



### **TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**

Red de monitoreo IoT para la ocupación de rutas en el transporte público y ubicación geográfica de los usuarios del servicio en el municipio de San Gil – Modalidad: Desarrollo Tecnológico

### **AUTORES**

Sergio Alejandro Acosta Fernández - 1010003119  
Carlos Alberto Ramírez Prada - 1098358115  
Mayra Alejandra Martínez Figueroa - 1100974955

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS**  
**TECNOLOGÍA EN ELECTRONICA INDUSTRIAL**  
**FECHA DE PRESENTACIÓN: 06-12-2019**  
**SAN GIL**



**TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**

Red de monitoreo IoT para la ocupación de rutas en el transporte público y ubicación geográfica de los usuarios del servicio en el municipio de San Gil – Modalidad: Desarrollo Tecnológico

**AUTORES**

MAYRA ALEJANDRA MARTÍNEZ FIGUEROA	1100974955
SERGIO ALEJANDRO ACOSTA FERNÁNDEZ	1010003119
CARLOS ALBERTO RAMÍREZ PRADA	1098358115

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Tecnólogo en Electrónica Industrial**

**DIRECTOR**

ESPECIALISTA INGENIERO YEZID ROLANDO VARGAS GÓMEZ

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN – GITSEIN**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN LAS TECNOLOGÍAS SOCIOECONÓMICAS E  
INGENIERAS

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERAS  
TECNOLOGÍA EN ELECTRONICA INDUSTRIAL  
**SAN GIL**

**FECHA DE PRESENTACIÓN: 06-12-2019**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del Jurado

## DEDICATORIA

Dedicación especial a Dios, a nuestras familias, por todo el apoyo brindado durante el transcurso del desarrollo de este proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los más sinceros agradecimientos a las Unidades Tecnológicas, a todos los profesores que fueron parte de este proceso, en especial al Ing. Yezid Rolando Vargas Gómez, Hernán Darío Díaz y Oscar William Vergara Romero, puesto que su constante apoyo y motivación, nos ayudó para la creación del presente trabajo, además nos forjaron como los tecnólogos que somos ahora.

## TABLA DE CONTENIDO

<b><u>RESUMEN EJECUTIVO.....</u></b>	<b>11</b>
<b><u>INTRODUCCIÓN.....</u></b>	<b>12</b>
<b><u>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</u></b>	<b>13</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3. OBJETIVOS .....	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES .....	15
<b><u>2. MARCOS REFERENCIALES .....</u></b>	<b>17</b>
➤ MARCO CONCEPTUAL .....	17
2.1. MARCO TEÓRICO .....	19
2.2. MARCO LEGAL.....	24
2.3. MARCO AMBIENTAL:.....	26
<b><u>3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO .....</u></b>	<b>27</b>
3.1. DESARROLLO DE LAS FASES .....	27
3.1.1. FASE 1: .....	27
3.1.2. FASE 2: .....	35
3.1.3. FASE 3: .....	36
3.1.4. FASE 4: .....	37
3.2. DESARROLLO DE LA INTERFAZ.....	38
3.2.1. CREACIÓN DE LA INTERFAZ:.....	38
3.2.2. PROGRAMACIÓN.....	39
3.2.3. PRUEBAS DE APLICACIÓN. ....	42
3.3. DESARROLLO EN FIREBASE.....	43
3.3.1. ENTORNO DE DESARROLLO .....	44
3.3.2. INSTALACIONES NECESARIAS .....	44
3.3.3. CREACIÓN DE LA INTERFAZ.....	44
3.3.4. PROGRAMACIÓN.....	45
<b><u>4. RESULTADOS .....</u></b>	<b>48</b>
4.1.1. PRUEBAS DE LA APLICACIÓN .....	48
<b>4.2. FASES ESTABLECIDAS.....</b>	<b>54</b>
4.2.1. FASE 1 .....	54
4.2.2. FASE 2 .....	54

4.2.3.	FASE 3 .....	54
4.2.4.	FASE 4 .....	54
4.2.5.	FASE 5 .....	56
<b>4.3.</b>	<b>RESULTADOS DE APP INVENTOR.....</b>	<b>57</b>
4.3.1.	RESULTADOS DE LA INTERFAZ .....	57
4.3.2.	PRUEBA DE APP. ....	58
<b>4.4.</b>	<b>RESULTADOS DE FIREBASE.....</b>	<b>59</b>
<b><u>5.</u></b>	<b><u>CONCLUSIONES .....</u></b>	<b><u>67</u></b>
<b><u>6.</u></b>	<b><u>RECOMENDACIONES.....</u></b>	<b><u>68</u></b>
<b><u>7.</u></b>	<b><u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</u></b>	<b><u>69</u></b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. IOINC.....	20
Figura 2. FIREBASE .....	21
Figura 3. Sistema de registro de Adobe Creative Cloud - Instalación de Adobe XD CC dentro de la aplicación. ....	22
Figura 4. Definición del tipo de SO y medidas iniciales del proyecto en Adobe XD CC....	23
Figura 5. Manejo del entorno grafico en Adobe XD CC.....	23
Figura 6. Cálculo de la muestra para la aplicación de la encuesta .....	28
Figura 7. Encuesta Para los Usuarios del transporte público. ....	28
Figura 8. Primera pregunta de la encuesta .....	29
Figura 9. Segunda pregunta de la encuesta .....	30
Figura 10. Tercera pregunta de la encuesta .....	30
Figura 11. Cuarta pregunta de la encuesta .....	31
Figura 12. Quinta pregunta de la encuesta .....	31
Figura 13. Sexta pregunta de la encuesta.....	32
Figura 14. Séptima pregunta de la encuesta.....	32
Figura 15. Octava pregunta de la encuesta .....	33
Figura 16. Novena pregunta de la encuesta .....	33
Figura 17. Décima pregunta de la encuesta.....	34
Figura 18. Décima primer pregunta de la encuesta.....	34
Figura 19. FireBase Y Mongo DB .....	35
Figura 20. Idea principal del Mapa Visual del Prototipo como cliente en San Gil .....	37
Figura 21. Tabla de latitud y longitud en la función tables .....	38
Figura 22. Interfaz de la App.....	39
Figura 23. Programación de notificación .....	39
Figura 24. Programación del sensor de localización. ....	40
Figura 25. Función pon comillas. ....	40
Figura 26. Programación del botón. ....	41
Figura 27. Segunda Notificación. ....	41
Figura 28. Prueba de primera notificación - Coordenadas .....	42
Figura 30. Prueba de segunda notificación Error 2601 .....	43
Figura 32. Entorno de desarrollo.....	44
Figura 33. Estructura de carpetas. ....	44
Figura 34. Programación de UUID de dispositivos.....	45
Figura 35. Interfaz de la aplicación. ....	46
Figura 36. Programación para ingreso del conductor.....	46
Figura 37. Programación para localización del conductor. ....	47
Figura 38. Coordenadas. ....	47
Figura 39. Base de datos.....	48
Figura 40. Diagrama de secuencia del conductor. ....	49
Figura 41. Mapa con la localización del bus.....	49
Figura 42. Diagrama de secuencia del cliente. ....	50
Figura 43. Ubicación del cliente. ....	51
Figura 44. Entrada a la Base de datos.....	52



Figura 45. Base de datos.....	52
Figura 46. Datos de ubicación .....	53
Figura 47. Lecturas de entrada .....	53
Figura 48. Diagrama de secuencia del conductor. ....	55
Figura 49. Diagrama de secuencia del cliente. ....	55
Figura 50. Interfaz.....	57
Figura 51. Programación .....	57
Figura 52. Error de función tables.....	58
Figura 53. Recorrido del conductor.....	59
Figura 54. Recorrido del conductor.....	60
Figura 55. Base de datos con coordenadas nuevas. ....	60
Figura 56. Base de datos con coordenadas nuevas. ....	61
Figura 57. Vista del usuario. ....	61
Figura 58. Ubicación del usuario en la base de datos.....	62
Figura 59. Vista del usuario. ....	62
Figura 60. Vista del usuario - Cliente haciendo uso de la App .....	63
Figura 62. Ubicación de las coordenadas en Google Maps. ....	63

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Comparación Base de Datos ..... 36

## RESUMEN EJECUTIVO

El transporte público es uno de los servicios más usados en todo el mundo, existiendo una amplia variedad de aplicaciones que se pueden ver beneficiadas con ayuda de las tecnologías. Una de ellas es permitir al administrador del sistema de transporte, la regulación de los flujos de tránsito, controlar las unidades de transporte, y ofrecer una mejor calidad de vida a los ciudadanos.

Por ello la presente tiene como objetivo implementar un prototipo capaz de monitorear flotas de transporte público en el municipio de San Gil utilizando las nuevas tecnologías IoT por medio de sistemas de ubicación geográfica, para obtener diversos datos e información usados para el beneficio de los usuarios, administradores, y demás conductores del servicio vial.

La metodología tiene un enfoque: exploratorio - cuantitativo, haciendo uso de las bibliografías disponibles para extraer variables significativas, para empresas de buses de transporte público e información para el usuario particular mediante el uso de sus dispositivos de comunicación para la localización.

El método es inductivo – analítico, partiendo de las observaciones particulares para definir datos enriquecedores y las experiencias subjetivas de los usuarios haciendo preguntas de las carencias del servicio a través de una encuesta.

La técnica es documental – de campo, como proceso sistemático disciplinado basado en diferentes puntos de vista y/o experiencias de los administradores y usuarios.

Se descarta la idea de hacer un prototipo GPS, sin embargo, se crea una interfaz amigable al usuario que se aprovecha de los sistemas de comunicación presentes en los smartphone de los conductores, siendo así una alternativa económica para la empresa.

Se puede destacar que Firebase no permite realizar un análisis de distancia entre una buseta y el usuario, su velocidad, y tampoco permite ver qué ruta realizan las empresas, sin embargo, la comunicación mediante Firebase y google maps, funcionó correctamente.

**PALABRAS CLAVE.** Control, GPS, Monitoreo, Sistemas de Transporte público.

## INTRODUCCIÓN

Observamos cómo cada día se tiende siempre a mejorar la calidad de vida de las personas, tanto en productos como también en los servicios, aunque siempre existirá la forma de actualizarlos periódicamente, ya que estas, no tienen ningún límite, es así como la problemática del presente, se centra en los inconvenientes de los administradores de empresas de transporte público, puesto que algunas compañías no cuentan con un sistema de monitoreo de bajo costo, así como también para beneficiar a los usuarios.

Se puede decir que es un proceso sistemático, disciplinado y controlado y está directamente relacionada a los métodos de investigación que son dos, la investigación cualitativa y la investigación cuantitativa. La idea tiene en conjunto una serie de investigaciones subjetivas de las necesidades de los usuarios, haciendo preguntas de sus carencias en el servicio, así como también para ayudar a los empresarios de cada compañía de transporte público.

Haciendo indagaciones cuantitativas estas entregan valores tipo numéricos, que son usados como un conexo en la elaboración del proyecto, llevándola a una imagen o dato tipo texto el cual es entregado a los usuarios y administradores de la empresa de transporte público.

Este proyecto cuenta con fuentes generadas por las ideas de experiencias individuales, materiales escritos, audiovisuales, programas de radio o televisión, información de Internet, conversaciones u observaciones personales, etc.

A partir de esto, se implementa una aplicación la cual se aprovecha de los GPS de cada smartphone que usan los conductores de los colectivos y permite la ubicación en tiempo real de los autobuses, permitiendo adquirir un mayor control sobre la empresa de transporte, ya que los datos se guardan en una base de datos con coordenadas de las flotas activas, y así las personas que usen este servicio tengan un conocimiento de la llegada de los colectivos a sus destinos. Se espera que la atención ofrecida de este sistema contribuya a eliminar contratiempos de espera en los usuarios, igualmente, monitorear el efecto que tiene la implementación de la aplicación en los buses y observar la ubicación de los usuarios para un manejo de variables de recolección de datos en la base central de control manteniendo el seguimiento de las respuestas de cada uno de los datos para así observar el comportamiento de los usuarios por el servicio prestado y hacer las reformas necesarias.

El objetivo principal es realizar una aplicación capaz de monitorear colectivos de transporte público por medio de un sistema de control, usando sensores de ubicación de los celulares de cada persona que utilice la aplicación y así obtener diversos datos de información que serán usados para el beneficio de los usuarios, administradores, empresarios del servicio y demás conductores viales. Estudiar el rendimiento del servicio durante el año y así observar el incremento y no perder de vista el aumento de personas satisfechas, así como también el desarrollo o evolución del sistema, con un análisis intuitivo de algunas variables.

## DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según estadísticas de la Alcaldía Municipal de San Gil el número total de habitantes en 2005 fue de 42998, en 2017 el periódico “El Espectador” estimó aproximadamente “45 mil habitantes”, proyectándose finalmente por Population.City un supuesto para 2019 en la tasa de aumento de la población que alcanzaría a los 46061. Es debido a este crecimiento de personas en un pueblo con vías diseñadas para la circulación de un tránsito limitado, que poco a poco se generaran graves problemas de congestión vial que pueden resolverse si se realizan ciertas correcciones anticipadamente, opciones que favorezcan tanto a los administradores de las empresas de transporte público, seguridad vial, como a los usuarios o pasajeros que hacen uso de dichos servicios.

Es por esto que se planteó la siguiente pregunta a este problema: ***¿Cómo implementar un sistema capaz de regular el tránsito de vehículos de transporte público en las pequeñas ciudades con características similares a las del municipio de San Gil utilizando las nuevas tecnologías que permitan ayudar a la movilidad vial u ofrecer a sus habitantes mejores servicios?***

### 1.2. JUSTIFICACIÓN

Vivimos en un municipio en donde “orden”, en materia de transporte, no es más que una palabra que se repite una y otra vez sin que se haga algo al respecto. Se opera bajo un modelo urbanístico anticuado. Usualmente la solución al tráfico y congestión es la de ampliar la oferta. Pero en lugar de ampliar la oferta vial, una alternativa es el modelo de ciudad que controla la demanda de viajes en vehículo y promueve la demanda del transporte sostenible. Este modelo representa una tendencia global en el urbanismo y ha sido exitoso en otras ciudades como Bogotá. Actualmente se ha venido observando el uso de las tecnológicas durante más de una década como métodos de solución a ciertos problemas que se generan diariamente. Es así como la implementación de una solución basada en una red de monitoreo IoT para la ocupación de rutas en el transporte público y ubicación geográfica de los usuarios del servicio en el municipio de San Gil, aparte de favorecer a los usuarios del servicio, también beneficia a los administradores puesto que no se tiene una idea exacta y precisa de donde están los buses, o de si sus choferes cumplen el trayecto completo ya que están acostumbrados a omitir rutas.

Por tanto el presente trabajo aborda el desarrollo de un sistema de monitoreo de una red de buses de transporte público integral, mediante el empleo de tecnologías modernas de comunicación y posicionamiento, con un sistema de procesamiento de información que permita al administrador del sistema la regulación de los flujos de tránsito, controlar las unidades de transporte, disminuir el riesgo de accidentes y ofrecer una mejor calidad de vida a los ciudadanos. El sistema de monitoreo se desarrolla principalmente para ser

implementado en la flota de las empresas de transporte público, teniendo como finalidad apoyar a la creación de un sistema inteligente de transporte. El empleo de transceptores GPS/GSM permitirá obtener datos de posición (latitud, longitud), fecha, hora y velocidad de desplazamiento del móvil monitoreado. Esta información será enviada a una central en la que será procesada. Una vez procesada la información, el administrador podrá tomar acciones correctivas necesarias, como aumentar o disminuir la frecuencia de los buses, controlar el exceso de velocidad, proveer la información de tiempo y distancia de llegada a los usuarios a través de mensajes de texto o aplicación para Smartphone. Se muestra las potencialidades del sistema mediante el desarrollo de un sistema de visualización que provea información de tiempo de arribo a los usuarios.

Se crea así, un sistema útil para la vida diaria de los sangileños que no cuentan con un transporte particular, y usan principalmente el transporte público, teniendo una mayor conformidad e información a la hora de acceder a este servicio. Esto con el fin de brindar una mejor calidad de vida a los ciudadanos, colaborar a la sociedad de las imprudencias, así como también prevenir congestiones en las vías y reducir el peligro de accidentes.

En el ámbito institucional este proyecto contribuye con el avance en la línea de investigación de control – automatización de procesos e industria 4.0 del Grupo de Investigación en Tecnologías Socioeconómicas e Ingenierías (GITSEIN) en articulación con el semillero SSCADA del programa de Electrónica Industrial, con el diseño de una red de monitoreo IoT para la ocupación de rutas en el transporte público y ubicación geográfica de los usuarios del servicio en el municipio de San Gil, aparte de favorecer a los usuarios del servicio. Con la ejecución del proyecto se hace un aporte a la comunidad del transporte público de todo índole, dando efectividad en el manejo de sus procesos y una instauración de controles autómatas asequibles de manera económica, mejorando de este modo los puntos nombrados con anterioridad.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar un prototipo capaz de monitorear flotas de transporte público en el municipio de San Gil utilizando las nuevas tecnologías e IoT por medio de sistemas de ubicación geográfica, para obtener diversos datos e información usados para el beneficio de los usuarios, administradores, y demás conductores del servicio vial.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Desarrollar una interfaz sencilla amigable a los usuarios que presentara los diferentes valores de rapidez y/o desplazamiento para los vehículos monitoreados, así como las coordenadas, datos de fecha, hora, entre otros que serán enviados mediante mensajes de texto o una aplicación para dispositivos móviles.

Registrar en una base de datos central, la información adquirida mediante la recopilación de una serie de datos característicos en una ruta de transporte, que permita acceder fácilmente a la misma en cualquier momento para el estudio de los directivos y/o como soporte ante cualquier solicitud.

Permitir al director encargado de la base de datos, realizar acciones reformatórias necesarias, como disminuir o aumentar la frecuencia de paso de los vehículos en ciertas áreas, conjuntamente verificar cuando el chofer excede el límite de velocidad y a su vez comunicar el potencial de peligros, recorridos, entre otras opciones.

#### 1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

Barreto, Bautista (2015) Sistema de monitoreo del LOBOBUS. Bolivia, ECORFAN. La propuesta desarrollada presenta una alternativa al monitoreo del transporte, la cual se realizó dentro de la ciudad Universitaria de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, haciendo uso principalmente del Internet de las Cosas, pero que podría extenderse a otras rutas de transporte público. Esta propuesta sólo requiere que durante todo el trayecto de la ruta se tenga cobertura de Internet, con lo cual no existe un costo adicional por el uso del sistema. Como parte del trabajo futuro se propone mejorar la interface del sistema y desarrollar una aplicación para dispositivos móviles en teléfonos inteligentes.

Meza Romero (2017). Sistema de monitoreo de una red de buses de transporte público e información para usuario empleando transceptores GPS/GSM. Perú, Universidad Católica. El sistema de monitoreo se desarrolla principalmente para ser implementado en la flota de las empresas de transporte público, teniendo como finalidad apoyar a la creación de un sistema inteligente de transporte para dicha capital. Se demostró mediante la implementación del sistema junto con las pruebas realizadas que es posible la realización de un sistema de monitoreo, empleando comunicación GSM, posicionamiento satelital (GPS), procesamiento por software, gestión de base de datos y envío de información al usuario a través del paradero.

ECORFAN (2016) REGISBUS. Colombia/Cali. Sistema electrónico de conteo de pasajeros anti evasor y antifraude. Permite controlar, almacenar y obtener información de la producción diaria de la empresa. Trabaja con tecnologías RF, GPS, GPRS y software operativo. Fácil de acoplar con tecnología modular. En términos de gestión, operación y recaudo, provee el recurso humano necesario para la administración de las soluciones tecnológicas de apoyo, de tal forma que se garantizan los mejores resultados.

Grueso (2018). App ubica por GPS buses y pasajeros. Colombia/Manizales. Universidad Nacional de Colombia. El sistema ubica puntos de la persona que espera y de los buses que recorren los intercampus en trayectos de ida y vuelta. Al seleccionar alguno de estos vehículos, el dispositivo indica cuántos pasajeros lleva y cuál ruta está recorriendo en tiempo real.

La construcción de este servicio, opera con un sistema Arduino (tarjeta de hardware - software) que ayuda a tener la información geo referenciada y después enviarla al dispositivo móvil.

Artimo (2018). Trabajo conjunto para el monitoreo de buses. Colombia/Medellín. Contar con este sistema de monitoreo permite tener control sobre variables del motor en tiempo real así se puede atender el vehículo inmediatamente, El sistema cuenta con GPS, que deja ubicar los vehículos y controlar el combustible que tienen. El controlar variables importantes para esta operación como lo son la velocidad promedio y ubicación del vehículo, la presión y temperatura de aceite, además del servicio de diagnóstico en tiempo real de los equipos que realiza la flota demuestran las grandes posibilidades en nuevos servicios que este trabajo permite.



## 2. MARCOS REFERENCIALES

### ➤ MARCO CONCEPTUAL

#### ✓ LOS “SMARTPHONE”

Es el término en inglés que se utiliza en el ámbito comercial para nombrar un “Teléfono inteligente” que cuenta con una pantalla táctil y ofrece más funciones que un móvil común. Una de las características más importantes que posee este equipo es que permite la instalación de programas que sirven para aumentar el procesamiento de datos o conectividad, las aplicaciones son creadas por los mismos operadores o fabricantes del dispositivo o en ocasiones desarrolladas por un tercero. En conclusión, los Smartphone permiten realizar operaciones que hace años atrás solo las podíamos hacer por medio de un ordenador y a pesar de ser dispositivos muy pequeños a comparación de los computadores la velocidad y el procesamiento de datos en ocasiones es mucho más rápido que un ordenador.

#### ✓ DISPOSITIVOS MOVILES EN COLOMBIA

Un estudio realizado en Junio del año 2017 revela que los millennials se la pasan conectados más de 120 minutos al día en Colombia, el uso de dispositivos móviles ha tenido un crecimiento exponencial a nivel mundial ya que los celulares han facilitado la vida cotidiana ya sea para comunicarnos con otras personas, usarlo como medio de entretenimiento o utilizarlo para enterarnos de noticias relevantes a nivel global a parte de ir aprendiendo cosas nuevas si se le da el uso adecuado a estas tecnologías.

Hoy en día los dispositivos móviles se utilizan con más frecuencia que un computador para navegar en la red, incluso suplen la gran mayoría de sus funciones. Uno de los datos más destacados que reveló este estudio es que 9 de cada 10 colombianos navega en internet por medio de su Smartphone. El estudio de este crecimiento fue realizado y liderado por IMS acompañado de ComScore, empresas encargadas del marketing y comunicaciones digitales.

#### ✓ ANDROID COMO SISTEMA OPERATIVO LIDER EN SMARTPHONES

Android es el sistema operativo más vendido en Colombia y el mundo entero, su superioridad ante otros sistemas operativos es inigualable ya que el 81% de los celulares que utilizan los colombianos tienen este sistema operativo seguido del iOS con un 13%, esta cifra es muy similar a la que maneja el mercado móvil a nivel internacional dejando en claro que Android es líder con un 81.7% y iOS con un 17.9%. La conexión preferida por los usuarios es a través de WIFI, aunque las tecnologías 3G y 4G han tenido un aumento considerable en los dispositivos móviles en el País llegando al 44%, lo que permite más publicidad y uso de apps.

En Colombia los celulares tienen un promedio de 19 aplicaciones instaladas pero esta cifra ha aumentado un 8% las aplicaciones instaladas a comparación de estudios

realizados en el 2015. La actividad a la que los usuarios acceden con mayor frecuencia desde su dispositivo móvil son las redes sociales obteniendo un porcentaje de 82% seguido de la mensajería instantánea que llega alrededor de un 79%.

### ✓ **APLICACIÓN MOVIL**

Son programas que permiten jugar, interactuar con otros usuarios o acceder a distintos tipos de contenidos. Para poder descargar una aplicación se hace directamente desde el dispositivo entrando a las diferentes plataformas que funcionan como markets o tiendas.

Los sistemas operativos más conocidos para acceder a esta interfaz son: Android, IOS, BlackBerry Os y Windows Phone, cada uno cuenta con su propia tienda virtual de descargas. Se debe tener presente que no todas las aplicaciones son gratuitas, esto depende del proveedor y el tipo de servicio que ofrezca por eso es importante leer muy bien los términos y condiciones al momento de descargar una aplicación ya que muchas de estas piden autorización para acceder a información privada del celular como llamadas, contactos, galería, entre otros, por ese motivo se debe tener cuidado con aplicaciones de terceros porque pueden pedir acceso a cuentas privadas y sin darnos cuenta les estaremos dando autorización para que nos realicen algún tipo de robo cibernético.

Al momento de descargar aplicaciones que ofrecen información o localización como mapas, recorridos o circuitos siempre van a pedir acceso al GPS, una vez descargadas las aplicaciones es normal que el sistema pida actualizaciones constantemente.

### ✓ **ANDROID**

Es un sistema operativo que en un inicio su desarrollo fue enfocado más hacia los teléfonos inteligentes y con el tiempo se fue implementando en tablets, automóviles, entre otros dispositivos, este sistema tiene una característica muy importante el cual es su núcleo operativo basado en Linux lo que hace que sea un sistema libre, gratuito y multiplataforma.

### ✓ **SISTEMA OPERATIVO**

Es un software o conjunto de programas que permiten al usuario interactuar con el equipo el cual se encarga de la ejecución de programas o aplicaciones instaladas en el disco duro.

### ✓ **PLAY STORE**

Es la tienda virtual de descargas de aplicaciones móviles que maneja el sistema operativo Android, desarrollada y operada por Google, donde se pueden encontrar aplicaciones para todo tipo de gustos y necesidades como juegos, música, libros, entretenimiento, entre otros.

No todas las aplicaciones son gratuitas, algunas piden un costo adicional para poder descargarlas y utilizarlas.

## ✓ **ADOBE XD CC**

Es una herramienta basada en vectores desarrollada y publicada por Adobe Inc. para diseñar y crear prototipos de la experiencia del usuario para aplicaciones web y móviles.

El software está disponible para macOS y Windows.

Actualmente la aplicación está completamente operativa. Según informa Adobe, más de 5.000 diseñadores participaron en las pruebas de pre-lanzamiento. La finalidad fue priorizar y optimizar el conjunto de herramientas para el trabajo a nivel profesional.

Algunas de las principales características que tiene la aplicación son la velocidad con la que podemos cambiar de la vista de diseño a la vista de prototipo, la compatibilidad real con otros programas de la Creative Cloud o la posibilidad de crear prototipos animados con elementos que podremos generar desde la misma aplicación o bien importar ya creados desde otras.

## **2.1. MARCO TEÓRICO**

### **TRANSPORTE PUBLICO Y MONITOREO DE FLOTAS**

El transporte público es un servicio que se le brinda a los usuarios que necesitan llegar a un determinado destino, debido a que por diferentes razones no tienen medio para hacerlo, con el fin de ayudar a la movilidad de la comunidad.

A partir de esto, se implementará una aplicación la cual se aprovecha de los GPS de cada smartphone que usan los conductores de los colectivos y permite la ubicación en tiempo real de los autobuses que permiten adquirir un mayor control sobre la empresa de transporte, ya que los datos se guardaran en una base de datos con coordenadas de las flotas activas, y así las personas que usen este servicio tengan un conocimiento de la llegada de los colectivos a sus destinos. Se espera que la atención ofrecida de este sistema contribuya a eliminar contratiempos de espera en los usuarios.

Monitorear el efecto que tiene la implementación de la aplicación en los buses u observar la ubicación de los usuarios para un manejo de variables de recolección de datos en la base central de control manteniendo el seguimiento de las respuestas de cada uno de los datos para así observar el comportamiento de los usuarios por el servicio prestado permitiendo además hacer las reformas necesarias.

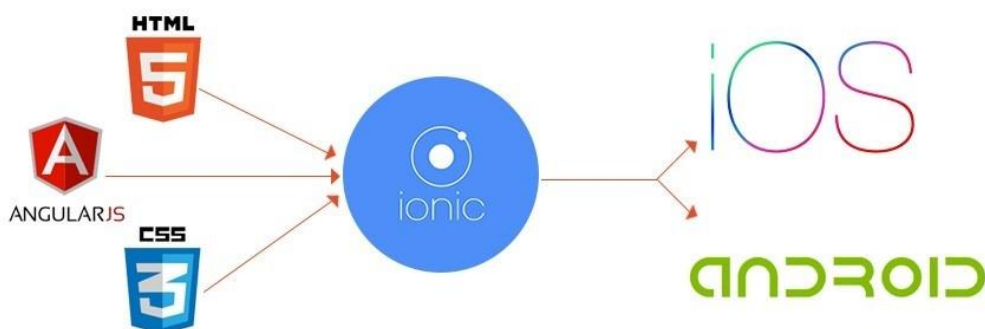
### **2.1.2 LENGUAJES DE PROGRAMACION**

**HTML:** “Se entiende como un sistema que permite ordenar y etiquetar diversos documentos dentro de una lista. Se utiliza para el desarrollo de páginas de Internet. Se trata de un formato abierto que surgió a partir de las etiquetas SGML (Standard Generalized Markup Language)”

### **2.1.3 PLATAFORMAS PARA LA CREACION DE APLICACIONES**

**IOINC:** Es un “framework para el desarrollo de aplicaciones híbridas, inicialmente pensado para móviles y tablets, aunque ahora también capaz de implementar aplicaciones web e incluso dentro de pocas aplicaciones de escritorio multiplataforma. Su característica fundamental es que usa por debajo Angular 2 y una cantidad de componentes enorme, que facilita mucho el desarrollo de las aplicaciones. Se trata de una estupenda herramienta para la creación de aplicaciones sorprendentes, pensada para obtener resultados de una manera rápida y con una menor inversión económica, ya que permite crear aplicaciones para distintas plataformas móviles con una misma base de código.”

Figura 1. IOINC



Fuente: <http://mysolutions.cl/wp-content/uploads/2018/07/ionic2.jpg>

**APP INVENTOR:** Es un entorno de desarrollo de software creado por Google Labs para la fabricación de aplicaciones predestinadas al SO (Sistema Operativo) de Android. El lenguaje de código consiste en un conjunto de herramientas básicas, las cuales se irán enlazando en una serie de bloques para elaborar la aplicación gratuitamente, gracias a que se puede acceder fácilmente de la web.

#### 2.1.4 SISTEMA OPERATIVO ANDROID

Android “es un sistema operativo móvil desarrollado por Google, basado en Kernel de Linux y otros software de código abierto. Fue diseñado para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes, tabletas, relojes inteligentes (Wear OS), automóviles (Android Auto) y televisores (Android TV).”

#### 2.1.5 BASE DE DATOS

**FIREBASE:** Es una “plataforma ubicada en la nube, integrada con Google Cloud Platform, que usa un conjunto de herramientas para la creación y sincronización de proyectos que serán dotados de alta calidad, haciendo posible el crecimiento del número de usuarios y dando resultado también a la obtención de una mayor monetización.

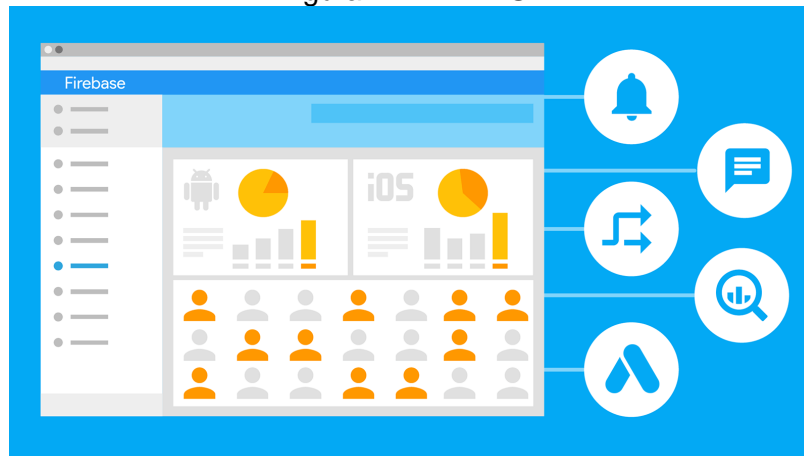
Los desarrolladores tendrán una serie de ventajas al usar esta plataforma:

- Sincronizar fácilmente los datos de sus proyectos sin tener que administrar conexiones o escribir lógica de sincronización compleja.
- Usa un conjunto de herramientas multiplataforma: se integra fácilmente para plataformas web como en aplicaciones móviles. Es compatible con grandes plataformas, como IOS, Android, aplicaciones web, Unity y C++.
- Usa la infraestructura de Google y escala automáticamente para cualquier tipo de aplicación, desde las más pequeñas hasta las más potentes.
- Crea proyectos sin necesidad de un servidor: Las herramientas se incluyen en los SDK para los dispositivos móviles y web, por lo que no es necesario la creación de un servidor para el proyecto.

Firebase dota a sus usuarios de una gran documentación<sup>2</sup> para crear aplicaciones usando esta plataforma. Aparte de esto, ofrece soporte gratuito mediante correo electrónico para todos sus usuarios, y además sus desarrolladores participan activamente en plataformas como Github y StackOverflow, así como poseen un canal de Youtube<sup>3</sup> explicando el funcionamiento de varias de sus herramientas.

Gracias a todas estas funcionalidades, cualquier desarrollador puede combinar y adaptar la plataforma a medida de sus necesidades.”

Figura 2. FIREBASE



Fuente:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/Firebase\\_Logo.svg/245px-Firebase\\_Logo.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/Firebase_Logo.svg/245px-Firebase_Logo.svg.png)

### ✓ USO DE ADOBE XD CC

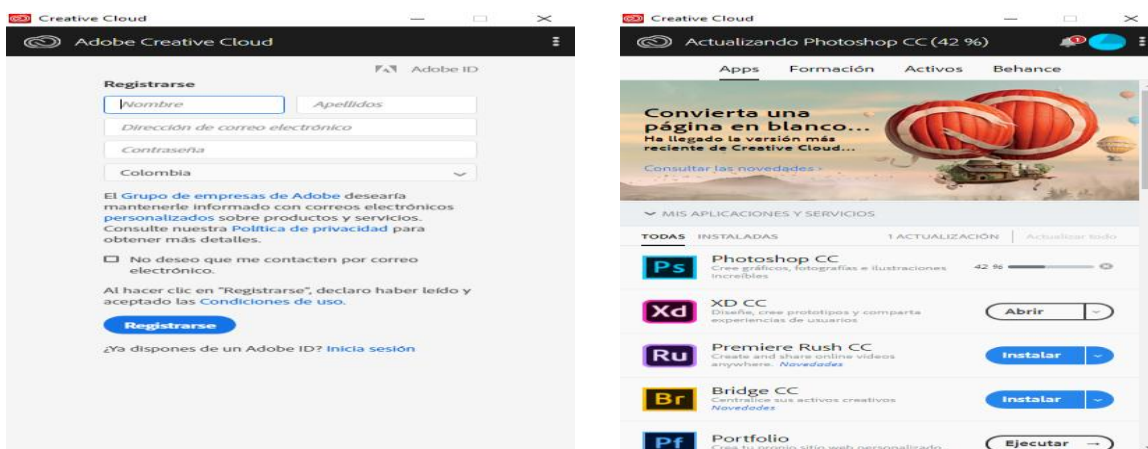
Cuenta con unos requisitos en cuanto al tipo de sistema operativo en ejecución para su funcionamiento y uso, se debe disponer de una conexión a Internet estable, para instalar y para utilizar Adobe XD CC, se necesita la actualización de los creadores de Windows 10 (64 bits) (v1703 (compilación 10.0.15063) o posterior), o macOS 10.12 o posterior.

- Procesador Intel multinúcleo con soporte de 64 bits con 1.4 GHz.
- La conexión a Internet y el registro son necesarios para la activación del software requerido, la validación de las suscripciones y el acceso a los servicios en línea.
- 4 GB de RAM, de los cuales 2 GB de espacio disponible en el disco duro.
- Conjunto de características de DDI 3D directo mínimo: 10.

Para la iniciación del entorno de Adobe XD CC, se deben seguir una serie de pasos:

1. Crear una cuenta en los servicios de Adobe Creative Cloud.

Figura 3. Sistema de registro de Adobe Creative Cloud - Instalación de Adobe XD CC dentro de la aplicación.



Fuente: Autores

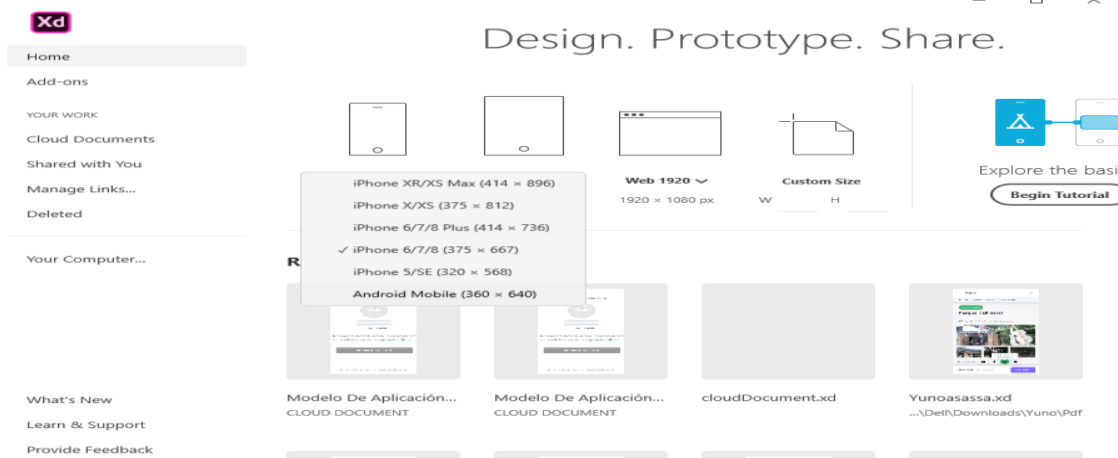
Se procede a realizar el respectivo registro dentro de la plataforma de Adobe Creative Cloud, llenando todos los campos en blanco con información personal y demográfica, una vez completado se procede a dar click en el botón de registrar.

2. Instalar la aplicación de Adobe XD

Se inicia el proceso de descarga de la aplicación correspondiente, en nuestro caso utilizando XD CC, una vez finalizada e instalada se dará clic en abrir.

3. Creación de un proyecto y definición de parámetros en Adobe XD CC.

Figura 4. Definición del tipo de SO y medidas iniciales del proyecto en Adobe XD CC.

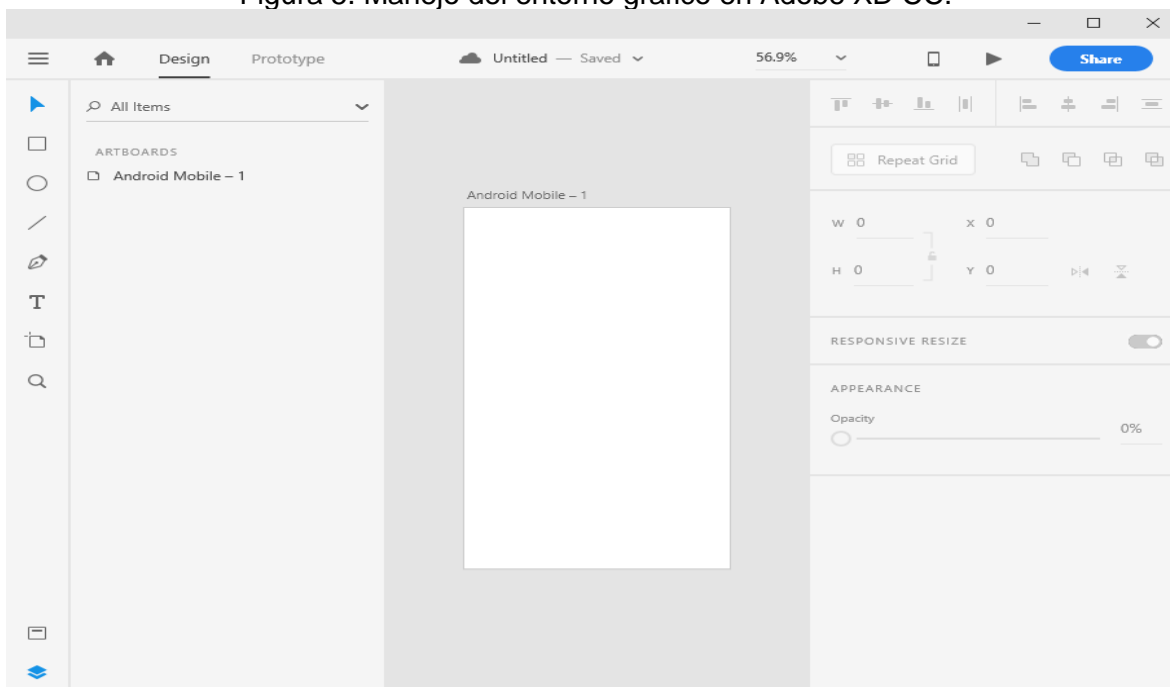


Fuente: Autores

Dentro de esta sección se define el tipo de dispositivo para el cual se va a diseñar nuestro aplicativo móvil, en nuestro caso será Android como sistema operativo base e iOS como complemento.

#### 4. Creación del diseño y uso de herramientas.

Figura 5. Manejo del entorno grafico en Adobe XD CC.



Fuente: Autores

La interfaz inicial de desarrollo cuenta con una plantilla en blanco, la cual se modifica y complementa con información de sitios turísticos de gran acogida dentro del municipio de San Gil y sus alrededores.

## ✓ **DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS**

Para que una aplicación cumpla eficientemente sus objetivos y logre alcanzar unos resultados óptimos en la incorporación de una base de datos, se deben seguir una serie de pasos y procesos en su desarrollo:

1. Análisis: comenzar estudiando a fondo el mundo real que se desea representar en la aplicación y base de datos.
2. Diseño del modelo entidad / relación: se concibe la base de datos con un modelo de datos orientado a la maquina/plataforma.
3. Diseño del modelo relacional: se debe transformar el modelo E/R en el modelo relacional, teniendo muy en cuenta la teoría de la normalización.
4. Lenguaje SQL y base de datos final: se tendrá que codificar en lenguaje SQL el modelo relacional expuesto anteriormente.

## **2.2. MARCO LEGAL**

La ley 1273 de 2009 por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado - denominado "de la protección de la información y de los datos"- y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones.

La aplicación contara con todas las garantías y medidas necesarias para el correcto tratamiento de los datos bajo el amparo de estas leyes y normas que rigen en nuestro país, tomando como referencia el artículo 269F que hace referencia a la violación de datos personales y el articulo 269G a la Suplantación de sitios web para capturar datos personales.

Así mismo, la ley estatutaria 1581 de 2012 por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales, que tiene por objeto desarrollar el derecho constitucional que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en bases de datos o archivos, y los demás derechos, libertades y garantías constitucionales.

- Esta es una iniciativa diseñada desde Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y su plan Vive Digital para promover y potenciar la creación de negocios a partir del uso de las TIC, poniendo especial interés en el desarrollo de aplicaciones móviles, software y contenidos.

✓ Impulsor de la iniciativa:



### Viceministerio General

✓ Iniciativa

Impulso al desarrollo de aplicaciones móviles. Constitución Apps.co

✓ Dependencia Responsable  
Despacho Viceministro General

✓ Objetivos

Fortalecer el ecosistema de emprendimiento TIC a nivel nacional  
Política de Desarrollo Administrativo  
Gestión misional y de Gobierno

• Iniciativa

Educación y TIC (Incluyendo software para interacción entre los padres y las escuelas)

✓ Dependencia Responsable

CPE- Computadores Para Educar

✓ Objetivos

Fomentar y promocionar las TIC en la comunidad académica mediante el uso y apropiación de una plataforma de interacción y comunicación que beneficie a toda la comunidad educativa (padres, alumnos, docentes y directivos).

Política de Desarrollo Administrativo  
Gestión misional y de Gobierno

- Esta iniciativa busca fortalecer los sectores en la industria que generen conocimiento y desarrollen nuevas formas de pensamiento en la parte digital a través de la tecnología. A partir de promover la creatividad, desarrollar las capacidades, fortalecer los procesos de pre-producción, producción y postproducción para facilitar el acceso a mercados con mecanismos de financiación y aseguramiento de calidad.

✓ Impulsor de la iniciativa

Viceministerio General.

✓ Iniciativa

### Promoción de la industria de Contenidos Digitales.

✓ Dependencia Responsable

Viceministerio General.

✓ Objetivos

Fomentar la industria de Contenidos Digitales en Colombia  
Promover Aplicaciones y Contenidos Digitales  
Política de Desarrollo Administrativo  
Gestión misional y de Gobierno

- DECRETO 1079 DE 2015  
Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte.

#### TÍTULO 1 TRANSPORTE TERRESTRE AUTOMOTOR

##### ARTÍCULO 2.2.1.1.5.3. Autorización de nuevos servicios.

“...la optimización de los equipos de acuerdo con la demanda, la utilización de tecnologías limpias y otros parámetros que contribuyan a una mejora sustancial en la calidad y nivel de servicio inicialmente fijados.”.

(Decreto 170 de 2001, artículo 24).

### 2.3. MARCO AMBIENTAL:

Con el fin de promover el cuidado del ecosistema y la no contaminación del medio ambiente, se optó por hacer de las tecnologías un nuevo camino que marque la diferencia, el cual no contiene químicos ni contaminantes, los cuales puedan afectar a la fauna y la flora, como tampoco a los seres humanos y así proteger la vida en nuestro entorno.

### 3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

Para mejorar la calidad del servicio del transporte público, es una excelente opción, enfocarse en el IOT (Internet de las Cosas), con ayuda de las diferentes plataformas webs y base de datos que permitan al usuario del sistema de transporte, la visualización de los flujos de tránsito, así como también el icono de cada una de las unidades de transporte, para posteriormente ofrecer una mejor eficacia de vida a los clientes.

Esta solución, permitiría al administrador tener control sobre sus empleados, de manera que sus conductores serán identificados con el ID de cada teléfono celular al ingresar a la aplicación para Smartphone desarrollada a continuación.

En este capítulo, se mostrarán las pruebas en diferentes plataformas, tales como APP inventor, Arduino, Android Studios, framework, Ionic, entre otras.; para lo cual fue necesario comenzar, con la realización de un instructivo con las fases primordiales:

- (Fase 1). Iniciación: Documentación e investigación con base en encuestas acerca del servicio de transporte público con sugerencias a mejorar, entre otras cosas.
- (Fase 2). Planificación: Revisión de las características técnicas de los equipos a utilizar, los dispositivos GPS, GSM y demás componentes.
- (Fase 3). Ejecución: Plano esquemático o diagrama de bloques del prototipo, basado en un aspecto estético concreto.
- (Fase 4). Seguimiento: Selección de los diferentes materiales para la construcción del modelo y/o aplicativo.
- (Fase 5). Cierre: Análisis, pruebas, y simulaciones del prototipo para su puesta a punto que garantice su seguridad o validez.

#### 3.1. DESARROLLO DE LAS FASES

##### 3.1.1. FASE 1:

Después de las investigaciones correspondientes en cuanto a que hardware usar, se toma la decisión de utilizar smartphones, como plataforma de control del sistema, puesto que ya cuentan con GPS integrado, wifi, y demás componentes que hacen más fácil, económico y eficaz la elaboración del sistema de monitoreo; además de permitir realizar una interfaz mediante una plataforma que opere sobre el dispositivo, realizar el monitoreo y enviar datos a la nube, cumpliendo así con los objetivos propuestos.

En esta fase, también se realizan las encuestas a los usuarios del transporte público, cuya respuesta a dichas preguntas, formulación y conclusiones se observan a continuación:

##### 3.1.1.1. Realización de la encuesta:

Para determinar la aceptación de los usuarios al pasar de esperar a que llegue su bus deseado, a visualizar su ubicación en tiempo real por medio de una aplicación ligera y sencilla; se elaboró una encuesta para la población Sanguileña, cuya población es de 43.600 habitantes actualmente según la Alcaldía Municipal de San Gil.

Figura 6. Cálculo de la muestra para la aplicación de la encuesta



Fuente: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

Con un nivel de confianza del 90%, y un margen de error del 8%, se estableció para casos prácticos una muestra de 100 personas, las cuales fueron aplicadas a estudiantes, trabajadores, y personas que utilizan el servicio con cotidianidad para realizar sus respectivas labores. Las muestras de la población son de todos los sectores de San Gil sin importar su edad, para así obtener una perspectiva más real de lo que sienten en su mayoría, los usuarios del servicio.

En las siguientes imágenes se evidencia la encuesta realizada en formularios Google.

Figura 7. Encuesta Para los Usuarios del transporte público.

The image shows a Google Form with the UTS logo and name. The questions and options are as follows:

- ¿Qué sistema Operativo tiene su dispositivo móvil? \*
  - iOS
  - BlackBerry
  - Android
  - Ninguno
  - Otra
- ¿Su teléfono celular, cuenta con Internet y GPS? \*
  - Sí, Tiene Internet y GPS
  - Solo Internet
  - Solo GPS
  - Ninguno
- ¿Con qué frecuencia utiliza el servicio de Transporte Público? \*
  - 20 veces por semana
  - 10 veces por semana
  - 5 veces por semana
  - Nunca
- ¿Hacia donde se dirige cuando utiliza los buses de transporte público? \*
  - Colegio
  - Universidad
  - Trabajo
  - Compras

Otras

¿Tiene conocimientos sobre las diferentes rutas y horarios de los Buses Urbanos en el Municipio de San Gil? \*

Sí

No

¿Qué problemas se le presentan por el desconocimiento de las rutas de los buses Urbanos del Municipio de San Gil? \*

Pérdida de tiempo

Dificultad para llegar a su destino

Malestar e incomformidad

¿Cree usted que es de gran ayuda, una aplicación móvil que le permita visualizar geográficamente la ubicación actual de los Buses Urbanos en San Gil? \*

Sí

No

Feliz

Molesto

Fastidiado

Otra

¿Sería de mucha ayuda implementar un sistema que le permita, a usted como usuario, saber el tiempo que tarda un Bus en llegar a su ubicación? \*

Sí

No

Fuente: Autores

Esta encuesta se puede visualizar y/o aplicar por medio del siguiente enlace: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd6a1yX92NdSCO rs4TR Tv9n-h9i2-rJUBoGVJv1PRkN5bvw/viewform>

Para realización de la encuesta, se tomaron muestras de la población de todos los sectores de San Gil sin importar su edad u oficio, para así obtener una perspectiva más real de lo que sienten en su mayoría, los usuarios del servicio.

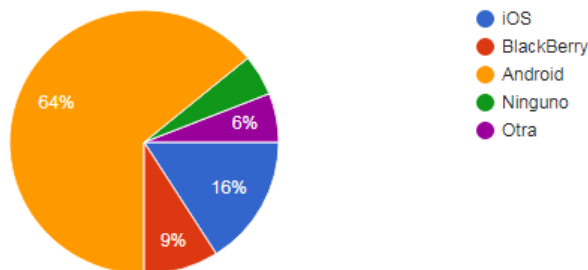
### 3.1.1.2. Ejecución de la encuesta.

En esta sección se mostrarán los datos estadísticos de cada uno de las encuestas por medio de una gráfica con los respectivos valores obtenidos, así como también un análisis independiente de cada una de las respuestas conseguidas, infiriendo en cada una el porqué de la respuesta, y como eso afecta o aporta al trabajo.

Figura 8. Primera pregunta de la encuesta

¿Qué sistema Operativo tiene su dispositivo móvil?

100 respuestas



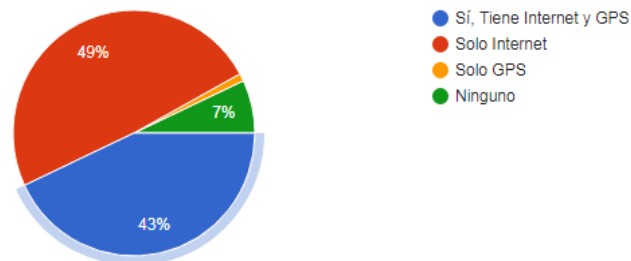
Fuente: Autores.

En San Gil, gran parte de los encuestados es partidario de los dispositivos con sistema operativo Android, puesto que dichos teléfonos celulares, suelen tener un bajo costo y son más fácil de acceder y además vienen en diferentes versiones que les permiten a los ciudadanos de un pueblo poder acceder a este tipo de tecnología sin gastar mucho dinero, por lo que se deduce que los usuarios con Android prefieren tomar el servicio de transporte público para economizar costos.

Figura 9. Segunda pregunta de la encuesta

¿Su teléfono celular, cuenta con Internet y GPS?

100 respuestas



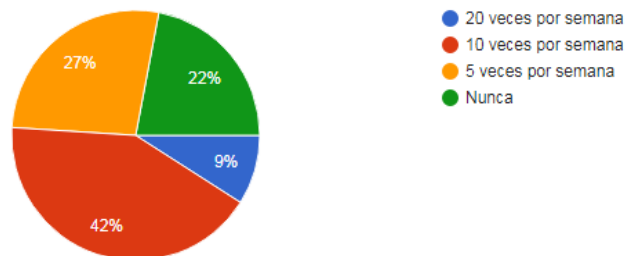
Fuente: Autores.

La mayoría de personas que viven en San Gil, no están acostumbradas a la utilización del sistema GPS que viene con cada teléfono inteligente, por lo cual se destaca que varios usuarios no entiendan las múltiples ventajas que contienen estos sistemas, pero, por otra parte, hay quienes conocen sus funciones y con ayuda a la alternativa que se plantea en este proyecto, podría dar gran uso a sus plataformas.

Figura 10. Tercera pregunta de la encuesta

¿Con qué frecuencia utiliza el servicio de Transporte Público?

100 respuestas



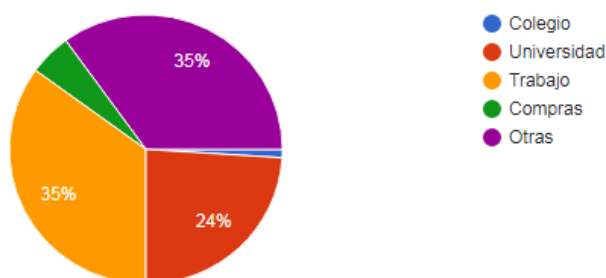
Fuente: Autores.

Es más común ver como los usuarios toman el servicio diez veces por semana, con trayectos muchas veces de ida y vuelta, lo cual podría decir que, al mes, toman el servicio por aproximadamente cuarenta veces, es un indicativo que el servicio ayuda mucho a las personas que no cuentan con un medio de transporte propio y sería de mejor calidad si existiera una plataforma capaz de ofrecerle información a estos usuarios, por lo cual tendrían un significativo ahorro en sus tiempos.

Figura 11. Cuarta pregunta de la encuesta

¿Hacia donde se dirige cuando utiliza los buses de transporte público?

100 respuestas



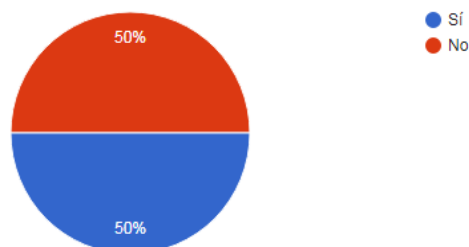
Fuente: Autores.

Las personas que trabajan y estudian son quienes más utilizan el transporte, debido a que en la mayoría de ocasiones es más práctico disminuir el costo diario que acarrea la utilización de taxis o domicilios para dirigirse a su destino día a día, así como también existen otras personas que necesitan de este medio para realizar tareas una vez a la semana, ya sea de compras u otras, por lo cual los beneficiados con la propuesta del proyecto serían amplia.

Figura 12. Quinta pregunta de la encuesta

¿Tiene conocimientos sobre las diferentes rutas y horarios de los Buses Urbanos en el Municipio de San Gil?

100 respuestas



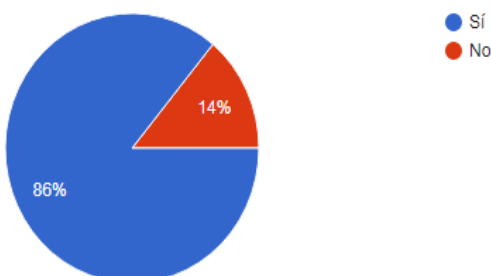
Fuente: Autores.

En los encuestados se estableció que no toda la población de San Gil conoce con exactitud las zonas por las que pasan los buses, es por esto que el aplicativo móvil busca ayudar al 50% de las personas que no tienen esta información permitiendo mejorar el servicio a los usuarios.

Figura 13. Sexta pregunta de la encuesta

¿Cree usted que es de gran ayuda, una aplicación móvil que le permita visualizar geográficamente la ubicación actual de los Buses Urbanos en San Gil?

100 respuestas



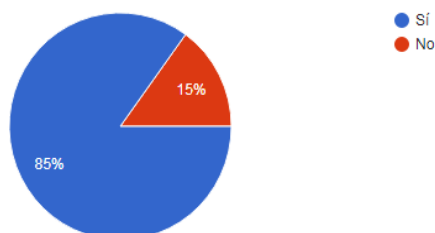
Fuente: Autores.

Como demuestra la gráfica, las personas aceptan en su gran mayoría la idea de tener una forma de conocer mejor sobre las rutas que pasan por sus zonas laborales como demás oficios, mejorando así la percepción del servicio y permitiendo mayor confianza e información al movilizarse en el mismo, lo cual se quiere incluir en esta propuesta.

Figura 14. Séptima pregunta de la encuesta

¿Usted cree que sería bueno, tener la información de cada ruta con sus respectivos horarios de los Buses Urbanos en su dispositivo móvil?

100 respuestas



Fuente: Autores.

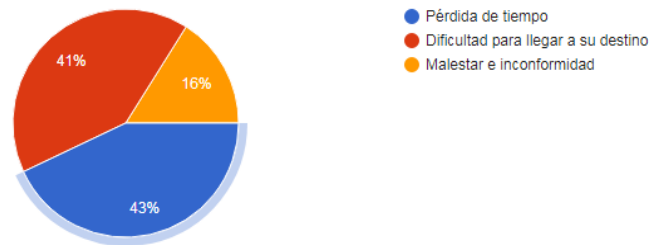
La información que proporcionaron nuestros encuestados es que al tener mejor conocimiento de las rutas pueden llegar a programarse mejor los tiempos de salida en ciertos puntos mejorando así su propia movilidad y tiempo, y es una de las razones por las cuales se pueden ver beneficiados los usuarios de este servicio puesto que el proyecto pretende ofrecer esa ventaja, entre otras.



Figura 15. Octava pregunta de la encuesta

¿Qué problemas se le presentan por el desconocimiento de las rutas de los buses Urbanos del Municipio de San Gil?

100 respuestas



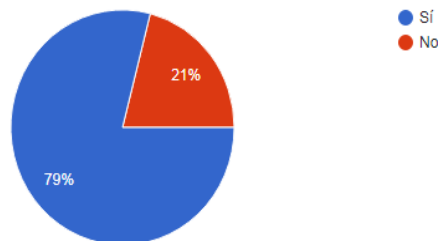
Fuente: Autores.

En San Gil una principal problemática con respecto al servicio de transporte público es la falta de control en los tiempos y el desconocimiento de las rutas que se ofrecen a los clientes y gracias al aplicativo que se desea desarrollar, se llega a aumentar la confianza que las personas tienen en el transporte público y así reducir la pérdida de tiempo y generar dificultades al llegar al destino esperado.

Figura 16. Novena pregunta de la encuesta

¿Se ha encontrado en la situación en la cual no sabe si su respectivo Bus, ya ha pasado, o se demora en pasar?

100 respuestas



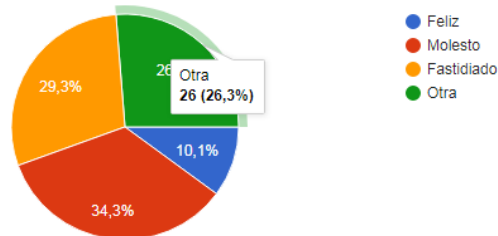
Fuente: Autores.

La mayoría de personas encuestadas, han vivido el encuentro de una situación en la cual se ubican en un punto donde convergen varias rutas, y no saben si el bus que posee el recorrido deseado ya ha pasado recientemente o si se demore en pasar, pues es una ventaja que el aplicativo propone solucionar permitiéndoles ver en una interfaz gráfica y sencilla en qué punto se encuentra el vehículo monitoreado y así ofrecer la oportunidad al cliente de programar mejor sus tiempos.

Figura 17. Décima pregunta de la encuesta

Si su respuesta anterior fue afirmativa, ¿Que siente al no saber donde se encuentra su bus urbano?

99 respuestas



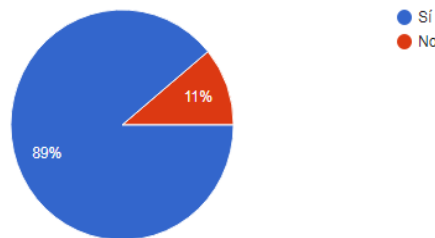
Fuente: Autores.

De acuerdo a la respuesta anterior, los encuestados se sentían bastante molestos debido a que no alcanzaban a conseguir transporte cuando lo necesitaban con urgencia, debido a la falta de conocimiento que hay de las rutas, y la poca planeación que pueden hacer los usuarios sobre las mismas, lo que propone la plataforma es llegar a calmar este disgusto de las personas permitiéndoles llevar un mejor el control de sus planes con respecto a los tiempos establecidos por las empresas prestadoras del servicio.

Figura 18. Décima primer pregunta de la encuesta

¿Sería de mucha ayuda implementar un sistema que le permita, a usted como usuario, saber el tiempo que tarda un Bus en llegar a su ubicación?

100 respuestas



Fuente: Autores.

Gran parte de la población da aceptación la idea que consiste en crear un aplicativo que le ayude a coordinar mejor su tiempo a la hora de movilizarse y utilizar el transporte público brindando así más confianza a los usuarios con respecto a la efectividad, en cuanto a los tiempos de traslado de un punto a otro de la ciudad.

Se recomienda realizar una encuesta que les permita a los usuarios dar su opinión con una pregunta de respuesta abierta, en la cual se pregunte sobre que mejoras se deben hacer a estos servicios, en cuanto a control de tiempo y gestión de flotas, para obtener una mejor perspectiva a la hora de evaluar los ítems que los clientes deseen observar.

Después de analizados los resultados de la encuesta, se determina uno de los factores más importante en el desarrollo actual de la sociedad, correspondiente al avance y soporte tecnológico, el cual sule ciertas necesidades básicas, como es el caso del transporte público, ya que consigue facilitar la movilidad en las ciudades.

Como se observa, los destinos de mayor uso son el trabajo y estudio, sin descartar las necesidades de ámbito comercial, salud y entretenimiento. Por lo tanto, el descontento de no tener los suficientes conocimientos acerca de los diferentes horarios y rutas permite determinar la necesidad del aplicativo móvil que se ofrece permitiendo con este el poder cumplir con las necesidades de los usuarios.

Dentro de estos requerimientos a satisfacer en los usuarios, está la información que el aplicativo entrega, ya que es de gran ayuda de fácil acceso además no se necesita de un amplio uso de datos de navegación web ni tampoco mucho conocimiento de este sistema.

Queda como evidencia con base en la aceptación por parte de las 100 personas muestra, quienes indican que este sistema es de gran ayuda en el desarrollo del municipio tanto a nivel social como tecnológico, contribuyendo a que los tiempos de espera en determinadas zonas sean de más eficiencia y se pueda observar en tiempo real la ubicación del mismo.

### 3.1.2. Fase 2:

Partiendo de la anterior fase, se da comenzó a la fase 2 que consiste en la planificación y revisión de las características técnicas de los equipos a utilizar, los dispositivos GPS, GSM y demás componentes. Ya habiendo tomado la decisión de utilizar smartphones, como plataforma de control del sistema, utilizando las herramientas facilitadas por estos.

Se determina aprovechar el GPS de estos equipos para así economizar los costos y gastos, que pueden generar los módulos GPS con Arduino por separado; y así, como plan de negocio, beneficiar al empresario al no incrementar los gastos del servicio.

En esta etapa se buscan plataformas, las cuales permitan realizar una buena conexión de la aplicación móvil y a su vez que ofrezca el poder de realizar un seguimiento y monitoreo.

A continuación, se muestra un comparativo en el cual se podrá dar a conocer dos bases de datos diferentes y luego de esto, se explicará cual fue la elegida por los autores y por qué fue la mejor opción para el desarrollo del proyecto.

Figura 19. FireBase Y Mongo DB



Fuente: <https://www.agiliacenter.com/wp-content/uploads/2017/04/mongo-db-logo.png>

Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/qsePWTrOCZE/maxresdefault.jpg>

Firestore, obtiene ciertas ventajas que MongoDB no ofrece, como lo son las APIs de Google, Android, iOS, API de JavaScript, API HTTP RESTful, es debido a estas prestaciones que se decide optar por este sistema, debido a que el proyecto se basa en el monitoreo en tiempo real utilizando mapas de Google, y esta plataforma, permite directamente hacer uso de sus interfaces de programación de aplicaciones, conocida también por la sigla API. Además de esto, ofrece bibliotecas robustas de clientes, soporte completo para el modo sin conexión, conjunto integral de reglas de seguridad y herramienta de navegación de datos fácil de usar.

Tabla 1. Comparación Base de Datos

	Firestore	MongoDB
Versión inicial	2012	2009
Desarrollador	Desarrollado por Google	Desarrollado por MongoDB
Actuación	El rendimiento es inferior a MongoDB	El rendimiento es perfecto incluso con aplicaciones de alto tráfico
Idiomas soportados	Java, JavaScript, Objective-C, PHP, C ++, NodeJS, Swift	Java, JavaScript, NodeJS, Perl, C, C #, Python, PHP
Sistemas operativos del servidor	Alojado	Windows, Linux, Solaris, OS X
Seguridad	Firestore es menos seguro en comparación con MongoDB	MongoDB es más seguro en comparación con Firestore
API y otros métodos de acceso	Android, iOS, API de JavaScript, API HTTP RESTful	Protocolo propietario usando JSON
Aplicaciones	Firestore es el más adecuado para aplicaciones a pequeña escala	MongoDB es perfecto para aplicaciones a gran escala.

Fuente: <https://dzone.com/articles/firebase-vs-mongodb-which-database-to-use-for-your>

Un punto en contra es el rendimiento es inferior a MongoDB, pero es suficiente para la elaboración del prototipo deseado ya que Firestore es el más adecuado para aplicaciones a pequeña escala; solo hay que tener una cuenta Google activa.

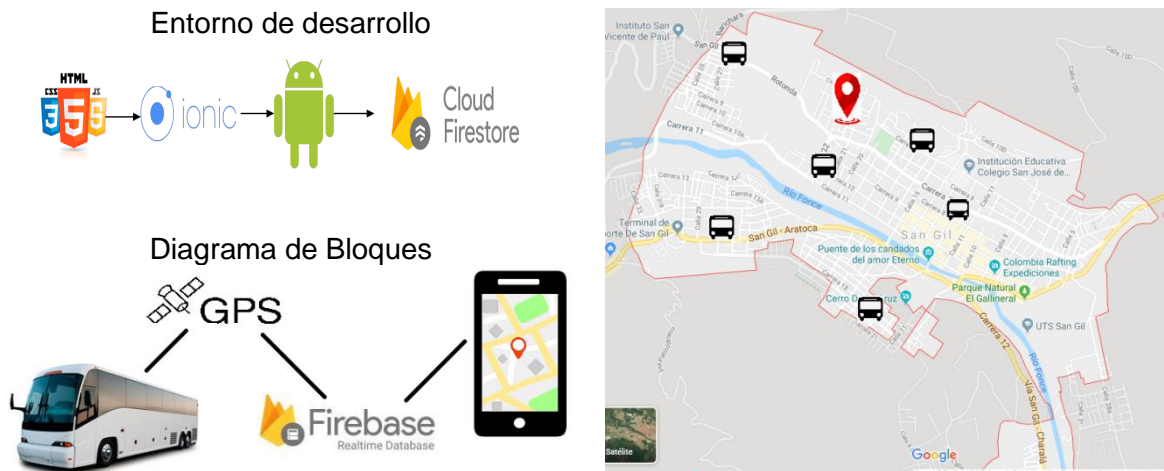
Finalmente, se concluye que MongoDB y Firestore tienen sus propios beneficios e inconvenientes, se utilizará Firestore por sus APIs y en su prueba gratuita, pero no se descarta la utilización de MongoDB para realizar una mejora en la aplicación entorno a las actualizaciones que podrían generarse.

### 3.1.3. FASE 3:

En el desarrollo de esta fase, después de investigar, se opta por no hacer un prototipo de módulos independientes de GPS, para los colectivos de transporte, que se van a monitorear, se aprovecha el uso de los smartphones de cada conductor, para su ejecución, se estableció un diagrama de bloques e ilustraciones del prototipo.

En esta fase se visualizarán diferentes imágenes con el respectivo recorrido que se ejecutará al realizar el proyecto, desde su código fuente, hasta el enlace con el usuario a través de diferentes plataformas.

Figura 20. Idea principal del Mapa Visual del Prototipo como cliente en San Gil



Fuente: Autores.

En este punto se concluye que se ordenan visualmente los pasos que se quieren realizar, y lo que planea obtener para tener una perspectiva más limpia, estética e ilustrada de los derivados diagramas e imágenes para la comprensión de los lectores e interesados por el proyecto.

### 3.1.4. FASE 4:

Para comenzar con el seguimiento, la selección de los diferentes materiales para la construcción del modelo y/o aplicativo, como se ha dicho previamente, se emplea el GPS de los móviles del smartphone en donde se encuentra el vehículo a monitorear, se puede avanzar al **desarrollo y creación de la interfaz** del aplicativo que se mostrara a continuación, en la sección **3.2 del trabajo** donde se procede a crear la plataforma y en seguida la Aplicación detalladamente y la base de datos que se va a usar para registrar la ubicación tanto del colectivo como la del usuario, entre otras opciones.

### 3.1.5 FASE 5

Cierre, el análisis, las pruebas, y las simulaciones del prototipo para su puesta a punto que garantice su seguridad o validez.

Luego de identificar la fase 4 con sus respectivas subclases en las cuales se muestra la creación de interfaz y base de datos entre otras; Ahora se comienza a partir de la sección **3.2.3** y **3.3.5** se mostrarán las respectivas **PRUEBAS DE APLICACIÓN** con sus respectivos y detallados datos.

Para el cierre para el análisis de las pruebas y las simulaciones se continúan hasta la etapa **4. RESULTADOS**, en la cual se evidenciarán los principales aspectos a destacar.

### 3.2. DESARROLLO DE LA INTERFAZ

Actualmente se están buscando plataformas, las cuales permitan realizar una buena conexión y aplicación móvil, puesto que los autores realizan una investigación para elegir la mejor opción, se contemplaron muchas opciones entre esas Arduino, ya que cuando inicio el proyecto se optó por este, pero al momento que los autores tomaron la decisión de reducir costos y no hacer prototipo, se descartó esta opción, ya que sin esto podría ser más difícil la creación de la App. Por lo que se elige una de las opciones más fáciles y básicas de programación, sin embargo, una buena plataforma para la creación de aplicaciones, como lo es App Inventor.

Teniendo en cuenta lo previamente dicho, se procede a crear una App sencilla y amigable al usuario, empezando por la creación de la interfaz, seguida por la programación en bloques que permite la plataforma y terminando en la prueba de esta misma:

#### 3.2.1. CREACIÓN DE LA INTERFAZ:

Para iniciar con la interfaz de la aplicación, primero se crea una cuenta de servicio “[localizacion-gps@localizacion-260122.iam.gserviceaccount.com](mailto:localizacion-gps@localizacion-260122.iam.gserviceaccount.com)” que se utilizara para la función tables de Google, después de esto se tienen en cuenta que componentes que se van a usar, como botones, sensores, etc. Para esta aplicación se usan sensores como GPS, también una tabla dinámica de la función tables de Google, donde guarda la latitud y longitud del lugar que se requiera que se compartirán a la App por medio de la cuenta de servicio antes creada, esta función también dejara ver la ubicación en el mapa por medio del componente VisorWeb ya que este deja visualizar páginas web.

La imagen a continuación, muestra la tabla dinámica que se creó en función tables para guardar los valores necesarios, los cuales se proporcionan al usuario para conocer donde se ubican en el mapa.

Figura 21. Tabla de latitud y longitud en la función tables

GPS

Edited on 2019 November 19

File Edit Tools Help Rows 1 Cards 1 Map of Location

Filter No filters applied

1-1 of 1

FechaHora	Latitud	Longitud

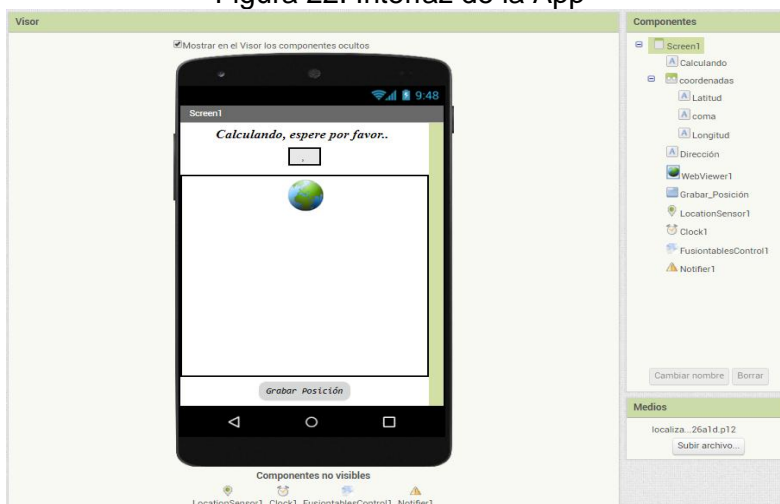
Fuente:

[#rows:id=1](https://fusiontables.google.com/data?docid=1-K0STqGkQFT6Y8Yieq3rhv7OcJtES657CGsG2Lc)

Entre los componentes que se escogen para la interfaz, se usa un botón que se le llamo “Grabar Posición” que permite registrar la ubicación y luego mostrarla en pantalla, después se utilizan una serie de etiquetas las cuales muestran latitud, longitud y dirección de la ubicación.

Otros componentes no visibles en la interfaz, son un reloj el cual sirve para saber la hora actual y un sensor de notificación para indicarle al usuario que se ha hecho la grabación en la tabla indicando que ya puede ver su ubicación.

Figura 22. Interfaz de la App



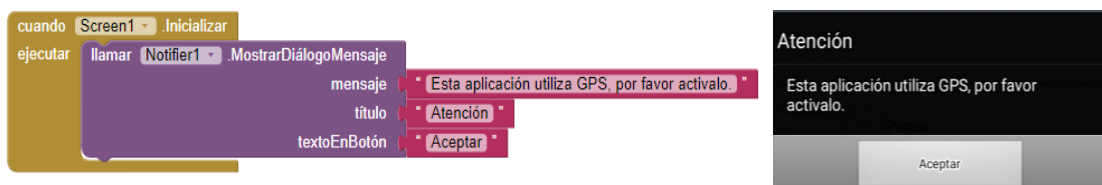
Fuente:

[http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es\\_ES#5171287749689344](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5171287749689344)

### 3.2.2. PROGRAMACIÓN.

Para empezar la aplicación, se debe enviar un mensaje por medio del componente notificador, donde le advierte al usuario que se va a necesitar el GPS del móvil indicándole que por favor lo active para encontrar su ubicación y pueda utilizar la App, como se puede ver en la siguiente figura:

Figura 23. Programación de notificación



Fuente:

[http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es\\_ES#5171287749689344](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5171287749689344)

Después de enviado el mensaje, lo siguiente es trabajar en el localizador donde se necesita que detecte la ubicación e inmediatamente después de que termine de calcular la posición visualice las etiquetas de latitud, longitud y dirección, y muestre el botón de “Grabar Posición” que en otro bloque se programa para que muestre el mapa en el VisualizadorWeb con las coordenadas que encontró la App, según se muestra en la figura a continuación:

Figura 24. Programación del sensor de localización.



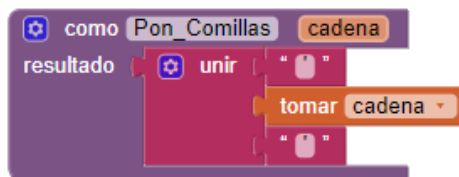
Fuente:

[http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es\\_ES#5171287749689344](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5171287749689344)

Cuando aparece el botón de “Grabar Posición” y en el instante que se le pulse, lo siguiente que va a hacer es recoger la anterior información y grabarla en la tabla dinámica que anteriormente se creó con un identificador que se encuentra en la tabla y se guardan en un cuadro de texto, las coordenadas y los valores.

Los valores deben estar insertados en la tabla entre comillas, así que se crea una función que se le va a llamar “Pon\_Comillas” y que devuelve la unión de una cadena de caracteres donde la primera y última son comillas y la del medio es el parámetro que se va a llamar “cadena”. Esta función lo que va a hacer es que cuando le pase un argumento en el parámetro “cadena” este lo va a recibir y devuelve la función, pero con las comillas para que no encuentre error en la tabla. La función creada se puede detallar en la posterior imagen:

Figura 25. Función pon comillas.



Fuente:

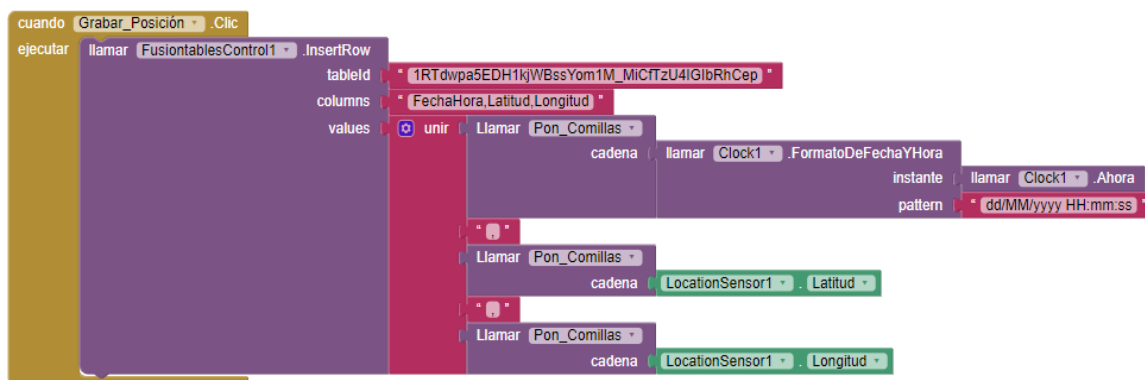
[http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es\\_ES#5171287749689344](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5171287749689344)

Ya creada esta función, se le va a añadir este bloque a cada uno de los tres valores que se envían a la tabla dinámica y cada uno separado por comas, así que se crean cinco bloques de cadena, donde los del medio serán las comas y los otros tres se le pasaran los



datos con la función antes creada. Los tres valores se dividen en Fecha y Hora, los cuales los da el componente reloj con un formato en día, mes y año. Los siguientes dos bloques serán la latitud y la longitud, dadas por el sensor de localización, mostradas en la siguiente imagen:

Figura 26. Programación del botón.

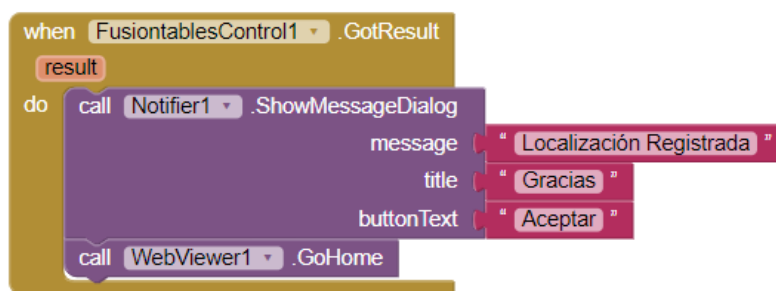


Fuente:

[http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es\\_ES#5171287749689344](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5171287749689344)

Para terminar el usuario recibirá una notificación con la confirmación de que los valores fueron agregados a la tabla ya tienen un resultado, envía un mensaje donde dice que la localización fue registrada, y a su vez también hará que el mapa se actualice y esto lo hace diciéndole al VisualizadorWeb que vuelva a la dirección que se saca del mapa de la función tables de Google; la cual se evidencia posteriormente:

Figura 27. Segunda Notificación.



Fuente:

[http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es\\_ES#5171287749689344](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5171287749689344)

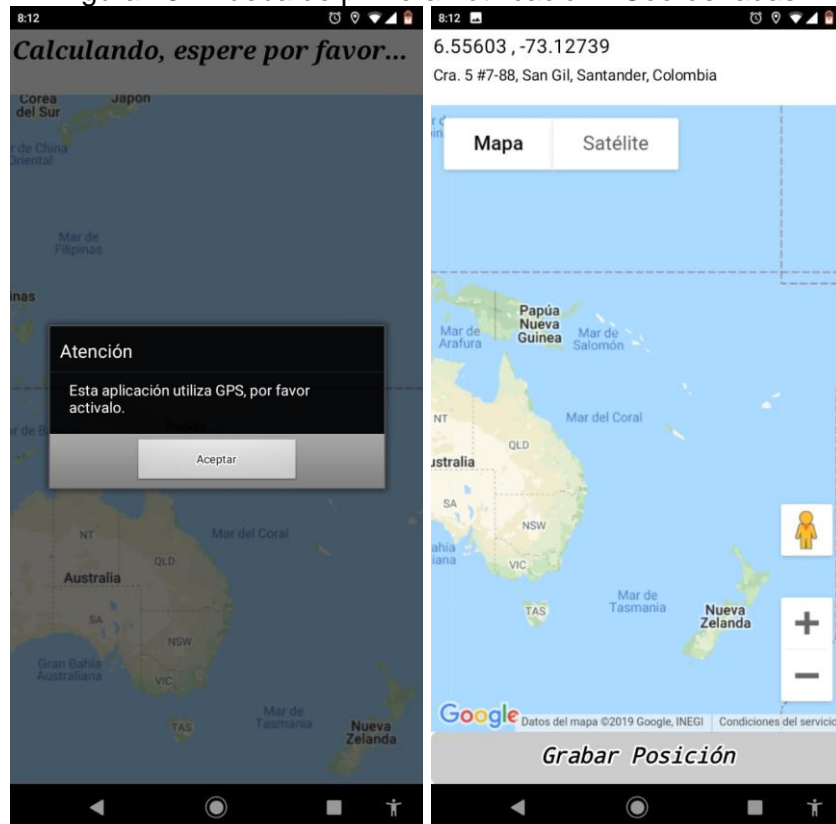
Como se evidencia, la función tables termina sus resultados y llama a la notificación para avisarle al usuario y enseguida actualiza su ubicación llevándola a casa, así terminando con la aplicación, preparándola para un nuevo uso, posteriormente si quisieran actualizar

la aplicación podría hacer que el mapa se abra automáticamente en la ubicación y el usuario no tenga que ir a buscarlo, pero ya sería para una mejora de la aplicación.

### 3.2.3. PRUEBAS DE APLICACIÓN.

Al iniciar las pruebas, se procede a instalar la aplicación con el código QR que la plataforma genera. Enseguida se abre la aplicación y esta notifica que necesita el GPS, por lo tanto, el usuario debe aceptar para activarlo. También muestra el mensaje en el que se indica que se está calculando las coordenadas, como se puede observar en la siguiente imagen:

Figura 28. Prueba de primera notificación - Coordenadas

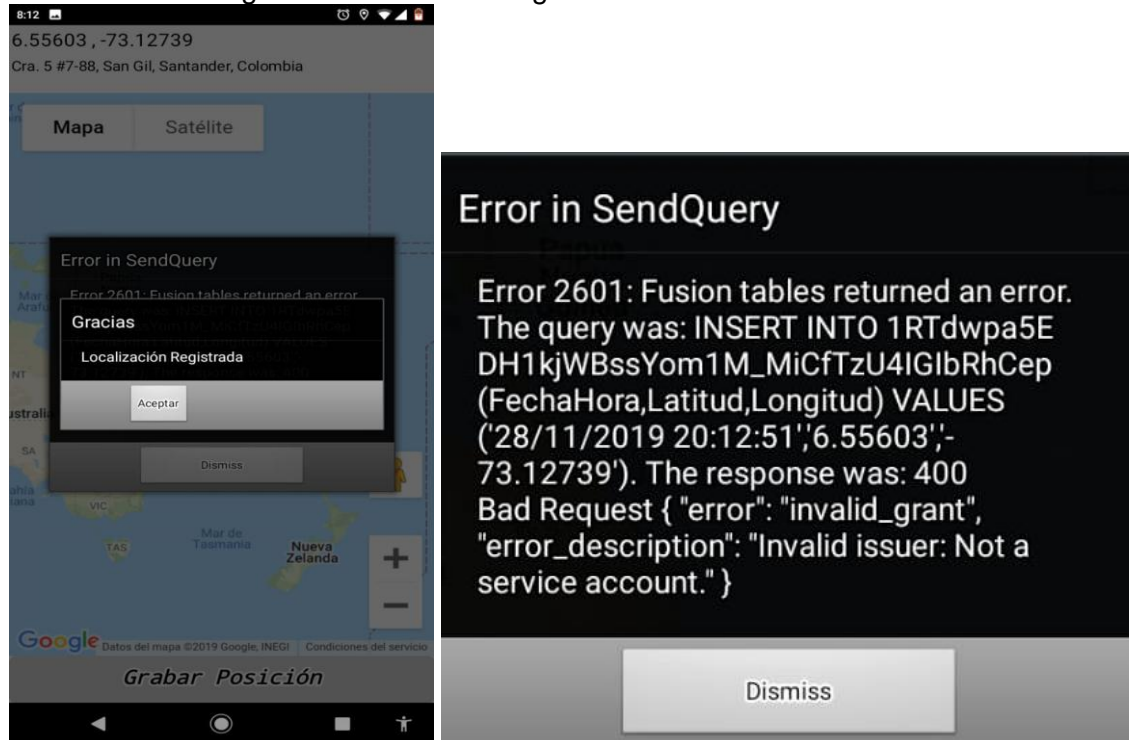


Fuente: Autores.

Después de aceptar la notificación y cuando termina de calcular, se presenta el mensaje de latitud, longitud, dirección y la ubicación del usuario. También muestra el botón de “Grabar Posición” para que lo lleve en el mapa a la posición en la que se encuentra, como se muestra a continuación:

Como se puede ver en la siguiente imagen, al oprimir el botón de grabar posición, la aplicación notifica el usuario que ya se realizó la localización y que por lo tanto ya puede ver su ubicación en el mapa.

Figura 29. Prueba de segunda notificación Error 2601



Fuente: Autores.

Posterior a esto, se genera un error 2601

Como se puede observar el error consiste en que la función tables devuelve un error por la cuenta de servicio. Al intentar arreglarlo no se le encuentra solución, así que se descarta como aplicación que cumpla con los objetivos que se estipularon al inicio, de tal modo se opta por cambiar a la plataforma Firebase, la cual es un entorno fácil de programar mucho más efectivo.

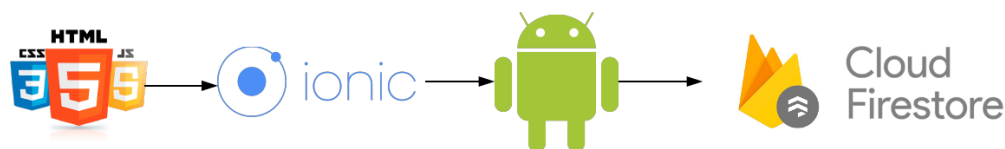
### 3.3. DESARROLLO EN FIREBASE

Se escoge usar Firebase la cual “Es una plataforma ubicada en la nube, integrada con Google Cloud Platform, que usa un conjunto de herramientas para la creación y sincronización de proyectos que serán dotados de alta calidad, haciendo posible el crecimiento del número de usuarios y dando resultado también a la obtención de una mayor monetización”. <https://es.wikipedia.org/wiki/Firebase>

### 3.3.1. ENTORNO DE DESARROLLO

- El software se programó en HTML, CSS y JS utilizando el framework de Ionic.
- El framework de Ionic compila la App en código Nativo, en nuestro caso para Android.
- Y la app en Android se comunica con nuestra base de datos de Google llamada Firebase (Cloud Firestore).

Figura 30. Entorno de desarrollo



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Firebase>

### 3.3.2. INSTALACIONES NECESARIAS

Se instalan los siguientes programas para crear el proyecto, correrlo, programarlo y finalmente compilarlo:

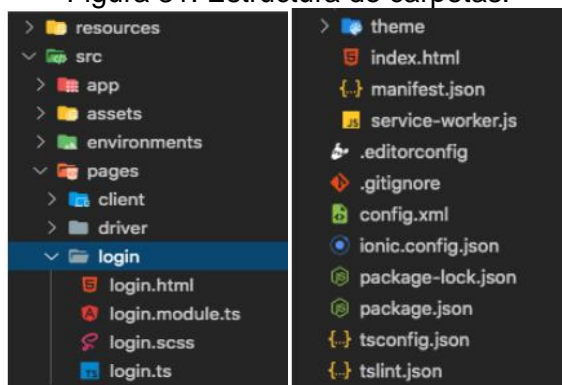
- Node.js Con Node.js se instala Ionic y Cordova
- Android Studio

### 3.3.3. CREACIÓN DE LA INTERFAZ

Para la creación de la App Móvil se abre el CMD y se posiciona la carpeta en la cual se va a crear el proyecto.

Luego se escribe el siguiente comando: 'ionic cordova start MiBus --target="ionic-angular"', el cual permite instalar las librerías de Firebase y Angular Maps con 'npm i firebase @agm/core -S'.

Figura 31. Estructura de carpetas.



Fuente: Autores

Dentro de la carpeta 'pages' se encuentran todas las páginas de la App. En este caso se crearon tres páginas con el comando 'ionic generate page name', donde name es el nombre de la página. Para realizar el Frontend de la aplicación se ha utilizado componentes de la documentación oficial de Ionic v3 (<https://ionicframework.com/docs/v3/components/>).

### 3.3.4. PROGRAMACIÓN

Para realizar la aplicación y almacenar las ubicaciones GPS de los usuarios, se utiliza la base de datos de Google llamada Firebase o en este caso la sección de Firestore. En el Login se realizó el siguiente algoritmo: si se va a ingresar como Conductor se obtiene el UUID del teléfono (Identificador único del móvil), se crea el usuario en la colección de Firestore y se almacena el UUID del dispositivo. Luego de haberse creado el usuario en la base de datos se redirige a la página en la cual se solicitará la posición GPS para compartirla en tiempo real en Firestore. Si se va a ingresar como usuario simplemente selecciona el botón y se redirigirá a la pantalla del Mapa para conocer todos los buses registrados y poderlos visualizar en tiempo real, así como se evidencia en la imagen:

Figura 32. Programación de UUID de dispositivos.

```

async setDocumentDriver() {
  const fb = firebase.firestore();
  const snapshot = await fb.collection('usuarios').doc(this.uid).get();
  if (snapshot.exists) {
    this.goToPage('DriverPage');
  } else {
    await fb.collection('usuarios').doc(this.uid).set({
      uuid: this.uid
    });
    this.goToPage('DriverPage');
  }
}

```

Fuente: Autores.

Donde previamente se visualiza la programación de lo que se explica anteriormente y la interfaz, para la entrada a la aplicación de conductores o usuarios.

Figura 33. Interfaz de la aplicación.



Fuente: Autores.

Luego de ingresar como Conductor se solicita el permiso de GPS con la función, para escuchar la geolocalización, si es concebido se comienza a compartir la geo-posición a la base de datos en tiempo real.

Este procedimiento se ejecuta siempre que se ingrese a la página del conductor, según se muestra a continuación.

Figura 34. Programación para ingreso del conductor

```

async saveGps(lat, lng) {
  return await firebase.firestore().collection('usuarios').doc(this.uid).set({
    uid: this.uid,
    lat: lat,
    lng: lng
  });
}

```

Fuente: Autores.

Figura 35. Programación para localización del conductor.

```

watchGps() {
  this.watch = this.geolocation.watchPosition().subscribe(async (gps) => {
    this.geo.lat = gps.coords.latitude;
    this.geo.lng = gps.coords.longitude;
    this.saveGps(this.geo.lat, this.geo.lng).then(() => {
      this.toastCtrl.create({
        message: 'Se enviaron los datos al servidor',
        duration: 1000
      }).present();
    });
  });
}

```

Fuente: Autores.

Siempre que se ingresa a la página del cliente se carga el mapa y se trae de la base de datos la geo-posición de todos los usuarios registrados como conductores los cuales tengan su latitud y longitud actualizada y se muestra en el mapa.

Figura 36. Coordenadas.

```

async getData() {
  firebase.firestore().collection('usuarios').onSnapshot(snapshot => {
    if (!snapshot.empty) {
      snapshot.docChanges().forEach(buses => {
        if (buses.type === 'added') {
          this.buses.push(buses.doc.data());
        }
        if (buses.type === 'modified') {
          this.buses[buses.newIndex] = buses.doc.data();
        }
        if (buses.type === 'removed') {
          this.buses = this.buses.filter((obj) => {
            return obj.uuid !== buses.doc.data().uuid;
          });
        }
      });
    }
  });
}

```

Fuente: Autores.

La anterior imagen corresponde a la programación que como se explica previamente, el usuario solo entra a la App y de inmediato conoce todas las ubicaciones de los colectivos. Así se da por terminada la programación y se da inicio a las pruebas, donde se puede evidenciar cada paso que los autores tomaron para la programación de la aplicación.

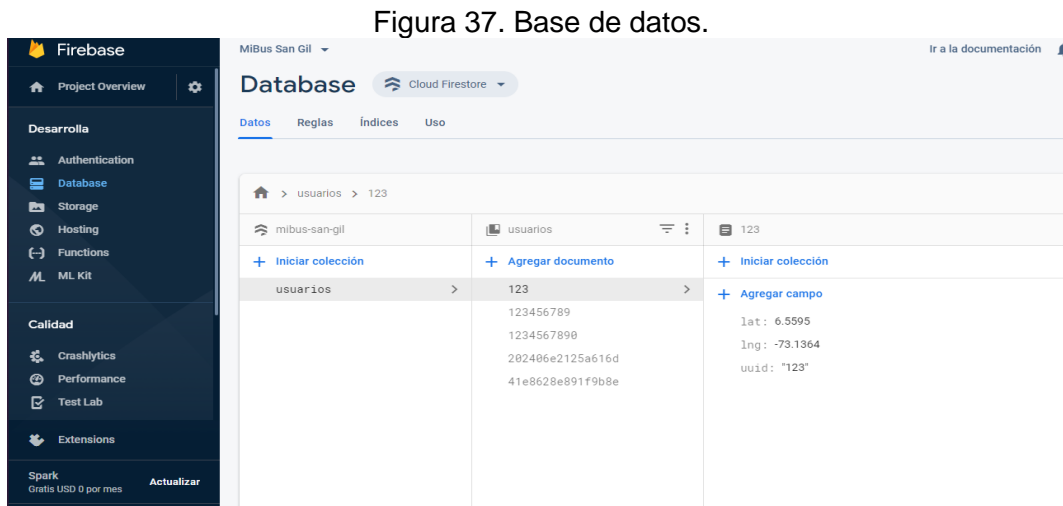
## 4. RESULTADOS

En esta etapa del proyecto, se dará a conocer los resultados de todo el procedimiento que se hizo para la realización de la aplicación móvil, en el cual se mostraran datos, imágenes, pruebas, y sus respectivos efectos y resultados de cada una de las fases establecidas, así como también de los diferentes métodos empleados para la ejecución del mismo, y a su vez conjunto con evidencias correspondientes producto de un trabajo de cuatro meses.

Al inicio del proyecto se tiene el concepto de realizar un prototipo el cual tendría un GPS para instalarlo en los vehículos de uso público, se descartó, ya que se quiso reducir costos, para lo cual fue necesario reestructurar algunas fases propuestas, pero cumpliendo a cabalidad cada una de ellas y aprobando los objetivos establecidos

### 4.1.1. PRUEBAS DE LA APLICACIÓN

Cada vez que inicia algún usuario ya sea conductor o cliente, su ubicación se guarda en la nube de Firebase, y la empresa o la persona que maneje dicha base de datos puede visualizar el UUID de estos mismos junto con sus coordenadas, como se evidencia en la imagen adjunta.



Fuente: Autores.

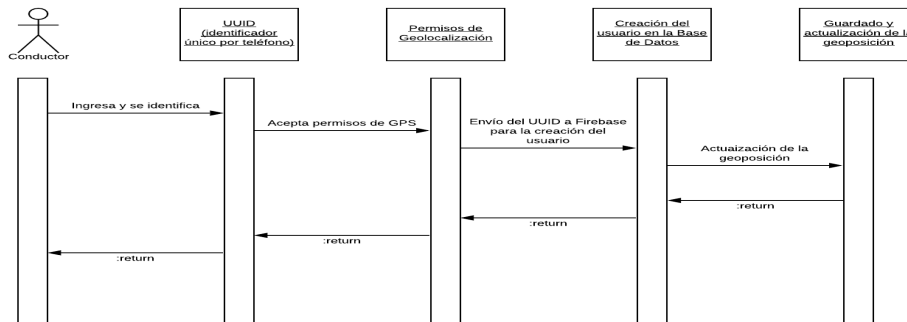
Aquí se muestra la base de datos que se le comparte a la empresa o específicamente a la persona autorizada que se hará cargo del manejo de las ubicaciones que la aplicación recoja. Para que esta información llegue a la base el conductor y el usuario tienen una entrada muy diferente a la aplicación, aunque por medio de la interfaz se vea igual, tiene un manejo distinto, los cuales se van a evidenciar en los siguientes diagramas

### 3.3.5.1. Secuencia de entrada para el conductor



- Ingresa como conductor, se le obtiene el UUID del teléfono (identificador único)
- Se genera un usuario con ese UUID en la Base de datos de Firebase.
- Se solicita permisos de GPS al dispositivo.
- Se comienza a escuchar en tiempo real.
- Se comienza a enviar a la base de datos.

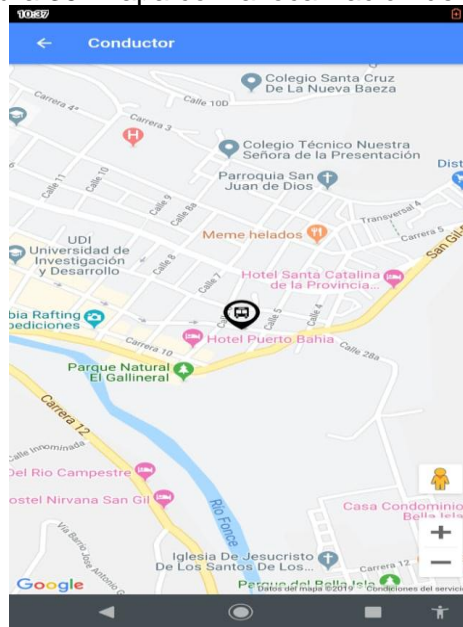
Figura 38. Diagrama de secuencia del conductor.



Fuente: Autores.

Previamente se muestra en un diagrama como es la secuencia de entrada del conductor, a continuación, se puede ver el mapa con la ubicación exacta del autobús.

Figura 39. Mapa con la localización del bus.



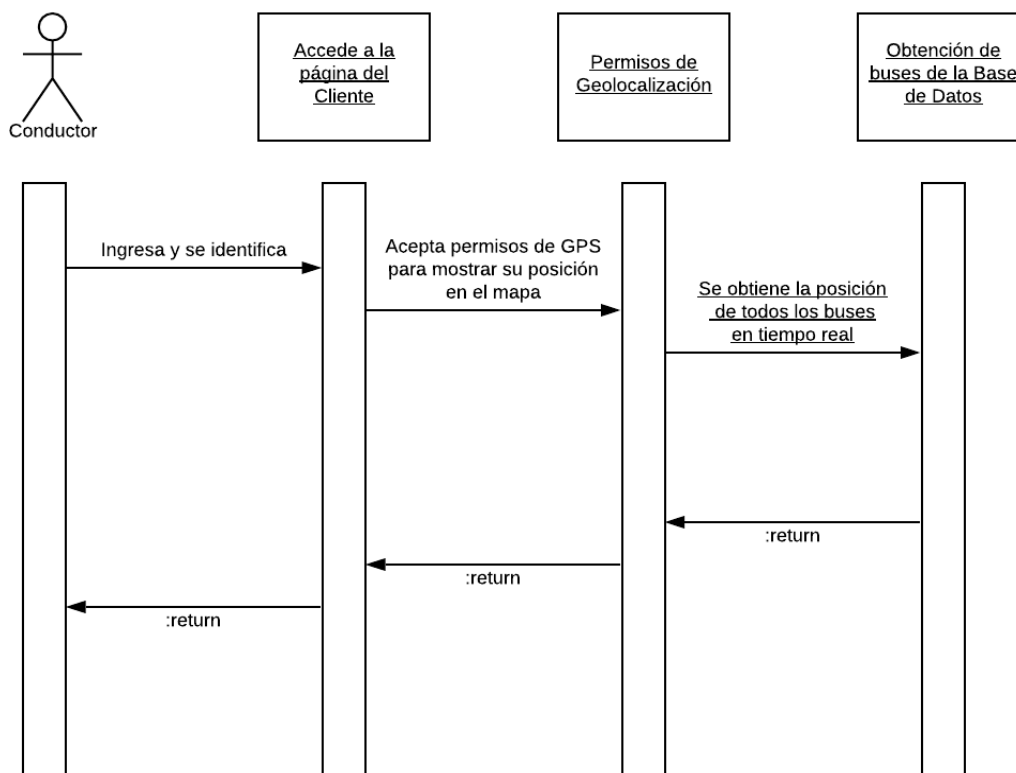
Fuente: Autores.

Como se puede observar la aplicación muestra la ubicación exacta del conductor el cual es el puntero negro y el cual se actualiza cada 3 a 5 segundos. Esta ubicación la puede observar el usuario después de entrar a la App, donde también tiene una secuencia de entrada que se muestra a continuación.

### 3.3.5.2. Secuencia de entrada para el cliente

- Ingresa a la página para ver todos los buses.
- Se le solicita permisos de GPS si no los tiene para mostrar su posición en el mapa.
- Se comienzan a observar todos los buses en tiempo real en el mapa.

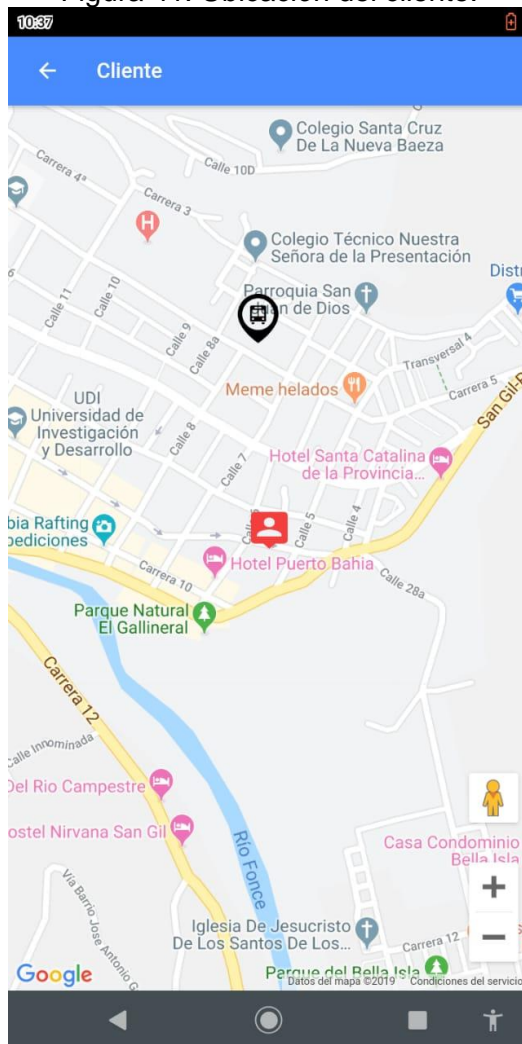
Figura 40. Diagrama de secuencia del cliente.



Fuente: Autores.

En la imagen anterior se muestra la secuencia básica para que el cliente entre a la App, y enseguida se muestra el mapa con la ubicación del usuario y la de la buseta.

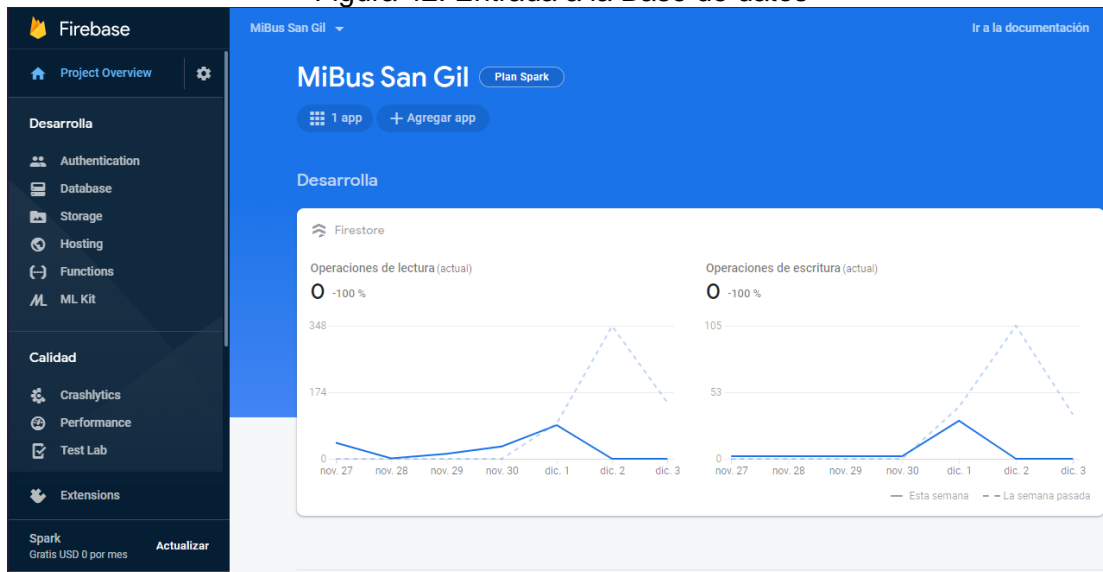
Figura 41. Ubicación del cliente.



Fuente: Autores.

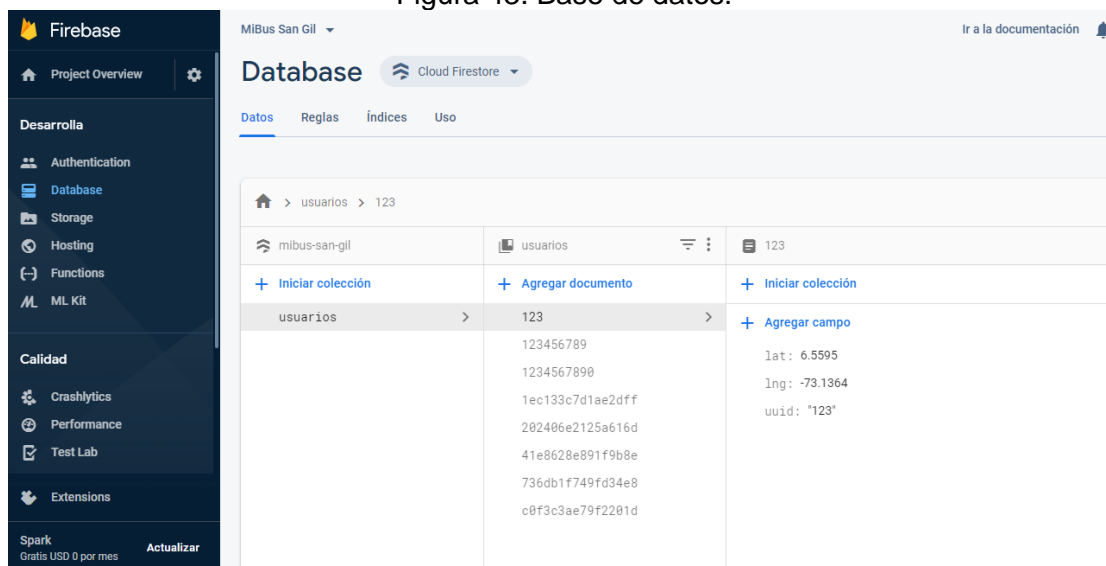
Como se muestra, esta aplicación cumple tanto con el segundo como el tercer objetivo establecidos, ya que se logra crear una interfaz amigable con los usuarios, puesto que es muy fácil entrar a la aplicación y hacer uso de ello, ya que solo se trata de presionar el botón el cual lo represente, sea conductor o usuario e inmediatamente va a entrar al mapa y mostrar la ubicación, sin embargo, se falla en él envió de mensajes en donde se entrega la fecha, hora, coordenadas y ubicación en el mapa desde otra entrada para el administrador que hacen parte del primer objetivo, no obstante, se logra crear una base.

Figura 42. Entrada a la Base de datos



Fuente: <https://console.firebase.google.com/project/mibus-san-gil/overview>

Figura 43. Base de datos.



Fuente: <https://console.firebase.google.com/project/mibus-san-gil/database/firestore/data~2Fusuarios~2F123>

Los administradores pueden acceder y ver las ubicaciones de sus conductores en tiempo real y hacer sus estudios necesarios como se da evidencia en la imagen anterior que muestra el Database con cada UUID de las personas que entraron y su latitud y longitud, hecho esto se cumple con el segundo objetivo. Para el tercer objetivo los administradores

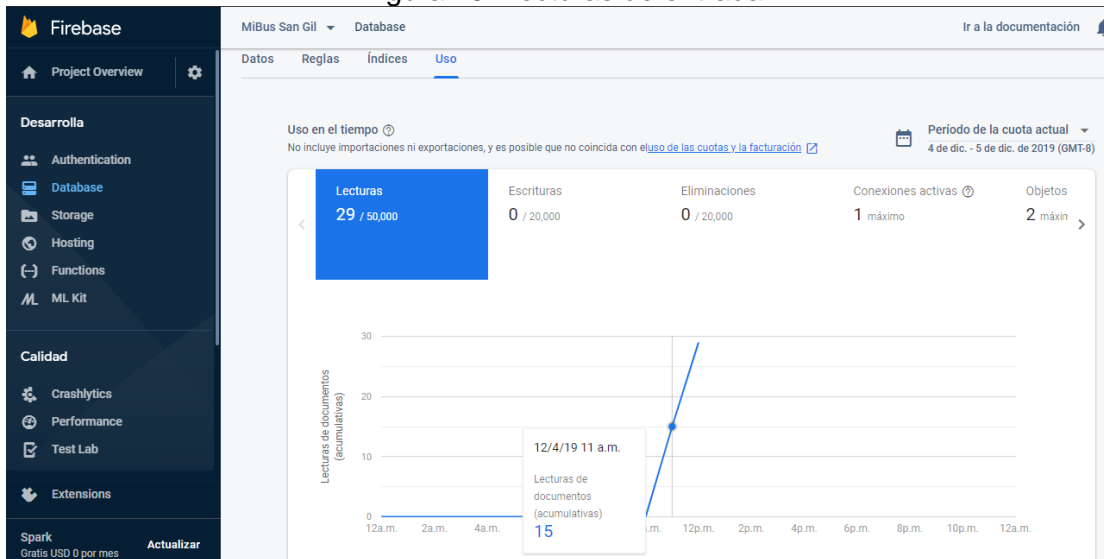
pueden tener el control de la cantidad de buses activos, y la cantidad de usuarios que toman el transporte ya que los administradores pueden identificar el UUID de los conductores, para que los que están sin registrar sean identificados como usuarios, y visualicen en coordenadas la cantidad de clientes que entran y también un diagrama que señala las lecturas de entrada a la aplicación como se puede mostrar a continuación:

Figura 44. Datos de ubicación

usuarios	123	+
123456789	lat: 6.5595	
1234567890	lng: -73.1364	
1ec133c7d1ae2dff	uuid: "123"	
202406e2125a616d		
41e8628e891f9b8e		
736db1f749fd34e8		
c0f3c3ae79f2201d		

Fuente: <https://console.firebase.google.com/project/mibus-san-gil/database/firestore/data~2Fusuarios~2F123>

Figura 45. Lecturas de entrada



Fuente: <https://console.firebase.google.com/project/mibus-san-gil/database/firestore/usage/last-24h/reads>

Y así con esta información que se evidencia en las imágenes anteriores los administradores pueden conseguir hacer las acciones reformatorias como el paso de vehículos en ciertas áreas.

## **4.2. FASES ESTABLECIDAS**

A continuación, se muestra un resumen de los resultados a destacar de cada una de las fases planteadas.

### **4.2.1. Fase 1**

sin embargo, se hizo una encuesta sobre el uso de estos colectivos para tener una idea a que cantidad de público los autores podían favorecer con un aplicativo como este. Queda como evidencia que la aceptación de la muestra de 100 personas indica que este sistema es de gran ayuda en el desarrollo del municipio a nivel social y tecnológico, ya que una aplicación como la creada en esta informe, favorece a gran parte de Sangileños, debido a que se necesita más información sobre los recorridos y los tiempos de los vehículos de transporte público, puesto que la mayoría de usuarios solo salen y buscan el colectivo sin medir el tiempo que esto lleve y arriesgándose a llegar tarde a sus destinos. Por lo tanto, esta aplicación es una buena inversión y de gran utilidad en una pequeña ciudad como esta.

### **4.2.2. Fase 2**

Se planteó la utilización de MongoDB o Firebase y se destacó que cada una tienen sus propias ventajas y desventajas, se utilizó finalmente Firebase por sus APIs y la rápida conexión entre los mapas y él envió de datos, pero cabe resaltar que los autores no descartan la utilización de MongoDB para realizar una mejora en la aplicación puesto que, dicha base de datos contiene un entorno mucho más completo si se requieren agregar nuevas opciones.

### **4.2.3. Fase 3**

Se simplificaron los gráficos de forma que los pasos que se realizaron y lo que planeaba obtener, fuera una vista del resultado final más limpia, estética e ilustrada, evitando confusiones y haciendo una mejor idea de los derivados diagramas e imágenes para la comprensión de los lectores e interesados por el proyecto.

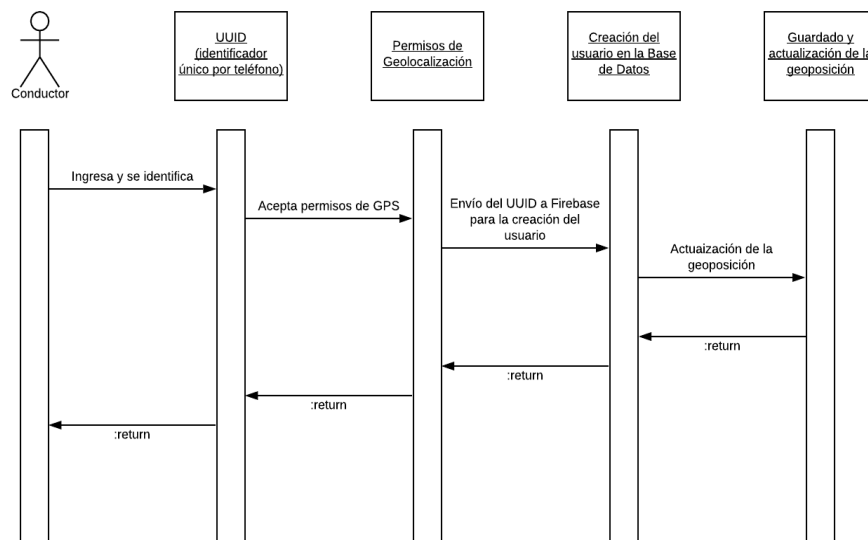
### **4.2.4. Fase 4**

Para la creación de la aplicación, se realizó un esquema de imagen donde se ilustrará y se da un breve resumen de la:

### Secuencia de entrada para el conductor

- Ingresa como conductor, se le obtiene el UUID del teléfono (identificador único por teléfono)
- Se genera un usuario con ese UUID en la Base de datos de Firebase.
- Se solicita permisos de GPS al dispositivo.
- Se comienza a escuchar en tiempo real.
- Se comienza a enviar a la base de datos.

Figura 46. Diagrama de secuencia del conductor.



Fuente: Autores.

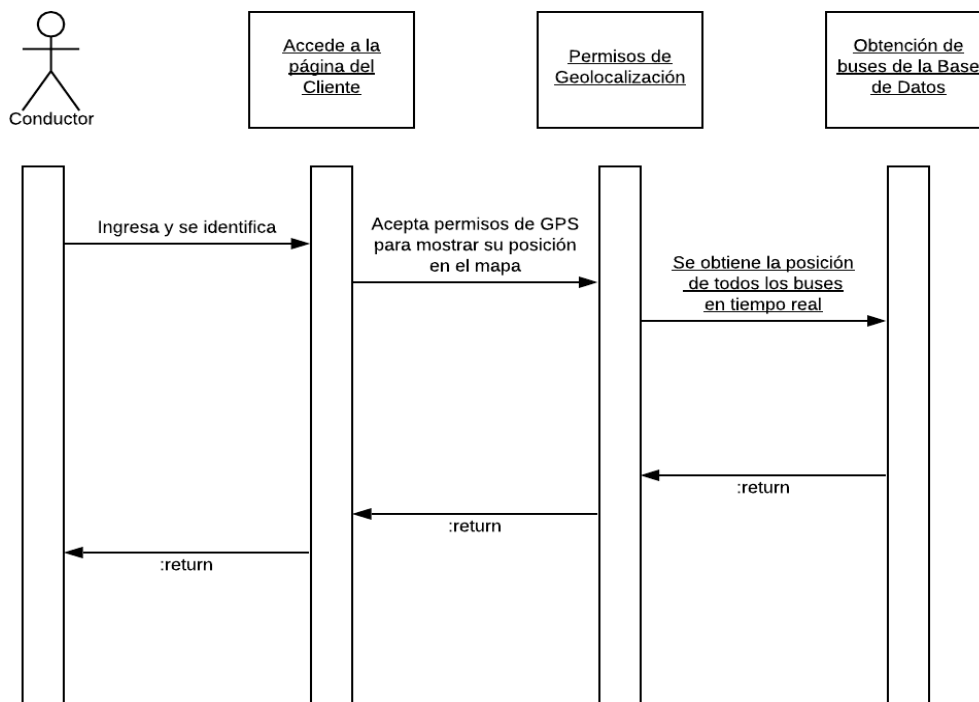
Previamente se muestra en un diagrama como es la secuencia de entrada del conductor, a continuación, se puede ver el mapa con la ubicación exacta del autobús.

Luego se describe la:

### Secuencia de entrada para el cliente

- Ingresa a la página para ver todos los buses.
- Se le solicita permisos de GPS si no los tiene para mostrar su posición en el mapa.
- Se comienzan a observar todos los buses en tiempo real en el mapa.

Figura 47. Diagrama de secuencia del cliente.



Fuente: Autores.

En la imagen anterior se muestra la secuencia básica para que el cliente entre a la App, y enseguida se muestra el mapa con la ubicación del usuario y la de la buseta

Y es en base a estas graficas como se termina contrayendo la aplicación, en la cual se puede detallar en la etapa **3.3 Desarrollo en Firebase**, donde se destaca la funcionalidad de la aplicación, al momento de correrla en los dispositivos Android, y a su vez, la recolección de datos efectiva para FIREBASE, es así como se procede a comenzar la última fase.

#### 4.2.5. Fase 5

Cabe resaltar que la creación sé que se ha descrito con anterioridad del informe, lleva consigo diferentes subclases las cuales guían al lector a introducirse más a fondo en las pruebas que se realizaron y a continuación se podrán ver reflejados resultados de los ensayos en la secuencia **4.2** y **4.3** para su puesta a punto de lo que se logró alcanzar.



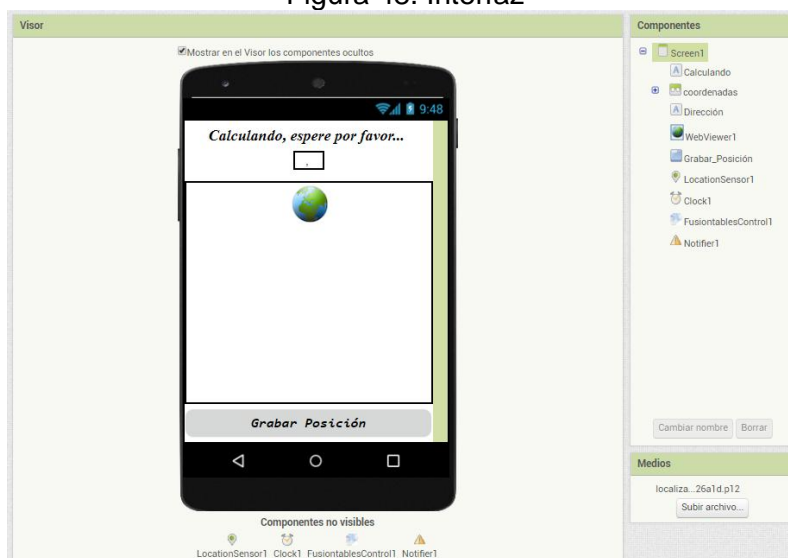
### 4.3. RESULTADOS DE APP INVENTOR

Pese a que esta plataforma se convirtió en una buena opción y cumplía con el primer objetivo propuesto, al intentar crear la interfaz no salió como se esperaba ya que un error en la cuenta de servicio no dejó conectarla con la función que nos garantizaba mostrar el mapa con la ubicación, aun así, nos daba coordenadas y dirección de la ubicación en la que se encontraba, cumpliendo así el primer objetivo, el cual no se logra en la segunda App creada.

#### 4.3.1. RESULTADOS DE LA INTERFAZ

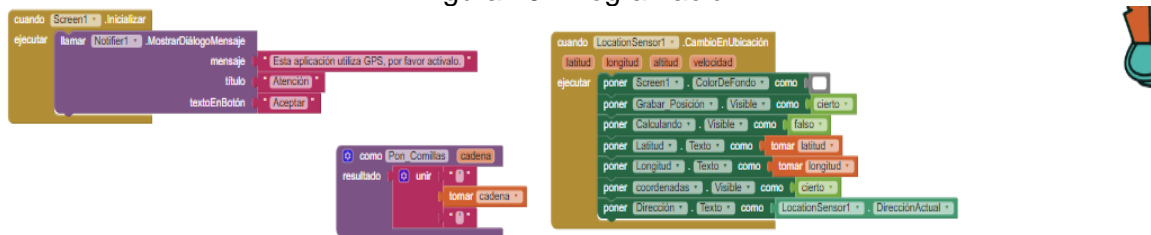
Al momento de crear la interfaz con los componentes combinándola con los datos que la función tables nos permite y la programación, no se obtiene ningún problema en el momento, se considera que la aplicación va a servir de forma correcta, ya que la programación en App inventor es básica y gracias a la facilidad de los bloques es difícil que tenga algún error. A continuación, se evidencia la programación completa y la interfaz desde la plataforma con los componentes que se usaron.

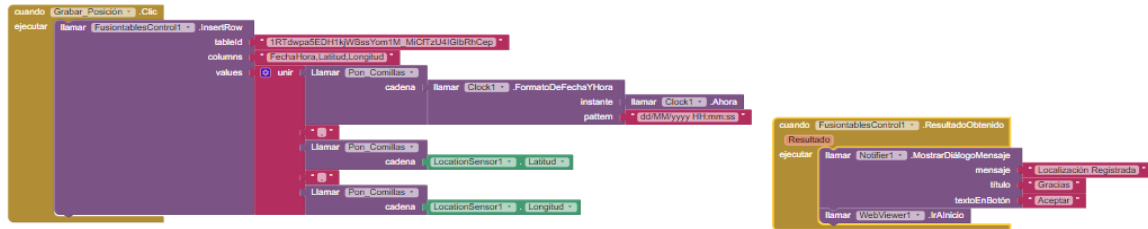
Figura 48. Interfaz



Fuente: [http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es\\_ES#5171287749689344](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5171287749689344)

Figura 49. Programación





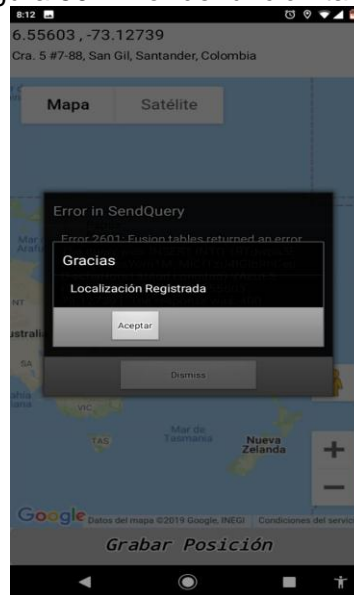
Fuente: [http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es\\_ES#5171287749689344](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5171287749689344)

Como se muestra hasta el momento del último bloque de programación, no se presenta ningún error y todo funciona con normalidad.

#### 4.3.2. PRUEBA DE APP.

Después de descargar la aplicación en el celular, se procede a instalarla y buscar la ubicación requerida, en cuanto empieza a ejercer lo que se programó no se encuentra ningún problema, pero cuando llega el momento de grabar la posición y mostrarla en el mapa, esta envía un error al cual no se le encontró solución, ya que la cuenta de servicio no permitió guardar los datos que la función tables concedía.

Figura 50. Error de función tables.



Fuente: Autores.

En la imagen anterior muestra las coordenadas de ubicación con la dirección que inmediatamente después de querer grabar la posición envía error, pero también con la última notificación que se programó, dejando en claro que el programa funciona correctamente, pero que por la cuenta de servicio y la función tables no permitió que mostrara una posición en el mapa, y así descartando la idea de usar este programa para la creación de la App a vender.

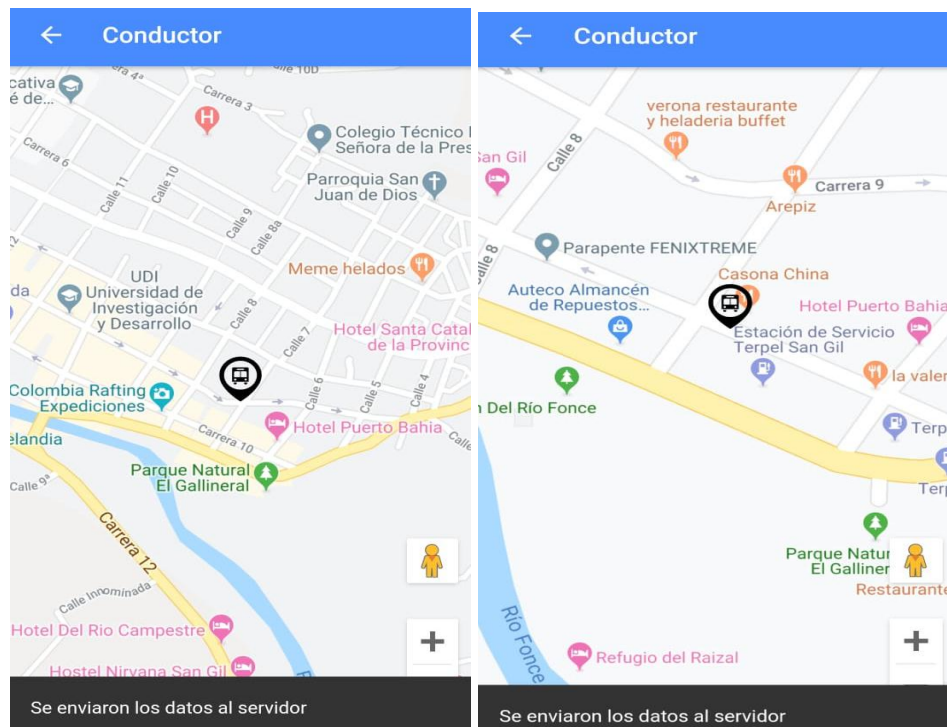
#### 4.4. RESULTADOS DE FIREBASE.

Esta App es la definitiva, ya que realiza con parte en lo que se planteó en un principio, aunque no cumple con todos los objetivos, puesto que no muestra coordenadas ni dirección, tampoco permite realizar un análisis de distancia entre una buseta y usuario, su velocidad, y ver qué ruta realizan las empresas. Pero se logra mostrar todas las busetas activas en tiempo real ya que esta va actualizando cada dos o cinco segundos y guarda los datos en la base para mostrarlo en el mapa de los usuarios, también permite ver la ubicación de los pasajeros por recoger.

En las siguientes imágenes se evidencia el uso de la aplicación, como conductor y cliente, mostrando, así como cada 2 - 3 segundos actualiza y guarda el dato e ubicación de los colectivos y en qué momento llega al usuario.

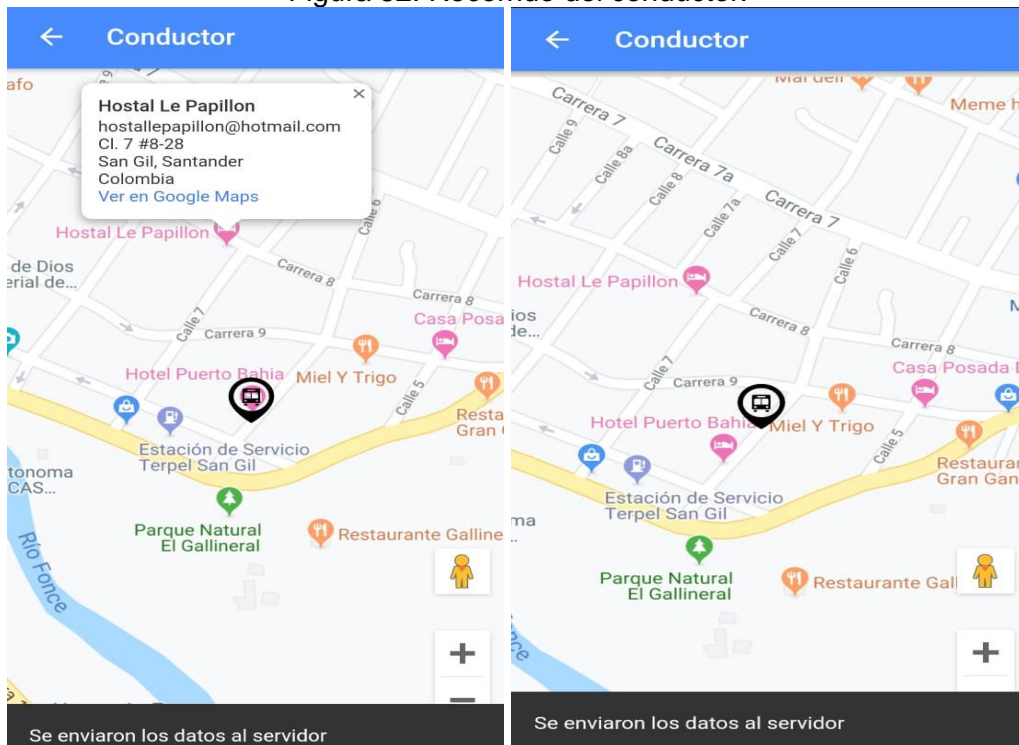
En las primeras imágenes, se podrá observar por medio de algunas capturas, que el conductor del colectivo da un recorrido antes de llegar al destino del usuario:

Figura 51. Recorrido del conductor.



Fuente: Autores.

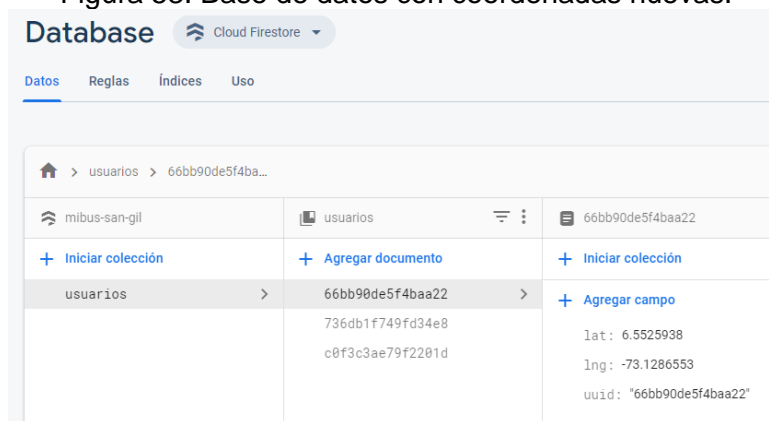
Figura 52. Recorrido del conductor.



Fuente: Autores.

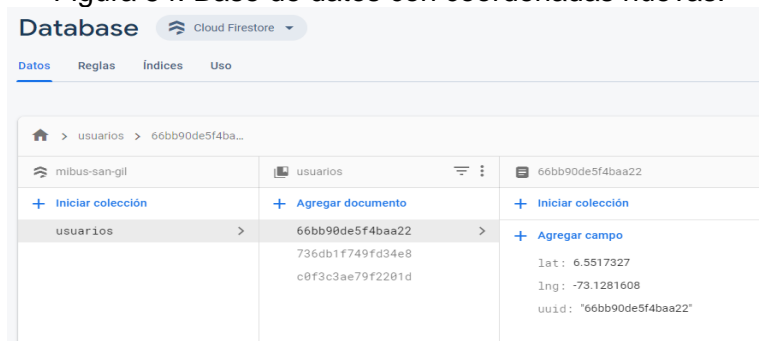
Como se puede observar, la buseta hace un corto recorrido, y envía una notificación donde confirma que la nueva posición ya está en la base de datos, por lo que envía a los administradores las nuevas coordenadas y al usuario la nueva posición. Así como se muestra más adelante.

Figura 53. Base de datos con coordenadas nuevas.



Fuente: <https://console.firebase.google.com/project/mibus-san-gil/database/firestore/data~2Fusuarios~2F123>.

Figura 54. Base de datos con coordenadas nuevas.

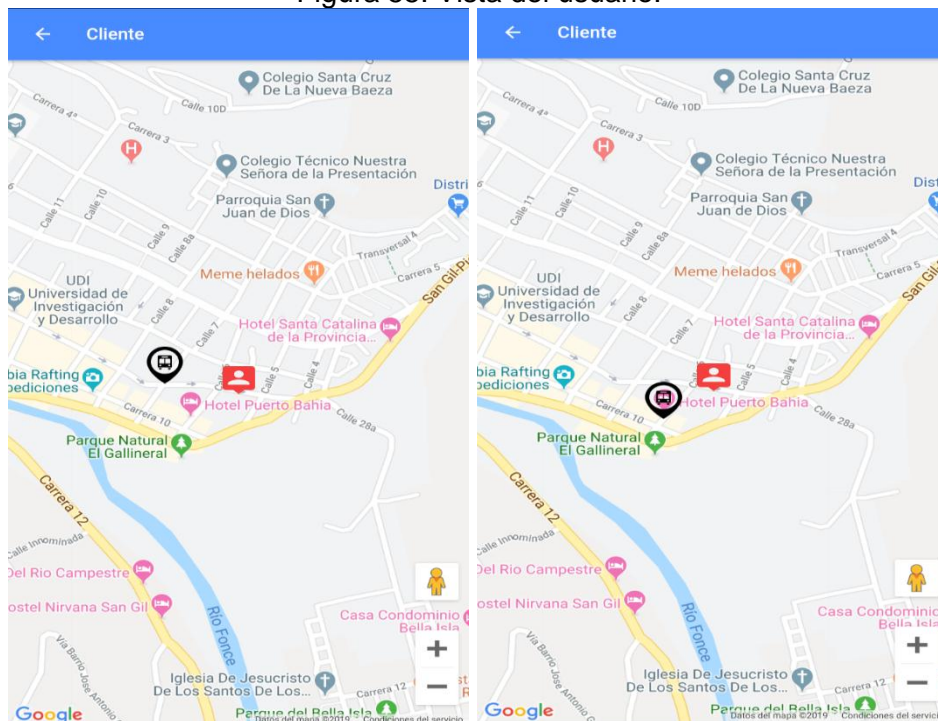


Fuente: <https://console.firebase.google.com/project/mibus-san-gil/database/firestore/data~2Fusuarios~2F123>.

Previamente se observa la base de datos, se puede determinar la posición por las coordenadas de longitud y latitud, las cuales tienen un cambio mínimo, ya que se encuentra en el mismo casco urbano y no es una gran diferencia, pero al ver las coordenadas en algún mapa, se encuentra la ubicación exacta.

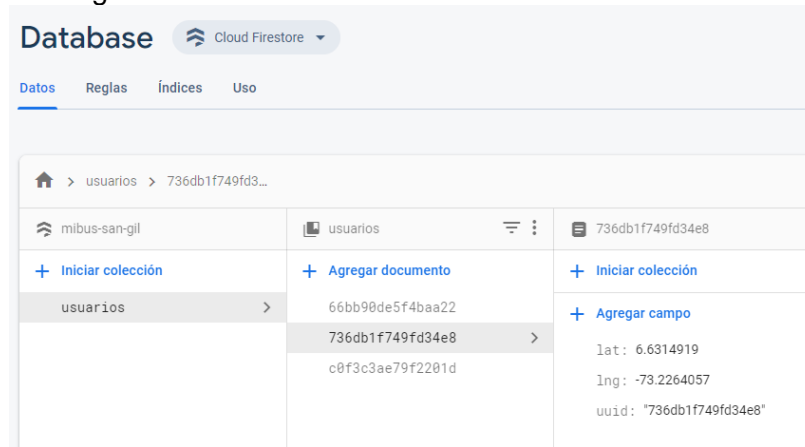
A continuación en las siguientes imágenes, se precisa en una serie de capturas, esta vez del cliente, donde este puede ir vigilando el recorrido del articulado y la ubicación en la base de datos del mismo.

Figura 55. Vista del usuario.



Fuente: Autores.

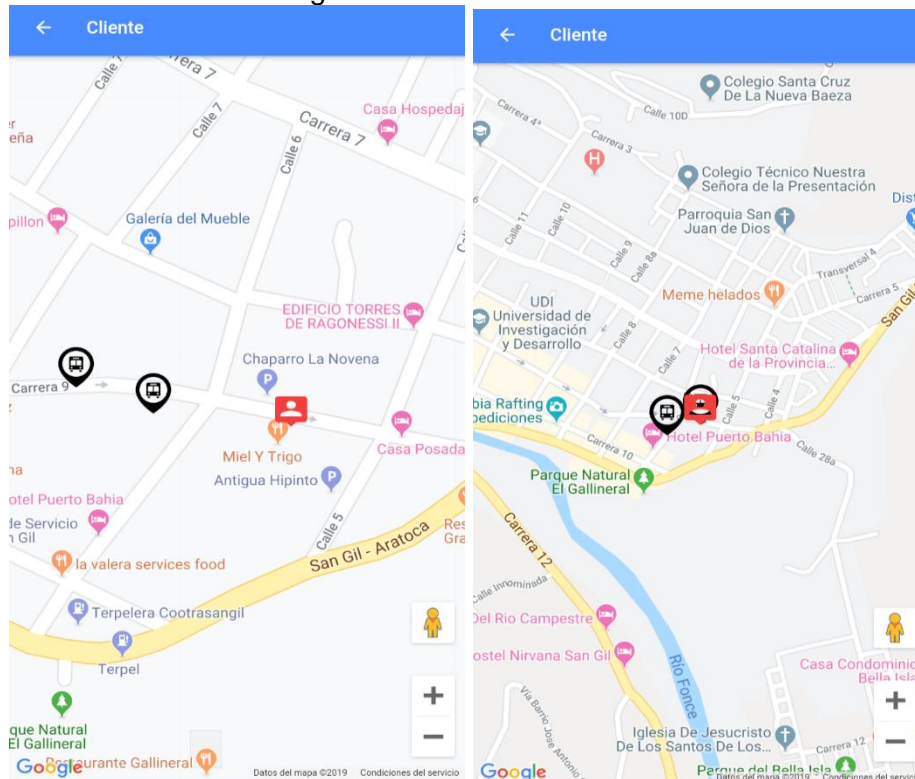
Figura 56. Ubicación del usuario en la base de datos.



Fuente: <https://console.firebase.google.com/project/mibus-san-gil/database/firestore/data~2Fusuarios~2F123>.

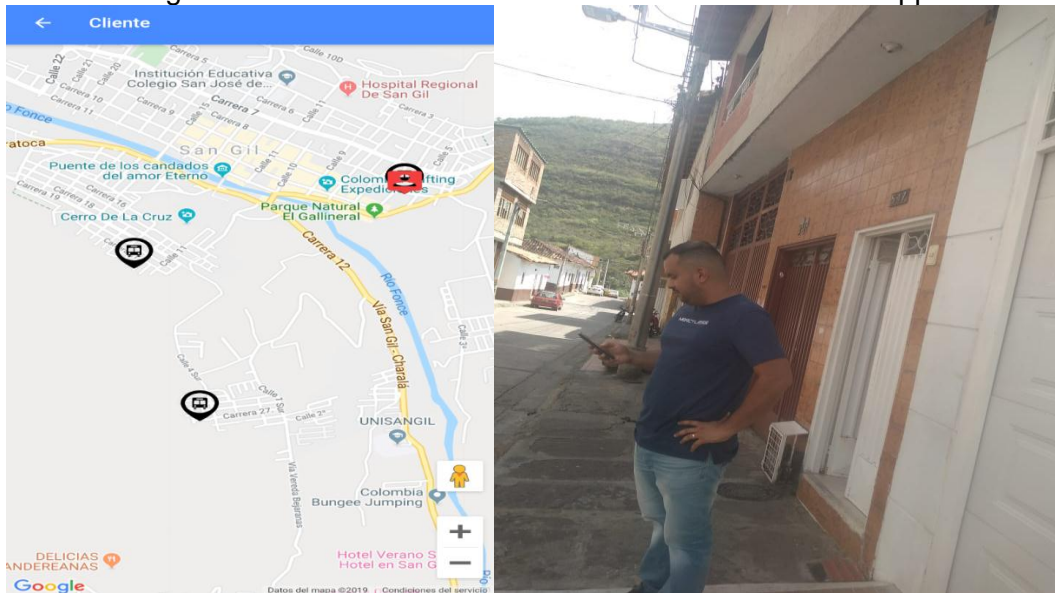
De acuerdo con las previas imágenes, el usuario puede ver la ubicación del colectivo y en la base de datos se observa la ubicación del usuario. También el usuario puede ver más de un articulado en el mapa, como se muestra en seguida:

Figura 57. Vista del usuario.



Fuente: Autores.

Figura 58. Vista del usuario - Cliente haciendo uso de la App

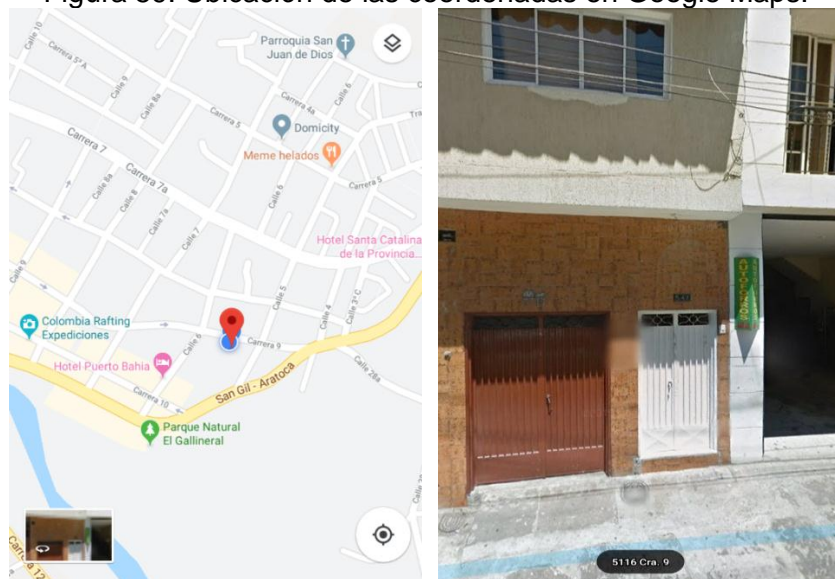


Fuente: Autores.

Así como se muestra en las imágenes anteriores, el usuario observa la ubicación de varios colectivos de la empresa y no solo uno.

Al buscar la ubicación con las coordenadas que la base de datos nos entrega, se puede observar que es la misma donde el cliente se encuentra ubicado, así se muestra en las imágenes siguientes.

Figura 59. Ubicación de las coordenadas en Google Maps.



Fuente: Autores.

Esto demuestra las coordenadas exactas de la ubicación del usuario, con la respectiva evidencia del lugar en el screen viewer del Google Maps.

- **COMPUTACIÓN EN LA NUBE:**

El sistema de monitoreo requerirá de ciertos servidores de internet que serán los delegados de atender las peticiones en cualquier momento de los diferentes usuarios, puesto que, en este procedimiento, se podrá obtener un acceso a la información del servicio mediante una conexión a internet desde cualquier dispositivo móvil o fijo ubicado en las instalaciones de la empresa que presta el servicio.

Se realizará una computarización en la nube para incrementar las ventajas del servicio, el cual será basado a través de una infraestructura tecnológica didáctica, que se identifique con un alto grado de automatización y a su vez una fluidez muy característica de los recursos, y evitando además el uso fraudulento del software y la piratería.

La utilización de este medio disminuirá los precios, así como también ayudar a que la Nube de la empresa sea más segura y así evitar a los delincuentes informáticos, por otro lado, también se pretende garantizar un mejor tiempo de actividad y fluidez.

- **CIBERSEGURIDAD**

El objetivo de garantizar una seguridad informática será establecer ciertos criterios, y normas que permitan disminuir los peligros e inseguridades de la información almacenada en la NUBE.

Dichos criterios incluyen horarios de funcionamiento, puesto que algunas empresas de transporte público, tiene horarios establecidos que cambian dependiendo del día, autorizaciones para personal administrativo, denegaciones para personas que sean excluidos del servicio por razones legales, planes de emergencia para manifestar cualquier eventualidad, perfiles especiales para usuario frecuentes, todo esto, para obtener un buen nivel de seguridad informática y ayudando a la organización en general y al uso de programas para estar siempre a la vanguardia en tecnología.

- **BIG DATA Y ANÁLISIS**

El municipio de San Gil, cuenta con un alto número de personas que usan el servicio de transporte público diariamente, es por esto, que el sistema debe ser capaz de soportar los macro datos, que se pueden recopilar a través del día, puesto que se ingresa y se extrae información, y así maximizar el rendimiento y la eficacia, a la hora de ingresar a los diferentes portales de la NUBE.

Además, los análisis sofisticados pueden mejorar sustancialmente la toma de decisiones del administrador y operario del sistema para la gestión de autobuses, que estarán aprovechando la Big Data, y esta brindará más rapidez al importar y extraer datos.



- **INTERNET INDUSTRIAL DE LAS COSAS**

Principalmente, preparar el sistema para que se centre en la parte de incrementar la eficiencia de los procesos, y la seguridad.

Ayuda a las empresas de transporte público, desarrollar el máximo potencial operario, puesto que este, será más sencillo a la hora de introducir las tecnologías de automatización a nuevos niveles de eficiencia, y así, mantenerse siempre actualizada y sofisticada.

En este apartado, dispondría de todo el flujo de datos recolectados por los sensores GPS, Velocímetros, y demás funciones internas del transporté, que se entrelazaran con información y datos de los usuarios para su análisis, su estudio, para mejorar algún proceso, o detectar algún fallo y almacenarlos en una base de datos.

- **SISTEMAS DE INTEGRACION HORIZONTALES Y VERTICALES**

La integración vertical, establecemos la conexión de determinados sistemas en cada una de estas etapas, enlazando los datos recolectados en la base de datos, para de esta forma realizar el trabajo de una forma más ordenada haciendo que la información se transmita de manera más rápida y eficiente a los usuarios y administradores, reduciendo el tiempo que le lleva a los gerentes la toma de decisiones, para que así, se pueda mejorar el proceso de gestión en la empresa, puesto que la meta, es mantener la productividad en un alto nivel, en tiempo real.

A futuro, diseñar un sistema que controle el registro de las diferentes épocas, donde la utilización de usuarios es menos elevada y así reducir la utilización de servicios malgastados.

La integración horizontal, se realiza una unión de los sistemas y softwares que se necesiten en una determinada empresa, para llevar a cabo un estudio estadístico, promoviendo a los diferentes sectores administrativos, a trabajar conjuntamente, y de este modo obtener una sincronización, disminución de pérdidas, ya que presenta un ahorro de recursos y optimiza las labores de mercado con respecto a otras empresas, gestión de operadores, logística y distribución.

Además, con del monitoreo de distribución, es posible estar seguros del cumplimiento de los viajes, rutas, y también generar datos para prever que los conductores infrinjan la ley, o no hagan un buen trabajo. Dichas características ayudaran a generar valor agregado para que el cliente se sienta mejor con la asistencia ofrecida, mientras que internamente, este más organizado, precisamente para brindar mayor calidad al servicio.

- **SIMULACION**

Se implementará un mapa donde a los usuarios se les graficará por medio de una plataforma virtual en los dispositivos móviles, las respectivas ubicaciones de las flotas y

así como también el recorrido que debe hacer cada una de ellas, y aparte de eso, se le mostrará al conductor la ruta adecuada de su recorrido determinado (en pantalla).

- **FABRICACION ADITIVA**

Se puede implementar en la fabricación en 3D el prototipo del estuche o caja, donde se guarda el sistema GPS integrado con sus elementos y este dicho prototipo, se fijará dentro de él vehículo que se pretende monitorear.

- **ROBOTS AUTONOMOS**

Utilizando la Red para colaborar mutuamente los sistemas de software y hardware, instalados en el medio de transporte (buseta) inalámbricamente conectado vía wifi, a los diferentes dispositivos móviles, para él envió de información como la ubicación y demás valores, así como también en la planta administradora, los informes de los usuarios que toman el servicio de transporte.

- **REALIDAD AUMENTADA**

Algunas personas se les dificulta ubicarse en los espacios públicos, por lo tanto, se podría a futuro implementar en el mapa de GPS, al entrar en la aplicación móvil, con sus respectivas gafas de visión (Realidad Aumentada), una vista más real del recorrido de la flota donde el usuario pueda pararse en algún punto y pueda ver una panorámica de las calles, puede moverse, girar y recorrerlo, para familiarizarse con su entorno y donde pretende esperar la flota.

## 5. CONCLUSIONES

- Se descarta la idea de hacer un prototipo GPS para implementar en los colectivos, sin embargo, se crea una interfaz amigable al usuario que se aprovecha de los sistemas de comunicación presentes en los smartphome de los conductores, siendo así una alternativa económica para la empresa que quiera contratar este servicio.
- Debido a problemas de delimitación del proyecto se puede destacar que Firebase no permite realizar un análisis de distancia entre una buseta y el usuario, su velocidad, y tampoco permite ver qué ruta realizan las empresas, pero esta información podría ser actualizada para futuras versiones; sin embargo, la comunicación mediante Firebase y google maps, funcionó correctamente, puesto que estos sistemas pueden ser entrelazados muy fácilmente ya que solo necesita una cuenta Gmail para usarse.
- Con base en las pruebas de posicionamiento se puede observar una rapidez a la hora de que el conductor de la buseta active su punto de GPS, así como también en el apartado de usuario donde puede visualizar en tiempo real su movimiento.
- Se tenía pensado por parte de los autores elaborar un permiso para los conductores, los cuales sólo pudieran acceder con contraseña para evitar que algunos usuarios entraran accidentalmente, pero debido a varios errores de programación y a la difícil tarea que esto requería, no se pudo concretar, pero se logra crear una aplicación la cual rastrea la ubicación de todos los articulados y lo envía a una base de datos.
- Se puso a prueba la base de datos la cual sirvió de gran respaldo para el envío de información a la plataforma IOT, ya que brinda suficiente almacenamiento en la nube, sin necesidad de crear un servidor diferente, puesto que Google lo hace directamente. Se utiliza una versión gratuita llamada “Plan Spark” con 1 GiB en total, pero es capaz de soportar las visitas, ya que lo hace el mismo FireBase, ahorrando trabajo que costaría hacerlo en otras plataformas. Además, contiene diferentes APIs que trae consigo, aparte se da a mostrar una vista en tiempo real de la información obtenida de la cantidad de choferes en el área de San Gil, con un aproximado de 50 para una buena fluidez del aplicativo, actualmente no está afiliado a ninguna empresa, por tanto, solo es un prototipo, así como también la cantidad de choferes actuales, ya que extrae la ID de cada dispositivo para su respectiva identificación del chofer en ruta. Todo esto para permitirle a los encargados, la posibilidad de tener un control sobre ellos y hacer las reformas que crean necesarias.

## 6. RECOMENDACIONES

- Mejorar la aplicación donde permita al usuario visualizar el recorrido de todos los colectivos, la velocidad en la que manejan y la distancia hasta el punto de los mismos.
- Perfeccionar la base de datos, en donde se ingrese más información tanto del conductor como de los usuarios, donde ella misma pueda llevar la información y clasificarla para los administradores.
- Crear una contraseña para la entrada de los conductores a la aplicación, así los usuarios no entran accidentalmente pudiendo causar alguna confusión.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzamora, P. F. (2010). "Control y monitorización del recorrido de los buses de transporte público mediante tecnología GPS y GSM". Ecuador.
- Aranda C. Ortiz L. (2015). Aplicación móvil para reforzar el aprendizaje básico de la geometría descriptiva en los cursos de ingenierías, apoyado en la realidad aumentada. Universidad Industrial de Santander "UIS".
- Artimo. (2018). "Trabajo conjunto para el monitoreo de buses". Colombia/Medellín
- Barreto, C. Bautista, V. E. (2015). "Sistema de monitoreo LOBOBUS". Bolivia.
- Carreño, C. (2017) "Sistema de posicionamiento y ocupación de rutas 'spor' ". Colombia.
- De Jesús, Jo. A. (2016) "Instalación y configuración del sistema gestor de bases de datos en distintas plataformas". México.
- De la Riva, D. Di Cicco, C. Montero, F. Sottile (2012). "UniMóvil: una aplicación móvil para Universidades. Instituto de Investigación y Transferencia en Tecnología "IITT".
- D. Apolinar. (2015). Desarrollo de un prototipo de una aplicación para dispositivos móviles para el acceso a información turística detallada de algunos puntos de interés de la ciudad. Universidad Católica de Colombia.
- Galeano, S. (2017) Dispositivos Móviles En Colombia: Los Millennials Pasan 120 Minutos Al Día Conectados, [Artículo en línea], Recuperado de: <https://marketing4ecommerce.co/uso-de-los-dispositivos-moviles-en-colombia/>
- Global GPS. (2018). "GPS SUTRAN". Perú.
- Grueso, E. S. (2018). "Aplicación que ubica por GPS buses y pasajeros". Colombia/Manizales.
- Gutiérrez, L. Jaramillo. (2014). Estudio de factibilidad para la implementación de una aplicación en dispositivos móviles como medio de información académica. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Hernández, M. (2016) Samsung Y Huawei, Marcas De Móviles Más Populares En Colombia, [Artículo en línea], Recuperado de: <http://www.enter.co/otros/samsung-y-huawei-marcas-de-moviles-mas-populares-en-colombia/>
- Meza Romero, J. C. (2018). "Sistema de monitoreo de una red de buses de transporte público e información para usuario empleando transceptores GPS/GSM". Perú.

Moscaritolo, A. (17 de febrero de 2017). El 99.6% del mercado móvil le pertenece a Android y iOS, Recuperado de: <https://latam.pcmag.com/sistemas-operativos-moviles/18490/el-996-del-mercado-movil-le-pertenece-a-android-y-ios>

Regisbus (2016). "REGISBUS". Bolivia.

Registel. (2016). " REGIBUS". Colombia/Cali

Salamanca, J. M. (2017) "Alternativa de solución para visualización de las rutas y ubicación geográfica en tiempo real para el sistema de transporte público". Colombia/Bogotá.

Salazar, C. A. (2011). "Buses de campo y protocolos en redes industriales". Colombia/Manizales

UXTips. (2017) Tutorial: Explorando la interfaz - Curso intensivo Adobe XD, [Video en línea], Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=HDBzHxGIBBQ>