos de ubicación, y de no ser el caso, solicita la habilitación.

Al obtener la ubicación del dispositivo, también se permitiría calcular la distancia y ruta entre dos coordenadas establecidas por el usuario.

Existen muchos métodos que brinda Flutter mediante este paquete, para poder gestionar y utilizar todo lo vinculado con la geolocalización en un dispositivo móvil, es por esto que este framework es uno de los mejores para el desarrollo en la actualidad.

3 CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

La realización de este proyecto se llevará a cabo a partir del tipo de investigación descriptiva.

La investigación descriptiva es un proceso que permite preparar el terreno para una investigación, ya que es la base para poder aclarar, ordenar, clasificar y acotar la información que haya sido obtenida del fenómeno que está siendo estudiado, la cual puede ser muy extensa. Esto permite describir el fenómeno de una manera más compacta y precisa. (Arandes & Antonio, 2013).

Este tipo de investigación descriptiva es de gran ayuda a la hora de querer mostrar con mayor precisión todas las posibilidades de un fenómeno, situación o contexto. El investigador es el principal responsable de determinar sobre quienes se procederá a realizar la recolección de información, y así también, que tipo de información va a ser medida.

Por ejemplo, si se va a recolectar datos acerca de materiales pétreos, es importante definir sobre cuales va a ser fundamentada la investigación. O, si se va a iniciar una investigación acerca de algún dato de las escuelas, se debe establecer qué tipo de escuelas entrarían en la investigación, ya que pueden existir públicas, privadas, religiosas, entre otras. (Nieto, 2018).

3.2 Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la investigación se obtendrá información a través de entrevistas, las cuales serán realizadas a personas que pertenezcan o realicen funciones tanto administrativas, como de transportistas, en la compañía de transporte Chrisdaexpress C.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil. A estas personas se les consultará acerca de los procesos que realizan en el día a día para poder desarrollar

sus respectivas funciones, en cuanto a la consulta y reporte de inicio y fin de recorridos, y las complicaciones que estos procesos pueden llegar a traer consigo.

Estas consultas se realizarán con la finalidad de poder determinar las principales dificultades que se presentan para los transportistas y el personal administrativo en cuanto al proceso de reporte de rutas, para así, poder extraer los requerimientos funcionales y no funcionales que tendrá que tener el sistema. Con esta información se podrá tener una visión más objetiva de las falencias con las que cuenta el proceso que se realiza actualmente, y las facilidades que traerá el sistema al momento de que el personal haga uso en sus actividades laborales.

3.3 Técnicas e instrumentos para obtención de información

Para el levantamiento de información del presente proyecto, la técnica o herramienta elegida es la entrevista. Esta técnica se utilizará con un sistema semiestructurado, lo que implica que se tendrán temas centrales por los que se guiará la conversación, que son tres, pero no se establecen preguntas definitivas. Cada tema tendrá sus propios subtemas los cuales van a ser tratados en la entrevista para poder recabar la información que se necesita.

Los temas centrales y subtemas elegidos para la entrevista, se espera que sean capaces de obtener respuestas abiertas y diversas, ya que, al realizar la entrevista de manera individual a las personas de la compañía, se recopilarán diferentes puntos de vista que permitan tener una visión más amplia de los procesos que se necesita mejorar, y lo que se espera obtener con el proyecto.

Tal como se indicó en la sección 3.2, la entrevista se la va a realizar a personal administrativo y a transportistas de la compañía de transporte Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil. El personal seleccionado para este proceso es el siguiente:

Sheyla Dayanne Arévalo Castillo	Coordinadora Administrativa
Luis Alberto Andrade Mantilla	Transportista
Christian Andrés Guedes León	Transportista

Entrevista para la creación del sistema de control y reporte de rutas realizadas por los transportistas.

Temas:

1. Forma de trabajo actual al consultar o reportar los recorridos

- ¿Cómo se realiza actualmente la consulta y el reporte de los recorridos realizados?
- Accesibilidad que se tiene en la actualidad para revisar esta información.
- Tiempo que conlleva el realizar una consulta o un reporte de un recorrido.
- Medios por el que se realiza la gestión

2. Requerimientos funcionales del sistema. Expectativas que genera el sistema.

- ¿Qué expectativa tendría de una herramienta que te permita reportar de manera ágil los recorridos realizados por medio del celular, en una aplicación móvil con GPS?
- ¿Qué información acerca de los recorridos esperaría que se muestre en el módulo de administrador?
- En el módulo visualizador, ¿A qué funciones esperaría que este usuario tenga acceso una vez ingrese al sistema?

3. Requerimientos no funcionales.

- Con respecto al módulo de administración del sistema, ¿Cómo se espera que sea el acceso, web o móvil?
- Con respecto al módulo de administración del sistema, ¿El acceso al sistema debe estar público o en un servidor local?
- Consideraciones sobre la gestión de cuentas de usuarios
- Consideraciones sobre la visualización y edición de reportes

3.4 Análisis de resultados

Las entrevistas realizadas a un personal administrativo y a dos conductores de la compañía de transporte Chrisdaexpress C.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil, permitirán la extracción de información para identificar los requerimientos del sistema.

El análisis de los resultados obtenidos será dividido de acuerdo a las categorías principales establecidos en el formato de entrevista.

3.4.1 Forma de trabajo actual al consultar o reportar los recorridos

De parte del administrador, se pudo identificar que existe una dificultad para realizar las consultas de los recorridos, principalmente en rutas reportadas de semanas o días atrás. El administrador supo indicar que, en la actualidad, los conductores realizan los reportes de inicio y fin de recorridos a través de aplicaciones externas a la compañía, en este caso WhatsApp, y que por este medio envían mensajes de texto a un grupo creado con todos los transportistas. Cuando se presenta alguna novedad o existe una inconsistencia con recorridos de semanas atrás, el personal debe movilizarse en el grupo hasta el día de la novedad, e ir revisando entre toda la mensajería hasta hallar el mensaje del reporte de ese conductor, proceso que conlleva mucho tiempo.

Los conductores manifestaron que actualmente el proceso que realizan para poder reportar estos recorridos es tedioso, principalmente ya que son personas que, al encontrarse tras un volante, y que poseen varios recorridos u nos seguidos de otros, no disponen de tiempo excesivo para estacionarse y proceder con los reportes. Según indicaron, los transportistas deben realizar dos reportes por cada inicio, y dos reportes por cada finalización de recorrido. El primer reporte se realiza al grupo donde se encuentran los administradores de la compañía, para que puedan llevar el control de los tiempos, y el segundo reporte, se realiza a un grupo que deben tener con los padres de familia de los estudiantes, donde adicional de indicar el inicio y el fin de la ruta, deben compartir la ubicación en tiempo real mientras el recorrido se esté realizando.

3.4.2 Requerimientos funcionales del sistema. Expectativas que genera el sistema.

Previo a realizar las preguntas de esta sección, se les planteó de manera muy general la creación de un sistema que permita realizar el reporte y consulta de recorridos, dividido en tres herramientas o módulos, la primera una herramienta administrativa para la gestión del sistema, otra herramienta la cual sea netamente del conductor para el reporte de recorridos, y una última herramienta de visualizador de recorridos.

Todas las personas entrevistadas transmitieron una primera impresión positiva acerca de la creación de un sistema que les permita consultar y reportar los recorridos de manera más ágil, indicando tener muchas expectativas con el proyecto, principalmente en cuanto a la practicidad que esto traería en los procesos del día a día.

El personal administrativo indicó que lo primordial que se esperaría de este sistema es que la información que se muestre sea veraz, es decir, las horas de los reportes, y la ubicación que se emita, tenga una buena precisión. Supo indicar que en la herramienta del administrador se esperaría poder visualizar el conductor que inicia la ruta, la fecha, y la hora en la que se inicia y finaliza ese recorrido, además de los usuarios que se encuentran creados y a que ruta pertenecen. También se esperaría que la consulta de los recorridos realizados anteriormente sea mucho más fácil y accesible. En la herramienta de visualizador se esperaría que únicamente pueda verificar la ubicación de la ruta que se encuentre activa en ese momento para ese usuario.

Los conductores manifestaron que lo principal que se esperaría del sistema es que se disminuyan los procesos que realizan, es decir, que no tengan que realizar dos reportes, por ejemplo, o como uno de ellos textualmente indicó: "Que con un botón se pueda realizar todo". No esperan visualizar más información que los recorridos que ellos realizan, y que se pueda iniciar y finalizar los recorridos. Adicional indicaron que se necesita de un apartado o sección para que antes de finalizar el recorrido se pueda escribir si hubo alguna novedad en esa ruta, ya que muchas veces en sus reportes colocan alguna situación inusual, principalmente por si en el futuro existe algún reclamo de esa fecha, puedan recordar lo sucedido.

3.4.3 Requerimientos no funcionales.

Tanto el personal administrativo como los conductores expresaron su necesidad de que el sistema sea práctico y sencillo, principalmente ya que muchas personas que harían uso del mismo podrían no estar familiarizados con la tecnología.

Se pudo considerar que el acceso tanto del conductor como del visualizador debía ser por medio de aplicación móvil, ya que es necesario poder ingresar desde cualquier parte. Por otro lado, el administrador supo indicar que un ambiente web sería mucho más favorable para el módulo de administrador, esto debido a que se pueda visualizar de mejor manera la información mediante un computador, y que al momento de realizar búsquedas se pueda tener en mejor formato los datos a consultar. Además, manifestó que, por temas de seguridad, de preferencia el sitio web se encuentre de manera local en el computador que poseen en el área, ya que no sería favorable que alguno de los administradores pueda ver dicha información en cualquier momento, por el contrario, que, si algún reporte es necesario, se consulte en horario laboral dentro de oficina.

El administrador supo indicar que, de preferencia, se necesitaría tener todo el control sobre los usuarios que se crean. Es decir, que únicamente se puedan crear, eliminar, o editar usuarios desde el módulo de administrador, para así no permitir el acceso a terceros. De la misma manera, el administrador sería el que asigne a un usuario el rol y la ruta establecida.

En la sección de consultar los reportes realizados por los transportistas, indicaron que se necesitaría que únicamente se muestre la información del recorrido, es decir, que no permita editar ni eliminar esta información, principalmente queriendo evitar el pensamiento de que algún administrador modifica lo reportado por los transportistas.

3.4.4 Diseño de la solución

El análisis de lo obtenido en las entrevistas deja un resultado favorable en cuanto a la información que se pudo obtener y que será fundamental para el desarrollo del sistema. Tanto los conductores como el personal administrativo de la compañía de transporte Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil, se muestran

inconformes con la gestión que se tiene actualmente con los reportes de las rutas, ya que son procesos tediosos y con tiempos altos.

Se percibió una expectativa y aceptación alta del sistema planteado, ya que se espera que esto les permita agilizar los procesos y llevar un mejor control de los mismos.

De acuerdo a lo recopilado se define que será necesario el desarrollo de tres módulos, dos de ellos mediante aplicación móvil, y uno mediante página web. La información almacenada como los datos de los recorridos o los usuarios solo serán gestionados por el administrador. Adicional de acuerdo a lo indicado por los transportistas, se necesitaría adicional al reporte una sección de observaciones donde se pueda colocar alguna novedad presentada durante el recorrido. (Ver figura 9).

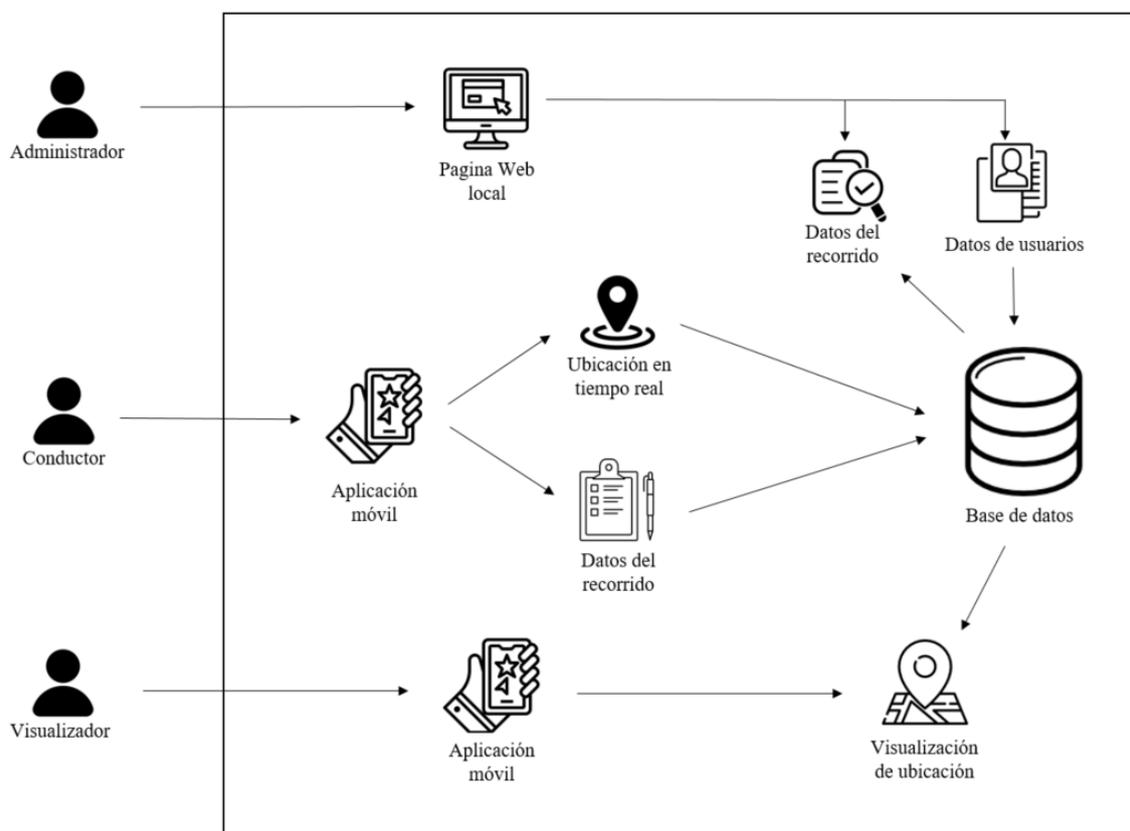


Figura 9 Diseño del sistema propuesto

4 CAPITULO IV

PROPUESTA TECNOLÓGICA

En este capítulo se detallará lo utilizado y el proceso para la implementación de la propuesta tecnológica, la cual es el sistema de geolocalización en tiempo real para la aplicación móvil, y la página web para la gestión de los recorridos, tal como se pudo presentar en el diseño elaborado en el análisis de resultados del capítulo anterior.

4.1 Funcionamiento de la solución tecnológica

La solución tecnológica propuesta se basa en un sistema dividido en tres módulos, los cuales van a satisfacer los tres roles o funcionalidades que se necesitan, para que cumpla con los lineamientos que solicitó la compañía de transporte.

Estos tres módulos serán:

4.1.1 Herramienta de visualizador de recorridos

La herramienta del visualizador será una aplicación móvil, en la cual la persona deberá ingresar con usuario y clave que serán proporcionados por el administrador.

Este usuario será proporcionado para que los padres de familia puedan ingresar a visualizar el recorrido, así como también el administrador podría ingresar.

Se tratará de un único usuario creado para visualizar dicha ruta, e ingresaran a él todos a los que se les haya emitido las credenciales.

Para el inicio de sesión se mostrará una interfaz donde se da la bienvenida al usuario y se puede visualizar el logo de la compañía de transporte Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil, en la parte inferior se solicitará el correo y la contraseña pertenecientes al usuario, y un botón para iniciar sesión al sistema, tal como se muestra en la siguiente figura:



Figura 10 Interfaz de inicio de sesión en app móvil

Esta pantalla de inicio de sesión será la misma tanto para la herramienta del conductor como para la herramienta del visualizador, ya que, las funciones o interfaz cambiará una vez dentro del usuario, donde se mostrarán los datos de acuerdo al tipo de usuario que ingrese.

En este caso del visualizador, cuando ingrese al sistema, podrá visualizar únicamente el estado de la ruta que tiene vinculada a su usuario, es decir, cuando la ruta no esté activa o iniciada, lo que se le mostrará en la pantalla es un mensaje indicando que el recorrido fue completado con éxito, y se indicara la fecha y hora en la que se finalizó, esto para que el usuario pueda saber cuándo fue la última vez que se realizó este recorrido. Por otro lado, si el recorrido está activo, o se activa en ese instante, automáticamente al visualizador le aparecerá el mapa donde podrá visualizar la ubicación en tiempo real que estaría compartiendo el conductor. Y de la

misma manera, una vez el conductor finalice la ruta, se mostrará nuevamente la pantalla de recorrido finalizado.

El usuario visualizador, una vez dentro del sistema, solo tendrá dos interfaces, esto ya que como se indicó por parte de la administración, no se desea que este usuario pueda visualizar más información. En la parte superior derecha refleja el botón de cierre de sesión. A continuación, se mostrarán estas dos interfaces indicadas:

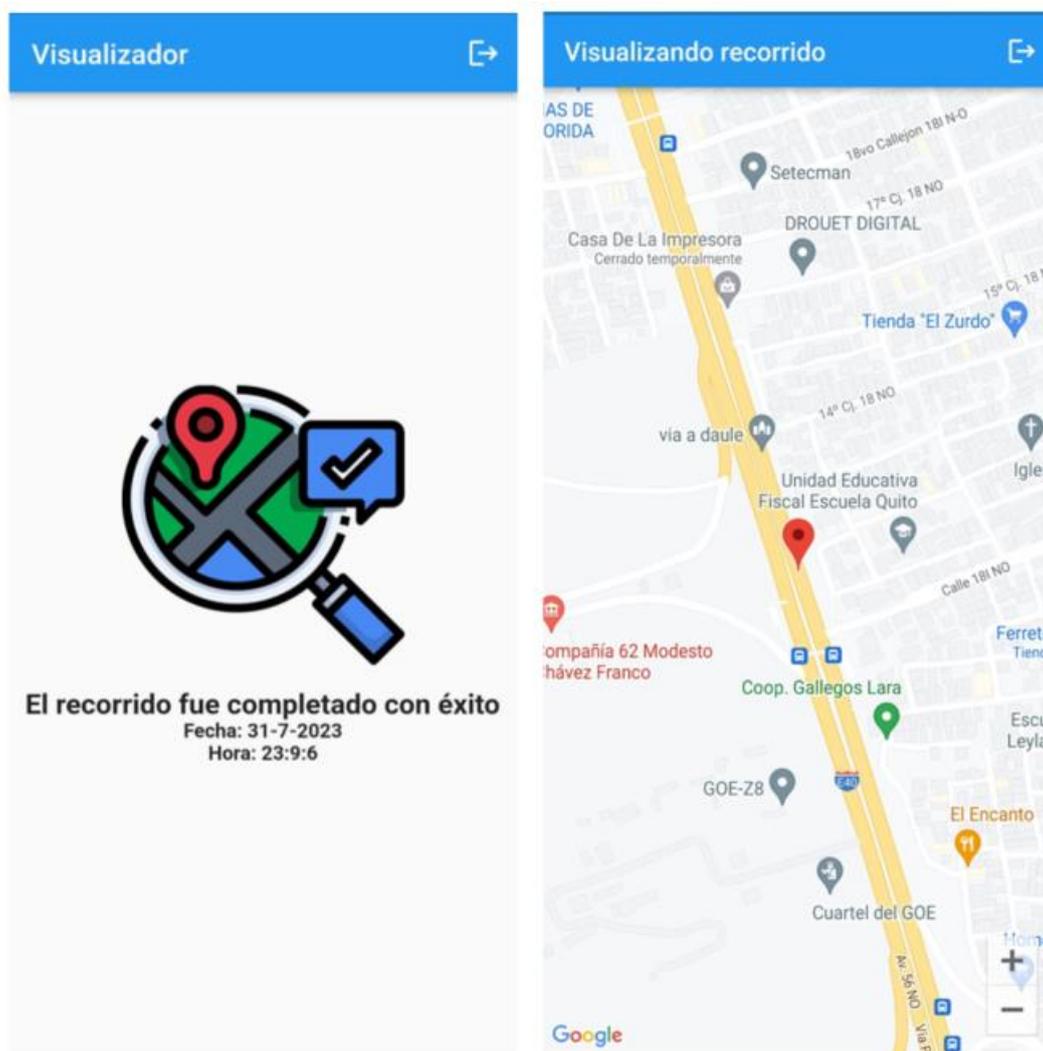


Figura 11 Interfaces del usuario visualizador

4.1.2 Herramienta del conductor para el reporte de recorridos

La herramienta del conductor será una aplicación móvil tanto para Android como para IOS, en la cual el transportista deberá ingresar con usuario y clave que serán proporcionados por el administrador. Una vez ingrese al sistema, el conductor podrá visualizar un botón para compartir ubicación, y en la parte superior izquierda un menú desplegable donde se van a mostrar ciertas opciones funcionales de la app, como se puede ver a continuación:

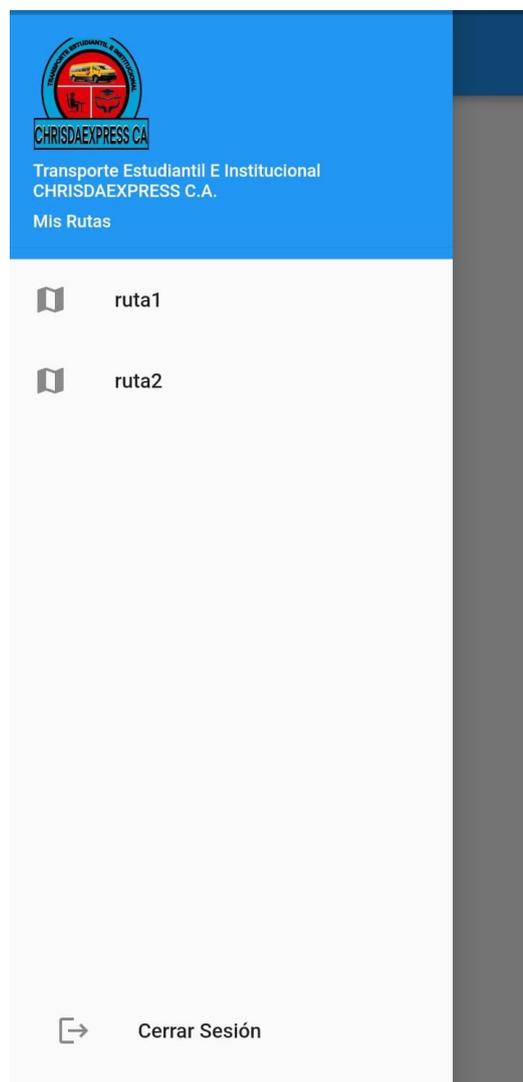


Figura 12 Interfaz del conductor, menú desplegable con rutas

El conductor visualizará en la parte superior el logo y nombre de la compañía, en la parte inferior un botón para poder cerrar sesión, y también todas las rutas que tiene asignadas a su usuario, las cuales el podrá reportar. El transportista deberá seleccionar la ruta que va a reportar en ese momento, con lo que se cerrará el menú desplegable y se mostrará la siguiente pantalla:

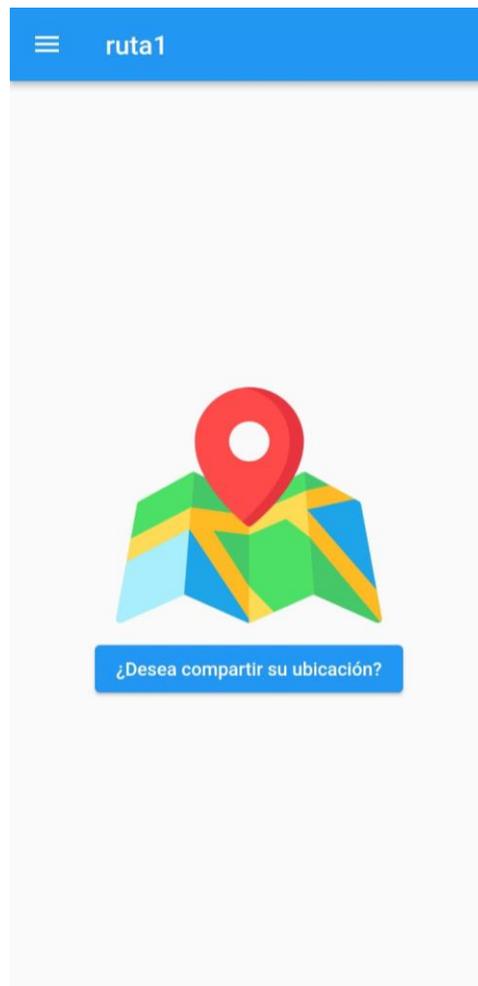


Figura 13 Interfaz principal para inicio de recorrido

Esta sería la pantalla principal de la app, una vez ya escogida la ruta que desea compartir o reportar, se mostrará en la parte superior el ID o el nombre de la ruta que ha sido escogida, y en el centro un botón que indica “¿Desea compartir su ubicación?”, al presionar el botón la aplicación validará si se encuentra encendido el servicio de ubicación del celular, en caso de estar apagado se muestra un botón para activarlo, y una vez activo se empezará la ruta, y la ubicación en tiempo real se estaría compartiendo.

En esta nueva interfaz se puede visualizar el nombre de la ruta iniciada y también se mostrará el mapa con la ubicación que está siendo compartida. En la parte inferior se mostrará un campo para agregar observaciones el cual fue solicitado por los transportistas, y a un costado el botón para finalizar la ruta. Cuando el conductor presione el botón se realizará la pregunta si está seguro de finalizar el recorrido, en caso de confirmarlo, se dará por terminado el recorrido, y se mostrará la pantalla principal con el mensaje de recorrido finalizado con éxito.

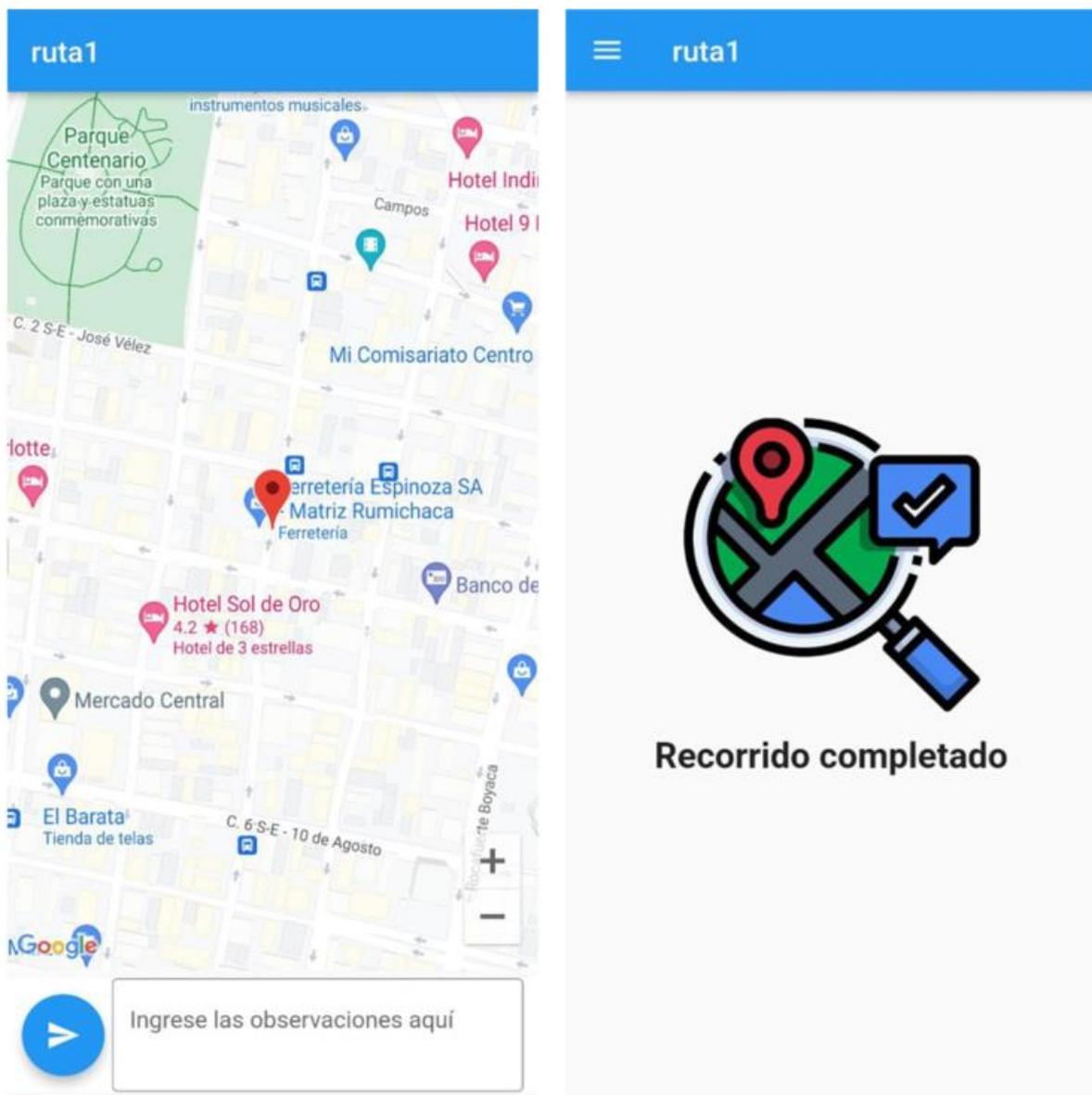


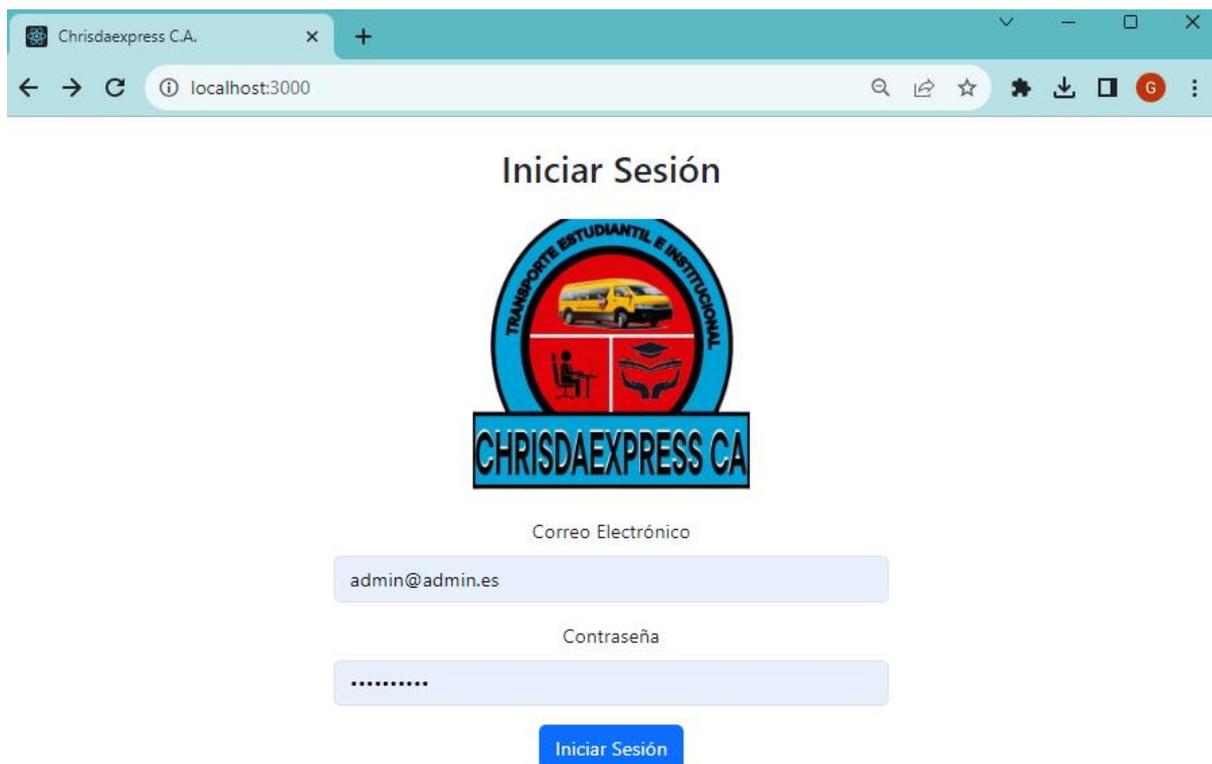
Figura 14 Interfaces del conductor al compartir recorrido

4.1.3 Herramienta administrativa para la gestión del sistema

La herramienta administrativa será una página web local, donde solo el administrador pueda ingresar con un usuario y clave establecido. Se configurará en el escritorio del equipo del administrador un archivo .bat para ejecutar la página web y que se abra automáticamente en el navegador.

Se tratará de un único usuario creado para administrar el sistema, y para poder modificarlo se deberá realizar desde la base.

Para el inicio de sesión se mostrará una interfaz donde se da la bienvenida al usuario y se puede visualizar el logo de la compañía de transporte Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil, en la parte inferior se solicitará el correo y la contraseña pertenecientes al usuario, y un botón para iniciar sesión al sistema, tal como se muestra en la siguiente figura:



Chrisdaexpress C.A.

localhost:3000

Iniciar Sesión



Correo Electrónico

admin@admin.es

Contraseña

.....

Iniciar Sesión

Figura 15 Interfaz de inicio de sesión en página web

Una vez se ingrese a la página, se mostrará la pantalla principal de la misma donde se mostrará en la parte superior un menú con los distintos apartados que tendrá la página. El primero de ellos son las rutas, la cual se abrirá por defecto al ingresar al sistema ya que es el punto central de todo. Aquí podremos crear nuevas rutas, asignándole un conductor y un visualizador para que puedan funcionar con ese nuevo recorrido creado. En la parte inferior se va a mostrar una tabla donde se podrán ver las rutas creadas actualmente, cual es el conductor y el visualizador que tienen ancladas, y el estado en el que se encuentra la ruta, como se puede visualizar a continuación:

Chrisdaexpress C.A. [Rutas](#) [Usuarios](#) [Archivos de Rutas](#) [Firebase](#) [Salir](#)

Agregar Ruta

Id

Estado

Visualizador

Conductor

Lista de Rutas

ID	Estado	Conductor	Visualizador	Acciones
ruta1	Completado	conductor1@hotmail.com	visualizador1@hotmail.com	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Eliminar"/> <input type="button" value="Visualizar"/>
ruta2	Completado	conductor2@hotmail.com	visualizador2@hotmail.com	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Eliminar"/> <input type="button" value="Visualizar"/>
ruta3	Activo	conductor4@hotmail.com	visualizador3@hotmail.com	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Eliminar"/> <input type="button" value="Visualizar"/>

Figura 16 Interfaz principal de las rutas del sistema

Cada ruta creada se podrá eliminar y editar con los botones que se muestran a un costado de las mismas.

El estado de la ruta se actualizará en tiempo real, en cuanto el conductor inicie una ruta se mostrará en estado “Activo”, y cuando esté culminada se mostrará “Completado”. Cuando la ruta se encuentre activa, se habilitará el botón que se muestra como “Visualizar”, donde el administrador podrá ver un mapa y la ubicación en tiempo real que está compartiendo el conductor de esa ruta, como se muestra en la siguiente figura:

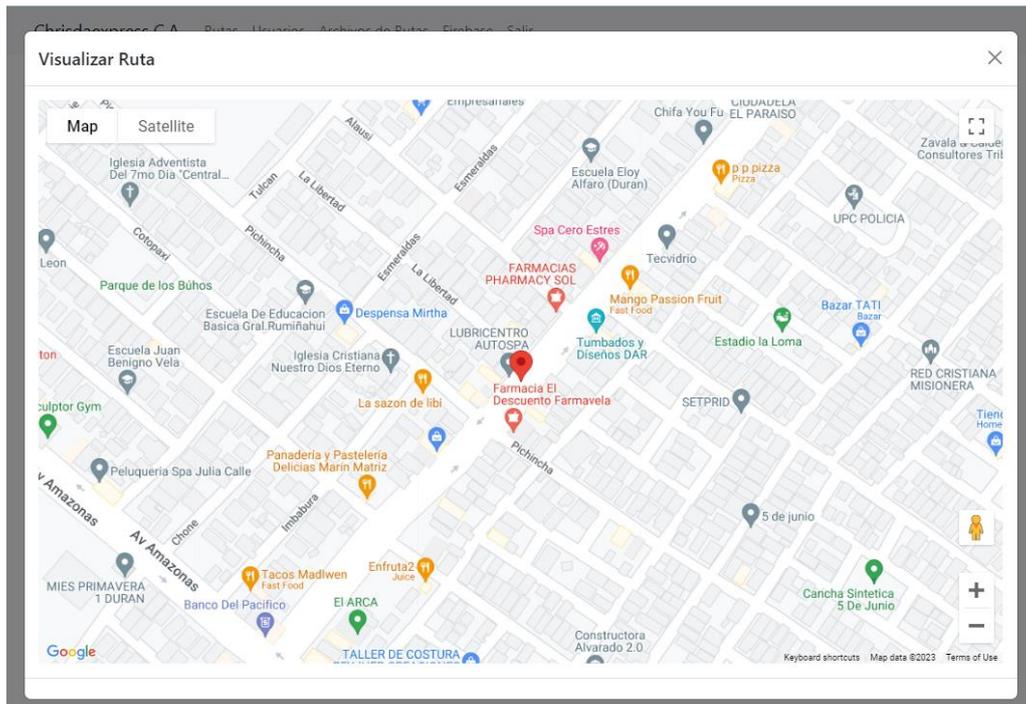


Figura 17 Visualizando recorrido activo

En el segundo módulo del administrador se encuentra la sección de usuarios. En esta sección se permitirá visualizar, crear y eliminar usuarios, y tendrá la siguiente interfaz:

Chrisdaexpress C.A. Rutas Usuarios Archivos de Rutas Firebase Salir

Agregar Usuario

Email

Contraseña

Tipo

Seleccione un tipo ▼

[Agregar Usuario](#)

Lista de Usuarios

UID	Email	Tipo	Acciones
0TOB6Zk92zLiWhvqRBUvQwclzih2	visualizador2@hotmail.com	V	Eliminar Usuario
EySURtvGK4ecWw4SRosuhbb9s4I2	conductor2@hotmail.com	C	Eliminar Usuario
FPURyQnkyJR1z4P2ZKGzCYCxUgG2	conductor4@hotmail.com	C	Eliminar Usuario

Figura 18 Interfaz de la administración de usuarios

En primer lugar, se permitirá crear nuevos usuarios, solicitando el correo y contraseña que tendrá este nuevo usuario. Es importante que el usuario a crear sea con correo electrónico, ya que así lo exige la base de datos. También se podrá elegir si el usuario será de tipo conductor o de tipo visualizador, y se podrá crear con el botón de Agregar Usuario.

En la parte inferior se mostrará una lista con los usuarios creados que tiene el sistema, mostrando el UID, que es un dato que establece la base de datos, el correo y el tipo de usuario que es. También se mostrará un botón con el que se podrá eliminar el usuario del sistema.

El siguiente modulo creado será el de los archivos de las rutas, aquí se podrá visualizarlos reportes que han realizado los transportistas y que quedan almacenados para la revisión del administrador. Se mostrará una datatable que permita filtrar de acuerdo al id de la ruta para facilitar la búsqueda de ciertos reportes.

Chrisdaexpress C.A. [Rutas](#) [Usuarios](#) [Archivos de Rutas](#) [Firebase](#) [Salir](#)

Lista de Rutas Completadas

✕

Id	Fecha	Hora Ini...	Hora Fin	Tiempo de Ruta ▲	Conductor	Visualizador	Observaciones	Acciones
ruta1	2023-8-10	13:2:57	14:13:38	1:10:41	conductor1@hot...	visualizador1@hot...		Visualizar
ruta1	2023-8-9	13:0:27	14:8:35	1:8:8	conductor1@hot...	visualizador1@hot...		Visualizar
ruta1	2023-8-9	5:18:16	6:24:42	1:6:26	conductor1@hot...	visualizador1@hot...		Visualizar
ruta3	2023-8-20	18:55:38	19:7:22	0:11:44	conductor4@hot...	visualizador3@hot...	ruta completada sin novedad	Visualizar
ruta2	2023-8-15	15:6:47	15:11:28	0:4:41	conductor2@hot...	visualizador2@hot...	prueba ruta 2	Visualizar
ruta1	2023-8-20	19:12:57	19:17:28	0:4:31	conductor1@hot...	visualizador1@hot...	demora en urbanización zafiro por tráfico en garita	Visualizar
ruta3	2023-8-20	19:13:1	19:15:38	0:2:37	conductor4@hot...	visualizador3@hot...	ruta atrasada por tráfico en autopista	Visualizar
ruta3	2023-8-15	19:56:26	19:58:15	0:1:49	conductor4@hot...	visualizador3@hot...	alumno Solís fue entregado en urbanización la perla por solicitud del padre de familia	Visualizar
ruta1	2023-8-20	16:19:20	16:21:2	0:1:42	conductor1@hot...	visualizador1@hot...		Visualizar
ruta2	2023-8-18	23:56:38	23:58:10	0:1:32	conductor2@hot...	visualizador2@hot...	nueva prueba de 2 puntos	Visualizar

Rows per page: 10 ▼ 1-10 of 14 |< < > >|

Figura 19 Interfaz para el control de rutas completadas

Entre los datos que se pueden visualizar del recorrido realizado serán la fecha, hora de inicio y fin de recorrido, el tiempo de duración que tuvo esa ruta, el conductor y visualizador anclados en ese momento a la ruta, y las observaciones enviadas por el conductor.

Otra función que fue desarrollada como un adicional a lo solicitado, es la opción de “Visualizar” que se presenta en esta pantalla, con esta opción el administrador podrá visualizar la ubicación en el mapa, en la cual el transportista inició y finalizó el recorrido. Esta implementación es muy funcional para que el administrador pueda corroborar que realmente el conductor haya estado en los puntos que debería estar a empezar o terminar una ruta asignada. Los puntos serán marcados en el mapa, y se podrá alejar y acercar para observar más detalle de la ubicación, como se muestra a continuación:

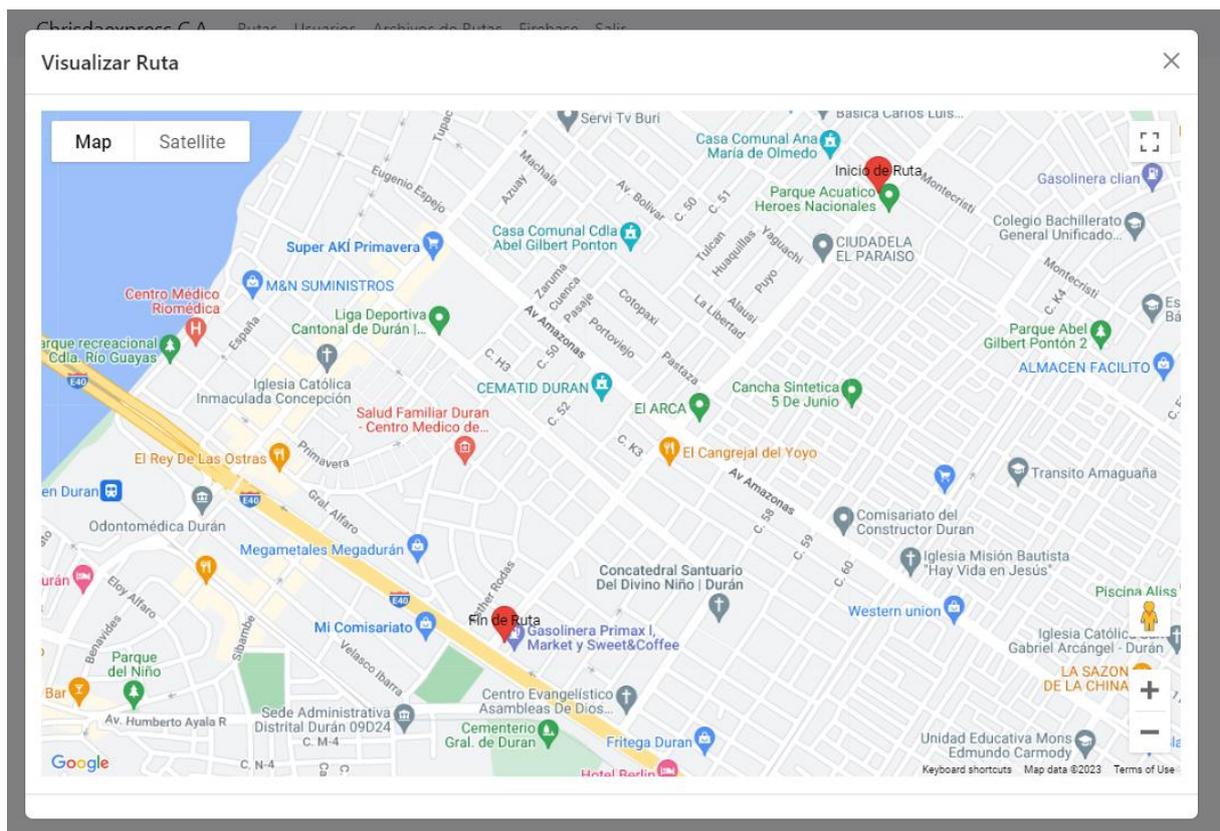


Figura 20 Visualizar ubicación de inicio y fin de recorrido

Por último, en el menú de la parte superior se estableció una opción llamada Firebase, la cual abrirá en una nueva pestaña la página de la base de datos Cloud Firestore de Firebase, en la que se muestra el consumo que se está teniendo tanto de escritura como de lectura en el día, o en el mes.

Con esto, el usuario podrá monitorear y controlar lo que se ha consumido en el día y si está dentro de los parámetros calculados para el uso del sistema.

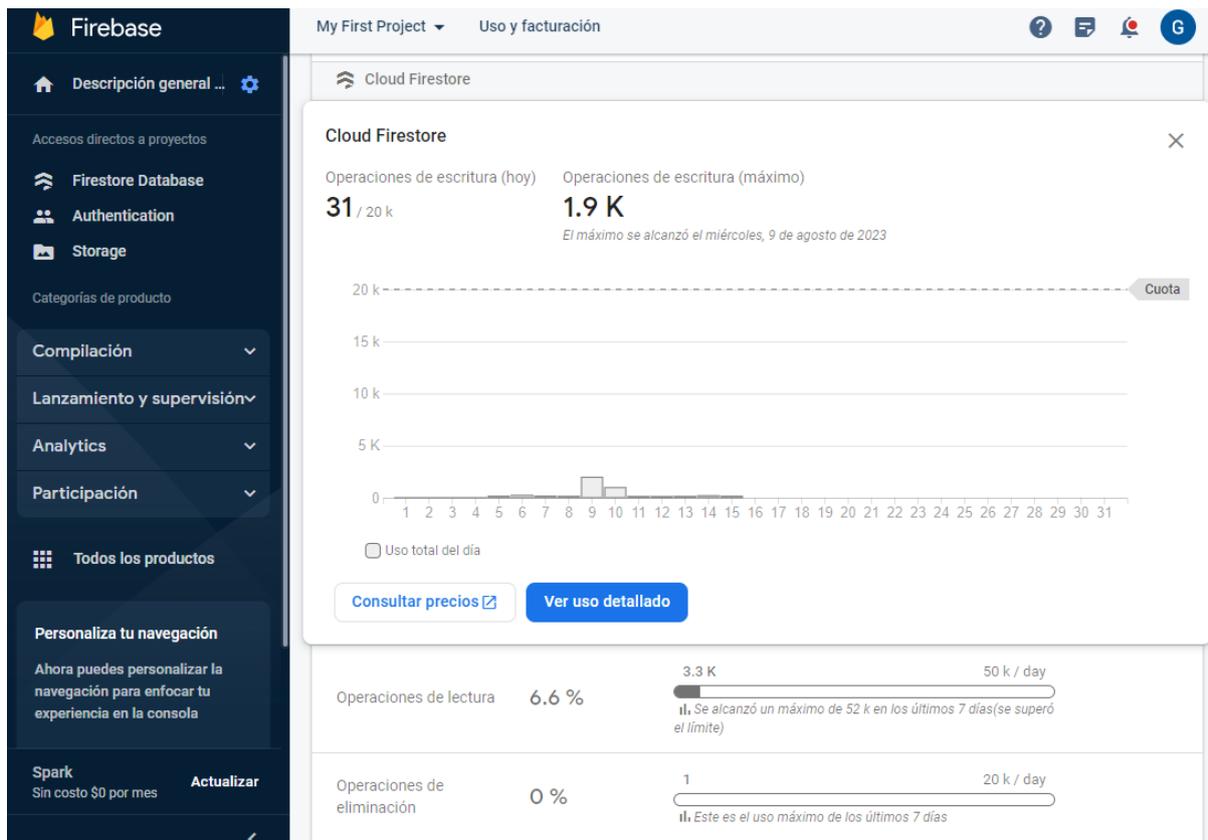


Figura 21 Visualizar el consumo de operaciones en Firebase

(Tomado de "Uso y facturación", de Firebase, 2023)

4.2 Almacenamiento de la información en la nube

4.2.1 Base de datos utilizada

Para la gestión y administración de los datos del sistema, era fundamental una base de datos que permitiera mantener sincronizados en todo momento los datos entre apps, tanto móviles como de servidores web. Para este desarrollo se utilizó Firebase, la cual es una plataforma de desarrollo de apps que posee el respaldo de Google, siendo una plataforma fiable y escalable. La base de datos específicamente es la Cloud Firestore de Firebase.

Tal como se muestra en la página de Google (2023), Cloud Firestore es una base de datos escalable y flexible, la cual brinda a los usuarios escucha en tiempo real y soporte sin conexión. Se trata de una base NoSQL, la cual se encuentra en la nube para que pueda ser accedida por las aplicaciones.

En esta base se podrá almacenar la información en documentos los cuales van a poseer campos, a su vez, estos campos van a ser rellenados con valores. Por otro lado, existen las colecciones que se utilizan para ordenar esta información y compilar las consultas, y a su vez, serán donde se almacenarán los documentos.

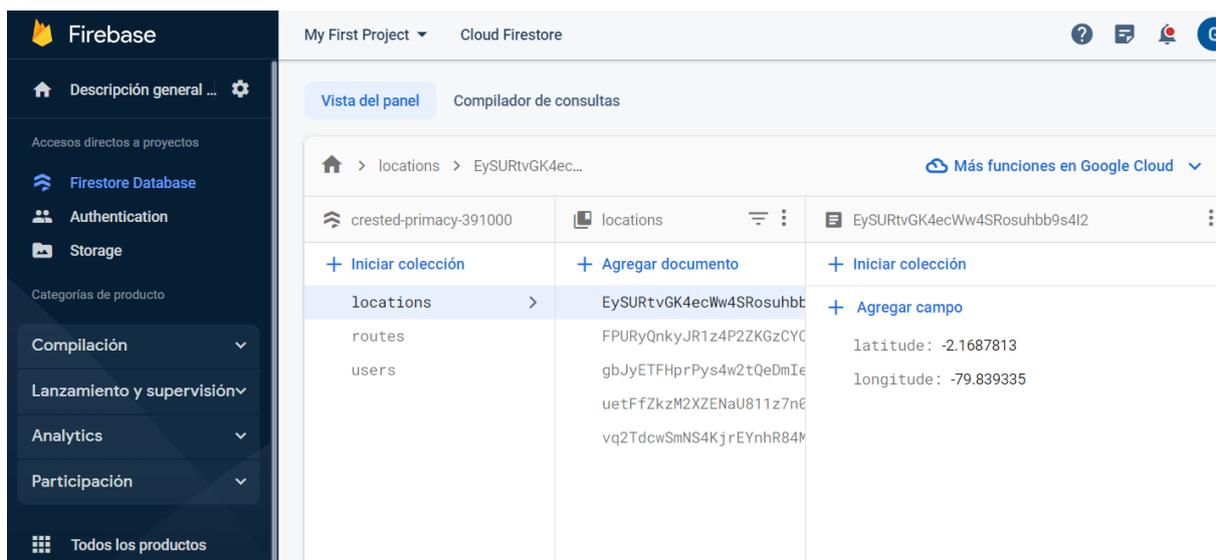


Figura 22 Interfaz de Cloud Firestore

(Tomado de "Cloud Firestore", de Firebase, 2023)

Como se puede visualizar, se han creado tres colecciones, las cuales contendrán las locaciones, las rutas y los usuarios. La colección de las locaciones contiene un documento, el cual va a almacenar los datos que se necesiten, en este caso son la latitud y la longitud. Estos datos son enviados por el usuario del conductor cuando se esté emitiendo la ubicación en tiempo real, y de la misma manera serán consumidos por el usuario visualizador para obtener la dirección.

Esta base de datos, brinda opciones adicionales como la de Storage. Esta función permite almacenar datos en distintas formas, esto con la finalidad de tener la información en formatos que permitan la migración a otras plataformas.

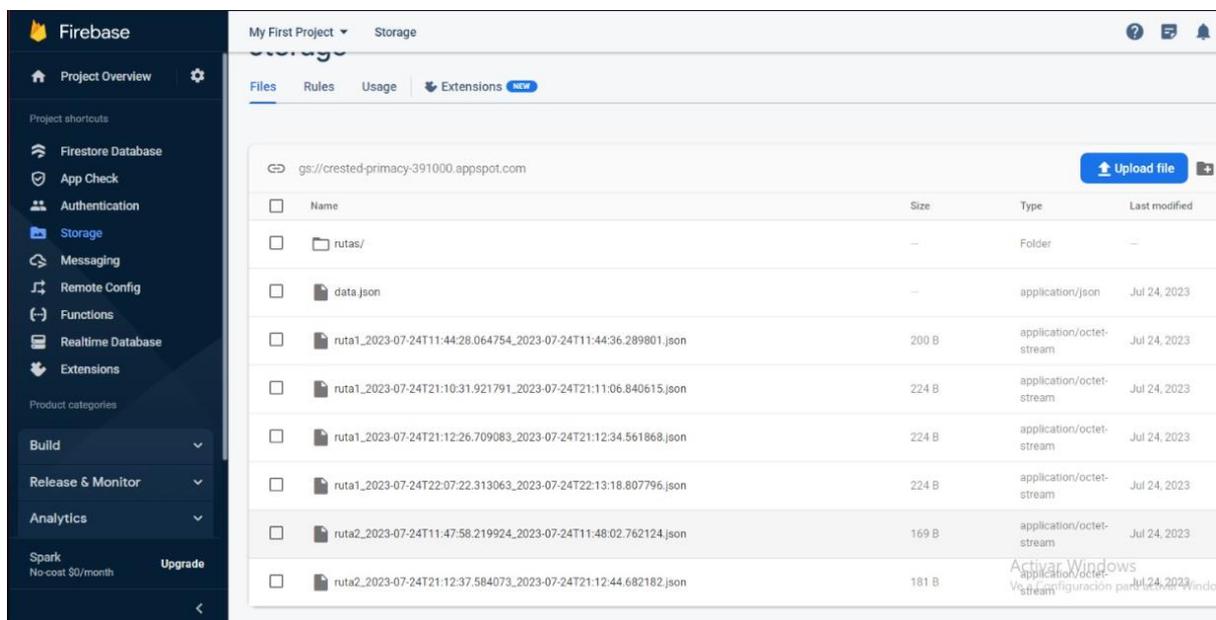


Figura 23 Función Storage en Cloud Firestore
(Tomado de “Storage”, de Firebase, 2023)

Se utilizará esta función para almacenar los datos de los recorridos que realicen los transportistas. Se almacenarán en archivos tipo json, para facilitar la exportación de los datos en caso de que exista una migración de plataformas. Esta información será cargada una vez el conductor finalice el recorrido, guardando en el archivo tipo json los datos de la ruta. El archivo se guardará con el nombre del número de ruta que se haya realizado, seguido de la fecha y hora en la que se realizó la carga.

4.2.2 Evaluación económica del almacenamiento de la información

Cloud Firestore de Firebase brinda al público cierta cantidad de escrituras y lecturas de la información que mantienen en la base de datos de manera gratuita. Durante esta fase de desarrollo y pruebas del sistema propuesto no se ha presentado la necesidad de realizar algún gasto para utilizar esta base de datos, ya que no se ha consumido más de lo permitido. Sin embargo, al implementarse y ser utilizado en el día a día de la compañía, se superarían estos límites y habría que pagar por el servicio.

Firebase tiene un sistema de cálculos diario, es decir los consumos de la base de datos se miden cada día. De manera gratuita ofrecen una cantidad de 50mil lecturas de los documentos, y 20mil operaciones de escritura en el día. Si se superan estas cantidades, se tiene que pagar un valor y se asignan 100mil operaciones adicionales. A continuación, se presenta una tabla donde se puede visualizar las cuotas ofrecidas de manera gratuita y los costos que tendrán por superar las operaciones.

Tabla 2 Precios de Firestore por día

	Cuota gratuita al día	Precio tras superar la cuota gratuita (por unidad)	Unidad de precio
Operaciones de lectura de documentos	50.000	0,06 USD	por 100.000 documentos
Operaciones de escritura de documentos	20.000	0,18 USD	por 100.000 documentos
Operaciones de eliminación de documentos	20.000	0,02 USD	por 100.000 documentos

Tomado de "Precios de Firestore". (Google Cloud, 2023).

Como se visualiza, si se supera la cuota gratuita ofrecida, se realizará el cobro de un valor el cual otorgará 100mil operaciones más. De acuerdo a los estudios realizados, para la implementación del sistema se necesitará realizar la contratación de estas operaciones extras, tanto en escritura como en lectura, esto por la cantidad de transacciones realizadas en el día tanto por conductores como por visualizadores.

En la siguiente figura se puede apreciar el control realizado en un recorrido, en el cual el conductor estuvo emitiendo la ubicación en tiempo real, y un visualizador estuvo activo durante la hora y 15 minutos que duró la ruta. Cabe recalcar que se realizaron varias pruebas en distintos días, variando en pequeñas cantidades los valores de operaciones. Los valores mostrados a continuación fueron del reporte con mayor cantidad de operaciones recopiladas tanto en escritura como en lectura.



Figura 24 Consumo de operaciones en un recorrido

(Tomado de “Uso y facturación”, de Firebase, 2023)

Se verificó que, en un recorrido promedio, el cual tiene un tiempo de duración de 1 hora 15 minutos, se consumen aproximadamente 700 operaciones de lectura, las cuales son las realizadas por el visualizador, y 900 operaciones de escritura, las cuales realiza el conductor al compartir la ubicación en tiempo real.

Para el cálculo de la cantidad de operaciones que se realizarán al implementar el sistema en la compañía de transporte, es necesario aclarar ciertos puntos importantes:

- En la compañía son 29 transportistas los cuales realizan los recorridos
- Cada transportista posee 4 recorridos en el día, 2 de ellos realizados a una institución educativa (el transporte a la institución y el retorno de los niños a sus casas) y 2 recorridos más realizados a alguna empresa, es decir, transportando empleados (ruta lineal de ida hacia la empresa, y de regreso al salir de la jornada laboral)
- Los recorridos que van a tener usuarios visualizadores para ir observando en tiempo real la ubicación del conductor, únicamente son los de las instituciones

escolares, que son los padres que normalmente monitorean la ruta. Las empresas o empleados no poseen accesos a ver ubicación.

- La cantidad de niños que cada conductor transporta varía de acuerdo a la capacidad del vehículo y a la cantidad de estudiantes que vivan en la zona de la ruta. La cantidad máxima de niños transportados en un vehículo son 17.

Con estos datos conocidos, se establece mediante la siguiente tabla la información de la cantidad de operaciones que se realizarían en un día. Se promedia la cantidad de dispositivos de tipo conductor a 30, ya que son 29 transportistas. Y en cuanto a la cantidad de dispositivos visualizadores, se multiplica la cantidad de rutas que serían 30 (una por cada conductor), y un promedio de 15 visualizadores por cada ruta que estarían observando el recorrido en todo momento. Estos son datos altos, ya que normalmente no todos los padres de familia van a visualizar la ruta en todo momento, pero por tener valores concretos se fijan de esta manera. En cuanto a la cantidad de recorridos como se mencionó, los conductores realizarían el proceso 4 veces en el día, pero los visualizadores solo 2 veces, ya que solo se tomarían en cuenta las rutas a las instituciones educativas.

Tabla 3 Cálculo de operaciones que se realizarían en un día

	Operaciones por 1 recorrido completo	Cantidad de dispositivos por recorrido	Cantidad de recorridos en el día	Total de operaciones en el día
Escritura (Conductor)	900	30	4	108000
Lectura (Visualizador)	700	30 x 15	2	630000

Mediante estos valores mencionados para el caso de estudio se pudo obtener que, la cantidad de operaciones realizadas en el día por la compañía de transporte, superarían los valores gratuitos brindados por Firebase. En cuanto a la escritura se necesitarían aproximadamente 108000 operaciones en el día, y para la lectura se necesitarían aproximadamente 630000.

Basándonos en la Tabla 2, donde se detallaron los precios por adquirir operaciones extras, y la Tabla 3 donde se detalla la cantidad de operaciones necesarias, se puede calcular o estimar costos aproximados que debería cubrir la compañía de transporte Chrisdaexpress C.A. al día para poder tener en funcionamiento el sistema propuesto.

Tabla 4 Costos diarios por el uso del sistema

	Operaciones necesarias al día	Operaciones que superan la cantidad gratuita	Cantidad de paquetes extras necesarios	Costo por cada paquete extra	Costo por día
Escritura	108000	88000	1	\$ 0,18	\$ 0,18
Lectura	630000	580000	6	\$ 0,06	\$ 0,36
					\$ 0,54

Conociendo los valores necesarios de operaciones diarias y los otorgados gratuitamente por Firebase, se puede identificar que se necesitarían 6 paquetes extras de 100mil operaciones de lectura, y 1 paquete extra de escritura. Esto indicaría que la empresa debería pagar \$0,54 al día para poder operar con el sistema de manera adecuada. Si en un mes, aproximadamente son 25 días los laborables, la empresa tendría que pagar aproximadamente \$13,5 al mes.

4.3 Desarrollo de aplicación móvil

4.3.1 Herramientas para el desarrollo de aplicación móvil

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó un framework gratuito y de código abierto creado por Google llamado Flutter, el cual hace uso del lenguaje de programación Dart.

4.3.1.1 Lenguaje de programación Dart

Tal como se mencionó, el lenguaje de programación escogido para el desarrollo de la aplicación móvil fue Dart. Es un lenguaje de programación creado por Google, el cual se basa en un lenguaje orientado a objetos. La principal característica es que permite que el proceso de desarrollo sea más ágil y dinámico. Posee una sintaxis similar a Java, JavaScript y C++, lo que facilitó el aprendizaje.

Este lenguaje de programación se puede emplear en casi cualquier desarrollo, por ejemplo:

- En aplicaciones móviles.
- En aplicaciones de consola.
- En aplicaciones web.
- En servidores.

La elección de este lenguaje de programación para el desarrollo del proyecto fue principalmente por la gran acogida que presenta en el desarrollo de aplicaciones móviles, ya que mediante su framework Flutter, permiten un desarrollo ágil y escalable. La versión utilizada de este lenguaje de programación fue la Dart 3.0.6.

4.3.1.2 Framework Flutter

Para el desarrollo y creación de la aplicación móvil se utilizó el framework Flutter. Este framework permite el desarrollo rápido de aplicaciones, ya que se pueden crear interfaces veloces y eficientes, con tiempos de recargas mínimos. La principal característica por la que fue el escogido para el proyecto, es debido a que permite crear aplicaciones nativas a partir de una sola base de código. Esto quiere decir que, a partir de una misma base, se pueden crear aplicaciones que funcionen en los dos sistemas operativos más utilizados hoy en día, que son Android e IOS. Este punto es fundamental ya que por los requerimientos que tenía el proyecto, era fundamental que el funcionamiento se dé en ambas plataformas. La versión utilizada de este Framework fue la Flutter 3.10.6.

4.3.2 Implementación de geolocalización en aplicación móvil

Para el desarrollo de la aplicación móvil tal como se mencionaba se utilizó el framework Flutter, mediante el cual se estableció la conexión con la geolocalización del dispositivo celular para poder capturar y emitir la ubicación en tiempo real. Para poder implementar esta función se tuvo que emplear una API de Google con la que se integra el servicio del mapa. Con esto, se dio lugar a poder mostrar específicamente la ubicación del usuario conductor. Para la implementación de esta API se utilizó la siguiente sintaxis:

```
android > app > src > main > AndroidManifest.xml
1 <manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">
2   <application
3     android:label="prueba"
4     android:name="${applicationName}"
5     android:icon="@mipmap/ic_launcher">
6     [meta-data android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
7       android:value="AIzaSyAVyTIEVCqv7uhmVZHRKrxpU42HjTfJ2qA"/]
```

Figura 25 Consumo de API de Google

Ahora, si bien esta API permitirá mostrar la ubicación en tiempo real en un mapa, primero se debe poder capturar la ubicación del dispositivo móvil. Para esto es fundamental que se verifique si el servicio de ubicación en el celular esta encendido.

Mediante el siguiente código se realiza la consulta al dispositivo si los servicios de ubicación están encendidos, por lo que, en caso de la respuesta ser negativa, no se podrá continuar.

```
}else{
  _permission = await Geolocator.checkPermission();
  if (_permission == LocationPermission.denied ||
      _permission == LocationPermission.deniedForever) {
    _permission = await Geolocator.requestPermission();
    if (_permission == LocationPermission.denied ||
        _permission == LocationPermission.deniedForever) {
      // ignore: use_build_context_synchronously
      ScaffoldMessenger.of(context).showSnackBar(
        const SnackBar(
          content: Text('No se otorgó el permiso de ubicación.'),
        ), // SnackBar
      );
      return;
    }
  }
}
```

Figura 26 Código para activar servicios de ubicación

Este método se encuentra únicamente en el usuario de tipo conductor, ya que será el único usuario que deberá compartir la ubicación que se obtenga desde su dispositivo.

Tal como se muestra a continuación, con la función `snapshot`, en conjunto con `listen`, va a permitir escuchar los eventos que se producen en un documento de la base de datos, en este caso las coordenadas del conductor, lo que permite leer constantemente la ubicación y actualizarla en la pantalla del visualizador, permitiendo visualizar la ubicación en tiempo real del transportista.

```
subscription = document.snapshots().listen((snapshot) {
  if (snapshot.exists) {
    var data = snapshot.data();
    var latitud = data?['latitud'];
    var longitud = data?['longitud'];

    updateMap(latitud, longitud);
    setState(() {
      _currentPosition = LatLng(latitud, longitud);
      currentMarker = Marker(
        markerId: const MarkerId('current_position'),
        position: LatLng(latitud, longitud),
      ); // Marker
    });
  }
});
```

Figura 27 Código para leer y actualizar las coordenadas de la ubicación

4.3.3 Conexión de aplicación móvil con Firebase

Para establecer la conexión de la aplicación móvil con la base de datos, se debe inicializar en primera instancia esta conexión de Firebase con el archivo de opciones del mismo, código que es proporcionado por Cloud Firestore en la página oficial. Adicional se debe iniciar sesión mediante Firebase con el método `signInWithEmailAndPassword` tal como se muestra a continuación:

```

void main() async {
  WidgetsFlutterBinding.ensureInitialized();
  await Firebase.initializeApp(
    options: DefaultFirebaseOptions.currentPlatform,
  );
  runApp(const MyApp());
}

```

Figura 28 Código de conexión con Firebase

```

void _signInWithEmailAndPassword() async {
  try {
    // ignore: unused_local_variable
    UserCredential userCredential = await _auth.signInWithEmailAndPassword(
      email: _emailController.text,
      password: _passwordController.text,
    );
    String? uid = FirebaseAuth.instance.currentUser?.uid;
  }
}

```

Figura 29 Código de inicio de sesión en Firebase

Otra opción la cual es relevante y que permite utilizar Firebase es la función de Storage, que como se mencionó anteriormente, es un espacio para almacenar datos en un formato establecido, facilitando el registro de la información. En la siguiente imagen se puede visualizar como se envían los datos de la ruta finalizada al Storage en formato de Json, para facilitar la revisión en futuras ocasiones.

```

void uploadJson() async {
  try {
    DocumentSnapshot snapshot = await _routesCollection.doc(route).get();
    var data = snapshot.data() as Map<String, dynamic>;
    data.addAll({'iniLatitude': iniLatitude});
    data.addAll({'finLatitude': _currentPosition.latitude});
    data.addAll({'iniLongitude': iniLongitude});
    data.addAll({'finLongitude': _currentPosition.longitude});

    String jsonString = jsonEncode(data);

    // Crear un archivo temporal con la cadena JSON
    File tempFile = await File('${Directory.systemTemp.path}/temp.json').create();
    await tempFile.writeAsString(jsonString);

    // Obtener la referencia del archivo en Cloud Storage
    String fileName = '${snapshot.id}_${data['fecha_inicio']}_${data['fecha_fin']}.json';

    Reference ref = storage.ref().child(fileName);
    // Subir el archivo JSON
    await ref.putFile(tempFile);

    // Eliminar el archivo temporal
    await tempFile.delete();
  } catch (e) {}
}

```

Figura 30 Carga de información de ruta al Firebase Storage en formato Json

Se envían los datos de inicio y fin de recorrido, y se establece el formato para que el archivo sea almacenado en la base. Adicional se especifica el nombre que tendrá el archivo, con el que se facilitará la identificación de la ruta que realizó ese registro, y la fecha y hora del mismo.

4.4 Desarrollo de página web

4.4.1 Herramientas para el desarrollo de página web

Para el desarrollo de la página web se utilizó una librería de JavaScript enfocada para el desarrollo de interfaces de usuario llamada React, la cual es gratuita y de código abierto. Además, se utilizó Bootstrap que es una biblioteca de herramientas de código para la interfaz del sitio.

4.4.1.1 React

React es una biblioteca o librería de las más populares de JavaScript la cual se utiliza principalmente para el desarrollo de páginas web. Se utilizó esta librería para la creación del sistema ya que permite, mediante fragmentos de código JavaScript, reutilizarlos componentes para crear las interfaces de usuario. Esto es importante ya que al ser una página que tendrá la misma interfaz, pero distintos contenidos, se reutiliza los componentes en cada sección. Otra característica fundamental por la que se realizó el desarrollo con React es por la gestión que realiza con los estados, permitiendo cambiar un objeto cada que algún usuario utiliza la aplicación, permitiendo reflejar los cambios en el momento.

4.4.1.2 Bootstrap

Se trata de un framework CSS que ayuda al de manera más rápida y sencilla al desarrollo de páginas web. Se utilizó principalmente para la parte de la interfaz de la página, ya que nos permite modificar los botones, menús de navegación, tipografía,

campos de formularios, entre otras opciones utilizadas. Un punto importante que facilitó bootstrap para el desarrollo fue en el tema de las tablas, ya que este framework permite una implementación sencilla, especialmente para el tema de datatables que fueron importantes para la sección de visualizar los reportes de los conductores. Se integra con librerías de javascript por lo que es sencilla la implementación en react.

El código para la implementación se encuentra dentro de la página de Bootstrap, donde se puede escoger la versión. En este desarrollo se implementó la más actual hasta el momento, la cual es la v5.3.1.

4.4.2 Funciones utilizadas en el desarrollo

Se mostrarán ciertas funciones principales que fueron importantes en el desarrollo de la página. Una primordial, es la de suscripción. Esta función fue importante ya que permite mantener una escucha en todo momento de algún documento. Como se mencionó anteriormente, los documentos serian como las tablas de una base de datos, en firebase. Con esta opción de suscripciones, se mantiene en todo momento la escucha al documento de la base, para verificar si existe algún cambio, y si es así, procesarlo en la página.

```
// Configurar escucha en tiempo real para actualizar datos cuando cambian en Firestore
const unsubscribe = onSnapshot(collection(db, "routes"), (snapshot) => {
  const updatedRoutes = snapshot.docs.map((doc) => ({
    id: doc.id,
    ...doc.data(),
  }));
  setRoutes(updatedRoutes);
});

loadUsers();

// Configurar escucha en tiempo real para actualizar datos cuando cambian en Firestore
const unsubscribeU = onSnapshot(collection(db, "users"), (snapshot) => {
  const updatedUsers = snapshot.docs.map((doc) => ({
    uid: doc.id,
    ...doc.data(),
  }));
  setUsers(updatedUsers);
});
```

Figura 31 Código de suscripción a los documentos

Como se puede visualizar en la figura anterior, se realiza una suscripción tanto al documento routes y al documento users. Esto permitirá poder captar cada que en la base haya algún cambio en cuanto a las rutas creadas o en los usuarios del sistema, para que en cuanto se perciba el cambio, actualizarlo automáticamente. Esto permite tener la página actualizada en todo momento, captando si una ruta fue finalizada o iniciada por algún conductor desde la aplicación móvil.

```
const loadUsers = async () => {
  try {
    // Obtiene la colección "users" de Firestore
    const usersRef = collection(db, "users");
    const snapshot = await usersRef.get();

    // Mapea los documentos a un arreglo de usuarios
    const userList = snapshot.docs.map((doc) => ({
      uid: doc.id,
      ...doc.data(),
    }));

    // Establece el estado con los usuarios cargados
    setUsers(userList);
  } catch (error) {
    console.log(error);
  }
};
```

Figura 32 Código de carga de usuarios mediante suscripción

En el caso del código mostrado, gracias a esta opción de suscripción, al captar el cambio en la base, se produce una carga en cuanto a los usuarios en la página. En primera instancia se obtiene la colección donde son almacenados los usuarios, para luego poder acceder a los documentos de esa colección y poder actualizar la página con los usuarios.

Las rutas son un papel fundamental en el desarrollo de la herramienta del administrador, ya que son el punto inicial al cual van a estar anclados los conductores y los visualizadores. Para la creación de la ruta se desarrolló una función para agregar los datos ingresados por el administrador a Firebase, donde el id proporcionado por el usuario va a ser el dato principal. Una vez agregados los datos de la nueva ruta a la base, se vuelve a cargar las rutas actualizadas en la página para poderse mostrar en la tabla, como se muestra en la imagen a continuación:

```

const handleAddRoute = async () => {
  try {
    // Agrega el nuevo route a la colección "routes" en Firestore con el ID proporcionado manualmente
    await setDoc(doc(db, "routes", newRoute.id), { ...newRoute });

    // Vuelve a cargar las rutas actualizadas
    loadRoutes();

    // Restablece el estado del nuevo route
    setNewRoute({
      id: "",
      conductor: "",
      estado: "",
      visualizador: "",
    });
  }
};

```

Figura 33 Función para la creación de nuevas rutas

En cuanto a la creación de nuevos usuarios, el administrador debe establecer o ingresar tanto el email como la contraseña que tendrá este nuevo usuario, datos que son obligatorios, como también se solicitará seleccionar si el usuario será conductor o visualizador. Para esto, se creó una función que capta estos datos enviados por el usuario y los agrega a la colección de users que se encuentra en la base de datos, donde Firebase le asigna un ID. Se vuelve a cargar los datos de los usuarios que registran en la base de datos, para que se actualice la tabla con toda la información agregada. También limpian los campos para la creación de un nuevo usuario, como se puede observar en la figura a continuación:

```

const handleAddUser = async () => {
  try {
    // Crea un nuevo usuario en Firebase Authentication con email y contraseña
    const userCredential = await createUserWithEmailAndPassword(
      auth,
      newUser.email,
      newUser.password
    );

    // Obtiene el ID del usuario recién creado
    const userId = userCredential.user.uid;

    // Agrega el nuevo usuario a la colección "users" en Firestore con el ID del usuario en Firebase Authentication
    await setDoc(doc(db, "users", userId), { ...newUser });

    // Vuelve a cargar los usuarios actualizados
    loadUsers();

    // Restablece el estado del nuevo usuario
    setNewUser({
      email: "",
      password: "",
      tipo: "",
    });
  } catch (error) {
    console.log(error);
  }
};

```

Figura 34 Función para la creación de nuevos usuarios

CONCLUSIONES

Finalizado el presente trabajo se puede concluir que durante el desarrollo e implementación del mismo se pudo cumplir con todos los objetivos planteados al comienzo del proyecto, tanto los específicos como el objetivo general.

Se pudo realizar una precisa recolección de datos mediante entrevistas, que permitió identificar las necesidades de los transportistas y de los usuarios administradores de la compañía al realizar el control y reporte de rutas, permitiendo extraer información importante de requerimientos o funcionalidades que se necesitaban del sistema, cumpliendo con el objetivo específico #1.

Se procedió crear o implementar una página web donde el administrador de la compañía puede ingresar y visualizar los datos del recorrido reportados por el conductor, permitiendo revisar la fecha y hora de los inicios y fin de recorridos. Datos adicionales implementados y que se muestran en este reporte son el poder visualizar el tiempo de duración que tuvo este recorrido, así como también la ubicación en un mapa de donde se inició y donde se finalizó el recorrido. El administrador, de manera adicional también podrá visualizar el recorrido en tiempo real en la página web, cuando una ruta este activa. Por esto mencionado, se establece que se da cumplimiento al objetivo específico #2.

Se logró desarrollar una aplicación móvil que permita el ingreso tanto de usuarios visualizadores como de transportistas, donde el conductor puede reportar el inicio y fin de las rutas emitiendo en tiempo real la ubicación por medio de un sistema de geolocalización, y así también, permitiendo al visualizador observar esta ubicación en tiempo real mientras el recorrido este activo, dando cumplimiento al objetivo específico #3.

Habiendo cumplido con los 3 objetivos específicos y los alcances que tiene este trabajo, también se puede concluir que se ha logrado cumplir con el objetivo general, ya que se consiguió implementar un sistema para que el administrador pueda controlar y monitorear las rutas realizadas por los transportistas, y también se pudo desarrollar la aplicación móvil por la cual estos conductores van a informar en tiempo real el estado de los recorridos y lo sucedido en los mismos.

RECOMENDACIONES

- Una mejora del trabajo se puede establecer en cuanto al control posterior por parte de los administradores a algún recorrido, permitiendo en cada recorrido finalizado, en vez de mostrarse únicamente el punto de inicio y fin de la ubicación de la ruta en el mapa, se muestre marcada toda la ruta por la cual ese conductor se movilizó.
- Se recomienda el implementar alarmas hacia el administrador cuando un recorrido esté demorando un tiempo superior al promedio que tendría el recorrido normalmente.
- Se podría establecer a cada ruta una dirección marcada por la que se debe dirigir el transportista, y que cuando el sistema capte que se está movilizand por otros sitios, se envíe una alarma al administrador.
- Se recomienda un inicio automatizado de los recorridos, para que el conductor no tenga que presionar el botón de inicio de ruta.
- Mediante un estudio de los datos recopilados de los recorridos, generar un reporte diario de todos los recorridos que no se hayan iniciado o finalizado a tiempo, de acuerdo a los propios tiempos promedios de cada ruta en el último mes.

REFERENCIAS

- Arandes, T., & Antonio, J. (2013). *El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de origen.*
- AndroidesTechnology S.L.U. (2017). *Flutter y GPS: ¿cómo se activa?* <https://www.3androides.com/actualidad/215-flutter-y-gps-como-se-activa>
- Arimetrics. (2020, enero 30). *Qué es Geolocalización—Definición, significado y ejemplos.* <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/geolocalizacion>
- Cetina, J. (2022, abril 11). *Principios de geolocalización GSM y ¿Cómo funciona?* Blog Logicbus. <https://www.logicbus.com.mx/blog/principios-de-geolocalizacion-gsm-y-como-funciona/>
- Córdoba, G. (2017, julio 11). *Geocodificar direcciones online, algunos recursos.* <https://www.unica360.com/geocodificar-direcciones-online-recursos>
- De Luz, S. (2017, marzo 11). *Wi-Fi Location: Qué es, cómo funciona y para qué sirve este estándar de geoposicionamiento en interiores con Wi-Fi.* RedesZone. <https://www.redeszone.net/2017/03/11/wi-fi-location-funciona-sirve-este-estandar-geoposicionamiento-interiores-wi-fi/>
- Dore, E. (2020, enero 30). *Desarrolla una aplicación con geolocalización: ¡descubre cómo!* *Maplink Blog.* <https://maplink.global/blog/es/crear-app-con-google-maps/>
- Dore, E. (2021, febrero 23). *¿Qué es la geolocalización en dispositivos móviles?* *Maplink Blog.* <https://maplink.global/blog/es/geolocalizacion-movil-en-los-celulares/>

ECDISIS ESTUDIO. (2020, junio 27). *¿Que es la Georeferenciación?* *Ecdisis Estudio*.
<https://ecdisis.com/que-es-la-georeferenciacion/>

Fernández, C. (2022, octubre 5). Qué es la geocodificación y para qué sirve. *ABAMobile*. <https://abamobile.com/web/que-es-geocodificacion-integracion-en-apps/>

Firestore. (2023). Firestore. <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=es-419>

Google Cloud. (2023). *Precios | Firestore*. Google Cloud.
<https://cloud.google.com/firestore/pricing?hl=es>

Grupo Banco Mundial. (2013). *Geoetiquetado, una técnica que ayuda a mejorar la gestión de los proyectos*. World Bank.
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/02/19/geo-tagging-for-efficient-cost-effective-project-management>

Grupo Evaluando. (2020). *Qué es la geolocalización y cómo funciona—Evaluando Software*. <https://www.evaluandosoftware.com/la-geolocalizacion-funciona/>

Kyes, J. (2020). *¿Qué significa GPS?* Geotab. <https://www.geotab.com/es-latam/blog/qué-significa-gps/>

López, G. B. (2016). *Geolocalización online: La importancia del dónde*. Editorial UOC.

Navixy Academy. (2020). *Localización LBS: Posicionamiento por GSM y WiFi*. Navixy.
<https://www.navixy.com/es/docs/academy/location-services/lbs-cell-id-y-wps/>

Nieto, N. T. E. (2018). TIPOS DE INVESTIGACIÓN. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*.

Ockier, N. (2021, septiembre 23). *Las fotos geolocalizadas no influyen en el posicionamiento local*. Blog de Senior SEO. <https://ockier.es/seo-updates/las-fotos-geolocalizadas-no-influyen-en-el-posicionamiento-local/>

Roberto CCU. (2016, marzo 8). *Las mejores aplicaciones para aprovechar la geolocalización.* El Español.

https://www.lespanol.com/elandroidelibre/aplicaciones/20160308/mejores-aplicaciones-aprovechar-geolocalizacion/107989619_0.html

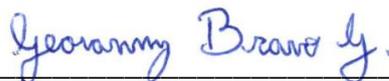
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Bravo García, Geovanny Jesús** con C.C: # **0940587728** autor del trabajo de titulación: **Implementación de geolocalización en tiempo real en app móvil y sistema para el control de recorridos realizados por transportistas escolares de la compañía Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil'**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Ciencias de la Computación** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 7 de septiembre de 2023



Nombre: **Bravo García, Geovanny Jesús**
C.C: **0940587728**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Implementación de geolocalización en tiempo real en app móvil y sistema para el control de recorridos realizados por transportistas escolares de la compañía Chrisdaexpress C.A. de la ciudad de Guayaquil.		
AUTOR(ES)	Bravo García, Geovanny Jesús		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Salazar Tovar, César Adriano, Mgs		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería en Ciencias de la Computación		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Ciencias de la Computación		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	7 de septiembre de 2023	No. DE PÁGINAS:	62
ÁREAS TEMÁTICAS:	Aplicación móvil, ubicación en tiempo real, plataforma web		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Geolocalización, sistema, aplicación móvil, ruta, página web		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>El presente trabajo de integración curricular presenta el desarrollo de un sistema solicitado por la compañía de transporte Chrisdaexpress C.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil, en el cual puedan controlar y monitorear los inicios y fin de recorridos realizados por los transportistas de la compañía, mediante la implementación de geolocalización en tiempo real en una aplicación móvil para el reporte de rutas.</p> <p>La realización del proyecto surge a partir de la necesidad expuesta por la compañía de facilitar los procesos que tienen actualmente para el control y reporte de las rutas que se realizan diariamente. Para la recopilación de la información, se empleó el método de investigación descriptiva, realizando entrevistas a personal de la compañía. La información que se pudo obtener estuvo orientada a los procesos que se realizan en la actualidad y cómo se podrían mejorar, así como también las expectativas que generaba la implementación de un sistema que facilite el control y reporte de los recorridos.</p> <p>La implementación del proyecto se dividió en dos desarrollos principales: una aplicación móvil para el reporte y visualización de las rutas, y una página web para el control de estos reportes realizados. En estos dos desarrollos se implementaron tres herramientas o módulos para el correcto funcionamiento y acoplamiento de las mismas: La herramienta del conductor se trata de un acceso mediante la aplicación móvil, que permita iniciar y finalizar las rutas, compartiendo la ubicación en tiempo real. La herramienta del visualizador consiste también en un acceso por la aplicación móvil, donde el usuario pueda visualizar la ubicación en tiempo real que emita el conductor que tiene su ruta vinculada. La última y más completa herramienta es la del administrador, esta se trata de un acceso a una página web local para uso únicamente de personal administrativo de la compañía, donde se podrá visualizar la ubicación de las rutas activas, gestionar los usuarios del sistema, y ver información de las rutas ya finalizadas por los conductores.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-939-596986	E-mail: gbravo2018jds@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Toala Quimí, Edison José		
	Teléfono: +593-990-976776		
	E-mail: edison.toala@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			