

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES**  
**CARRERA DE INFORMÁTICA**



**TESIS DE GRADO**

**“SISTEMA DE RASTREO SATELITAL EN TIEMPO REAL  
DEL TRANSPORTE MUNICIPAL DE LA PAZ”**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA  
MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

**POSTULANTE:** Karen Gabriela Llano Rodriguez

**TUTOR METODOLÓGICO:** M.Sc. Rosa Flores Morales

**ASESOR:** Lic. Victor Pablo Pozo Diaz

**LA PAZ – BOLIVIA**  
**2021**

**HOJA DE CALIFICACIONES**  
**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES**  
**CARRERA DE INFORMÁTICA**

**TESIS DE GRADO:**

**SISTEMA DE RASTREO SATELITAL EN TIEMPO REAL DEL TRANSPORTE**  
**MUNICIPAL DE LA PAZ**

**POSTULANTE:** Karen Gabriela Llano Rodriguez

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:** Licenciatura en Informática

**MENCIÓN:** Ingeniería de Sistemas Informáticos

**NOTA NUMERAL:** .....

**NOTA LITERAL:** .....

**HA SIDO:** .....

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INFORMÁTICA:** Ph.D. José Maria Tapia Baltazar

**TUTOR METODOLÓGICO:** M.Sc. Rosa Flores Morales

**ASESOR:** Lic. Victor Pablo Pozo Diaz

**TRIBUNAL:** .....

**TRIBUNAL:** .....

**TRIBUNAL:** .....



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE INFORMÁTICA**



**LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por darme serenidad en aquellos momentos difíciles, llenarme de fuerza y guiarme aun buen camino, que gracias a él, he llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Simón y Fanny (+), por ser los pilares más importante en mi vida, demostrarme siempre su amor, su apoyo incondicional y por todo el sacrificio, sabía que siempre podría contar con ellos, a pesar de la partida de mi madre sé que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

A mi esposo Fabricio, por haber estado ahí siempre y por ayudarme en todo lo que estuviera a su alcance, y a mi hija Camila por su paciencia, comprensión durante este periodo dando me fuerza con sus sonrisas y alegrías que me impulsaron a no desfallecer.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en momentos débiles y brindarme una vida llena de aprendizajes.

A mi tutora metodológica M. Sc. Rosa Flores Morales por la paciencia, el apoyo brindado y la transferencia de conocimientos útiles para el desarrollo de mi tesis.

A mis hermanos Adolfo, Roger, Carlos (+), Gary, Michel y Nelson gracias por ayudarme y alentarme en todas las etapas que pasamos juntos, gracias por todo.

A mis suegros William y Martha, por su apoyo, sus buenos consejos y cariño incondicional.

Finalmente a todas aquellas personas, amigos que me brindaron su apoyo, tiempo e información para el logro de mis objetivos.

## RESUMEN

En la presente tesis de grado se desarrollara un sistema de monitoreo satelital del transporte municipal de La Paz utilizando la tecnología de GPS, capaz de ofrecer la geo-localización del vehículo en tiempo real, esto permite brindar información inmediata al usuarios del Pumakatari que deben esperar un tiempo desconocido, produciendo colas en horas pico y pérdida de tiempo para tomar el servicio, este puede ser causado por la lentitud del tráfico, bloqueos u otros, dando lugar a la desconformidad en la espera y en muchos casos que opten por otra opción de transporte.

Se concluyó con los objetivos de forma exitosa, la creación del sistema de monitoreo en tiempo real del Pumakatari, entre sus funciones esta la estimación del tiempo de llegada de los dos buses más cercanos a la parada y parada más cercana al usuario, selección de ruta, paradas, horarios, tarifas. Se tuvo resultados favorables con una funcionabilidad al 95%, usabilidad 84% y eficiencia 88%.

Para que se posible esta tesis de grado se utilizó Scrum es una metodología ágil, flexible que permiten adecuar el trabajo a la condición del proyecto y de corto tiempo, se desarrolló la aplicación con Android Estudio, se implementó una plataforma Firebase bade de datos NoSQL y para la verificación de calidad del software se utilizó la norma ISO 9126.

**Palabras clave:** monitoreo satelital, GPS, geo-localización, rastreo, Pumakatari.

## SUMMARY

In this thesis, a satellite monitoring system of municipal transport in La Paz will be developed using GPS technology, capable of offering the geo-location of the vehicle in real time, this allows to provide immediate information to Pumakatari users who should wait an unknown time, producing queues at peak hours and loss of time to take the service, this can be caused by slow traffic, blockages or others, leading to non-conformity in waiting and in many cases they choose another option of transport.

The objectives were successfully concluded, the creation of the Pumakatari real-time monitoring system, among its functions is the estimation of the arrival time of the two buses closest to the stop and stop closest to the user, route selection , stops, schedules, rates. Favorable results were obtained with 95% functionality, 84% usability and 88% efficiency.

For this degree thesis to be possible, Scrum was used, it is an agile, flexible methodology that allows adapting the work to the condition of the project and in a short time, the application was developed with Android Studio, a Firebase platform of NoSQL data was implemented and ISO 9126 standard was used for software quality verification.

**Keywords:** satellite monitoring, GPS, geo-location, tracking, Pumakatari.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.2. ANTECEDENTES .....	3
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4. OBJETIVOS .....	5
1.4.1.    OBJETIVO PRINCIPAL .....	5
1.4.2.    OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	5
1.5. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.5.1.    JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	5
1.5.2.    JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA .....	6
1.5.3.    JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	6
1.6. LÍMITES Y ALCANCES.....	6
1.6.1.    LÍMITES .....	6
1.6.2.    ALCANCES.....	6
1.7. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	7
1.8. DISEÑO METODOLÓGICO.....	7
1.8.1.    TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	7
1.8.2.    TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	7
1.8.3.    REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	7
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	9



2.2. METODOLOGÍA SCRUM .....	9
2.3. LA GEORREFERENCIACIÓN.....	13
2.3.1. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).....	13
2.4. GOOGLE MAPS.....	14
2.4.1. API DE GOOGLE MAPS .....	14
2.5. ANDROID STUDIO .....	14
2.6. FIREBASE .....	15
2.7. NORMA ISO/IEC 9126.....	17
2.8. JSON .....	20
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>22</b>
<b>SISTEMA DE BUS URBANO “PUMAKATARI” .....</b>	<b>22</b>
3.1. PUMAKATARI TRANSPORTE MUNICIPAL .....	23
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>27</b>
<b>MARCO APLICATIVO.....</b>	<b>27</b>
4.2. ANTES DEL DESARROLLO ( <i>Pre-game</i> ).....	28
4.3. HISTORIAS DE USUARIO .....	29
4.2.1. PILA DE PRODUCTOS ( <i>Product Backlog</i> ).....	34
4.3. Estructura NoSQL .....	34
4.4. DIAGRAMAS DE CASOS DE USO.....	36
4.5. DESARROLLO (Development).....	36
4.5.1. PILA DE SPRINT 1(Sprint Backlog).....	37
4.5.2. DIAGRAMAS DE CASOS DE USO.....	37
4.5.3. DIAGRAMAS DE SECUENCIA .....	38
4.5.4. DISEÑO DE INTERFAZ DE USUARIO.....	38
.....	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>52</b>
<b>PRUEBAS Y RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
5.1. INTRODUCCIÓN.....	53

5.2. RESULTADOS .....	54
Métricas de Calidad .....	54
Funcionalidad.....	62
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>64</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>
6.1. CONCLUSIONES.....	65
6.2. RECOMENDACIONES .....	65
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>1</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 2.1 Códigos de comparación .....	21
Tabla 4.1 Roles de Scrum .....	28
Tabla 4.2 Historia de usuario - Mandar georeferencia del bus.....	29
Tabla 4.3 Historia de usuario - Parada cercana al usuario .....	29
Tabla 4.4 Historia de usuario - Monitorear dos buses más cercanos .....	30
Tabla 4.5 Historia de usuario - Tiempo estimado que tardan los buses.....	30
Tabla 4.6 Historia de usuario - Ver rutas.....	31
Tabla 4.7 Historia de usuario - Ver paradas.....	31
Tabla 4.8 Historia de usuario - Mapa general de ruta.....	32
Tabla 4.9 Historia de usuario - Ver tarifa.....	32
Tabla 4.10 Historia de usuario - Ver horarios .....	33
Tabla 4.11 Historia de usuario - Alertas .....	33
Tabla 4.12 Product backlog. ....	34
Tabla 4.13 Sprint Backlog 1 .....	37
Tabla 4.14 Sprint Backlog 2.....	40
Tabla 5.1 Encuesta de usabilidad .....	53
Tabla 5.2 Encuesta de Eficiencia .....	54
Tabla 5.3 Resultado pregunta 1 usabilidad .....	55
Tabla 5.4 Resultado pregunta 2 usabilidad .....	55
Tabla 5.5 Resultado pregunta 3 usabilidad .....	56
Tabla 5.6 Resultado pregunta 4 usabilidad .....	56
Tabla 5.7 Resultado pregunta 5 usabilidad .....	57
Tabla 5.8. Resultado pregunta 1 eficiencia.....	57
Tabla 5.9 Resultado pregunta 2 eficiencia.....	58
Tabla 5.10 Resultado pregunta 3 eficiencia.....	58
Tabla 5.11 Resultado pregunta 4 eficiencia.....	59
Tabla 5.12 Resultado pregunta 5 eficiencia.....	59
Tabla 5.13. Evaluación de usabilidad de la aplicación a los usuarios. ....	60
Tabla 5.14. Gráfico de Usabilidad .....	60
Tabla 5.15. Evaluación de Eficiencia de la aplicación a los usuarios. ....	61
Tabla 5.16. Gráfico de Eficiencia.....	61

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.1. Ciclo de Desarrollo del Scrum .....	11
Figura 2.1. Vista dividida del editor de diseño y previsualización .....	15
Figura 2.2 Modelo de calidad interna .....	17
Figura 3.1 Estación de transferencia La Paz Bus .....	24
Figura 3.2 Rutas del Pumakatari La Paz Bus.....	25
Figura 4.1 Proyectos de la aplicación. ....	35
Figura 4.2 Estructura NoSql de la aplicación. ....	35
Figura 4.3. Caso de uso de alto nivel del sistema .....	36
Figura 4.3 Caso de uso de alto nivel del sistema usuario GPS. ....	37
Figura 4.4 Diagrama de secuencia - manejo del sistema usuario GPS. ....	38
Figura 4.5 Pantalla Principal - usuario gps.....	39
Figura 4.6 Caso de uso de alto nivel del sistema usuario GPS. ....	40
Figura 4.7 Diagrama de secuencia - para mostrar paradas y parada cercana. ....	41
Figura 4.8 Pantalla Principal.....	42
Figura 4.9 Pantalla de Rutas y Paradas .....	43
Figura 4.10 Pantalla Horarios .....	44
Figura 4.11 Pantalla Tarifas .....	45
Figura 4.12 Pantalla de Información. ....	46
Figura 4.13 Código de ubicación actual.....	47
Figura 4.14 Código parada más cercana .....	47
Figura 4.15 Código parada más cercana .....	48
Figura 4.16 Pantalla inicial de usuario .....	49
Figura 5.17 distribución acumulativa de android. ....	63

# **CAPITULO I**

## **MARCO REFERENCIAL**

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la demanda de telefonía inteligente juegan un papel muy importante en las actividades cotidianas de las personas, por esta razón, es muy valiosa la información que puedan tener los usuarios, como tener conocimiento de tiempo de llegada del transporte municipal que genera una necesidad de ahorrar tiempo al momento de esperar una determinada ruta, mejorando así la forma en que la población de una ciudad se desplaza de un punto de origen a un punto destino.

Los usuarios del transporte público municipal del bus Pumakatari, deben esperar un tiempo desconocido y esto ocasiona colas en horas pico y pérdida de tiempo para tomar el servicio, debido al incumplimiento de llegada causado por la lentitud del tráfico, bloqueos u otros, esto hace que los usuarios estén inconformes con el tiempo de espera y en muchos casos opten por otra opción de transporte.

En la presente tesis de grado se desarrolló un sistema de monitoreo satelital del transporte municipal de La Paz, utilizando la tecnología de GPS, capaz de ofrecer la geo-localización del vehículo en tiempo real, esto permite brindar información inmediata al usuario, el tiempo que debe esperar en la parada por su bus.

El contenido de este trabajo está dividido en cinco capítulos los cuales son:

- En el capítulo uno se realiza el planteamiento los aspectos generales para el desarrollo del presente trabajo.
- En el capítulo dos se hace referencia a la metodología, herramientas y tecnología que se utilizó para la implementación de la aplicación entre las más importantes están: la metodología Scrum de desarrollo ágil y elaboración a corto tiempo, el desarrollo de la aplicación se elaboró con la plataforma Android estudio. Se implementará una plataforma web orientada a servicios Apis Rest, para el cual se utilizó Postgres, Eclipse y lenguaje Java, para pruebas unitarias se realizó con un Postman y para la verificación de calidad del software se utilizó la norma ISO 9126.
- En el capítulo tres se expone la implementación de la aplicación en cada uno de sus ciclos.

- En el capítulo cuatro se realiza las pruebas con la norma ISO 9126 para verificar la calidad del software mediante encuestas.
- En el capítulo cinco se encuentran las conclusiones y recomendaciones.

## 1.2. ANTECEDENTES

En la revisión bibliográfica se encontraron proyectos similares a la presente tesis, entre las cuales se tienen:

**Sistema de seguimiento y monitoreo de vehículos basado en la geolocalización, en tiempo real aplicando balanceo de carga y utilización de múltiples servidores:** El objetivo de este trabajo es evitar robos y accidentes de vehículos, pues tiene un total monitoreo y seguimiento, pudiendo visualizar vehículos en un mapa de Google, y que además se contara con un sistema de notificaciones, ya que cuando un vehículo se encuentra en movimiento tendrá un mensaje de alerta desde la web indicando donde se encuentra el vehículo.

Para este caso se usó las tecnologías como GPS para la geolocalización, el balanceo de carga para la alta disponibilidad y escalabilidad, y finalmente el sistema de notificaciones a través del GCM de Google, todos implementados en base a los lenguajes de programación como Java, Android, Php y Mysql (Barra, 2016).

**En el sistema de localización de taxi basado en android, php y mysql:** Se han realizado dos aplicaciones Android, por un lado la “Aplicación cliente”, que muestra los taxis libres más cercanos que hay desde el punto geográfico en el que se encuentra el usuario. Por otro lado, la “Aplicación Taxista”, que envía los datos de localización periódicamente a un servidor MYSQL y muestra la localización del cliente que solicita ese taxi (Castro, 2012).

El sistema operativo para dispositivos móviles creado por Google (Android) se está extendiendo cada vez más; además los dispositivos móviles actuales incorporan todo tipo de sensores y chips con los que se puede podemos realizar aplicaciones interesantes, por ejemplo, en este proyecto se aprovecha la funcionalidad del chip receptor de GPS (Castro, 2012).

**Prototipo de sistema de localización de un bus de transporte urbano mediante gps y una aplicación android:** En este estudio se propone el desarrollo de un prototipo que permita localizar un bus, observar la ruta y determinar el tiempo de llegada a su destino. Para lo cual se utilizaron tecnologías actuales como GPS, GSM, entre otras propone el uso de un módulo Arduino UNO, un módulo GSM900 y un receptor GPS. El primero forma el circuito controlador, interconecta cada una de las partes del sistema y verifica su funcionamiento. El segundo posee las funcionalidades básicas de una placa de teléfono celular, con la configuración adecuada puede transmitir y recibir mensajes o llamadas. Y por último el receptor GSM, permite obtener las coordenadas del autobús (Hurtado, 2018).

### **1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La ciudad de La Paz, en los últimos años, ha experimentado un desmedido crecimiento del parque automotor, sumado a ello el incremento significativo de la población, han incidido directamente en el deterioro de la facilidad de movilidad urbana.

Filas de vehículos, bocinazos, conductores y pasajeros con los nervios a flor de piel debido al tráfico, son parte de la cotidianidad de La Paz, donde el parque automotor aumentó 45% en un quinquenio y la velocidad media se redujo entre 13 y 12 km/h. (La Razón Tapia G., 2018)

Una encuesta realizada por la alcaldía a 12.880 usuarios del bus Pumakatari determina que, el 95% de estos “califica como bueno y muy bueno el servicio de la paz bus”, sin embargo, el alcalde Luis Revilla, dijo en conferencia de prensa que “el principal punto en contra es el tiempo de espera en las paradas”, ya que el 56% de los usuarios “reclamo sobre este tema (Reyqui, 2014).

Los usuarios del transporte público municipal del bus Pumakatari, deben esperar un tiempo desconocido y esto ocasiona colas en horas pico y pérdida de tiempo para tomar el servicio. Los buses tienen rutas y horarios establecidos, pero pueden estar sujetos a cambios eventuales, como incumplimiento de llegada causado por la lentitud del tráfico, bloqueos u otros, esto hace que los usuarios estén inconformes con el tiempo de espera y en muchos casos opten por otra opción de transporte.



El problema que se formula en esta tesis es que los usuarios desconocen el tiempo de espera del transporte municipal, para esta incertidumbre se determina implementar una aplicación móvil que facilite de manera sutil el monitoreo satelital en tiempo real del bus Pumakatari para usuarios de telefonía inteligente.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO PRINCIPAL**

El objetivo principal de esta tesis de grado es el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que contribuya con el monitoreo, en base a geolocalización para buses Pumakatari con rastro satelital GPS en tiempo real.

### **1.4.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS**

- Incorporar a la aplicación móvil rutas, paradas, estimación de tiempo de llega del bus más cercano.
- Conectar la aplicación móvil con el bus mediante datos de latitud, longitud del bus y notificaciones.
- Implementar las aplicaciones en plataforma móvil Android y el monitoreo satelital mediante el GPS, esta tecnología es accesible por medio de internet desde cualquier dispositivo inteligente para identificar a los buses Pumakatari.
- El diseño e implementación de una plataforma que logra el enlace entre la aplicación del conductor y el usuario. web orientado a servicios API REST para la aplicación móvil.
- Evaluar la aplicación mediante un conjunto de pruebas.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN**

### **1.5.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Existe la justificación social, porque con la implementación de la aplicación se pretende beneficiar a las personas que usan el transporte público municipal de La Paz, bus Pumakatari, coadyuvando con el monitoreo satelital en tiempo real e información del tiempo de llegada, permitiendo que el usuario pueda organizar sus tiempos si espera u optar por otro medio de transporte para continuar con sus actividades.

## 1.5.2. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

Se justifica tecnológicamente porque mediante una encuesta realizada por la Agencia de Gobierno Electrónico y Tecnologías de Información y Comunicación Agetic (2017), se obtuvo que un 93% de la población mayor de 14 años cuenta con un teléfono móvil y el 95% se conecta a internet, estos son dispositivos necesarios gracias a sus utilidades, algunas cualidades que proporciona, es el sistema de posicionamiento global que indica de forma precisa los cambios de trayectoria, que en este caso fue utilizado para el monitoreo de los buses Pumakataris.

## 1.5.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La necesidad de información actualizada y eficaz se pondrá a disposición a toda la población que usa el transporte público municipal de La Paz, los usuarios podrán tomar una decisión rápida y oportuna si debe esperar el bus Pumakatari que económicamente sería factible en comparación de otros medios de transporte y aumenta si se tiene que tomar más de un vehículo para llegar a su destino y también ahorrar tiempo para realizar otras actividades cotidianas.

## 1.6. LÍMITES Y ALCANCES

### 1.6.1. LÍMITES

- La principal limitación es la geografía que se aplica en el transporte municipal de la ciudad de Paz.
- La aplicación será desarrollada para el control de seguimiento del bus Pumakatari en la ruta chasquipampa.
- La aplicación solo se usará en dispositivos con sistema operativo Android y que tenga conexión a internet.

### 1.6.2. ALCANCES

- La implementación de esta aplicación mostrará la ubicación de los dos buses más cercanos a la parada del usuario y el tiempo estimado de llegada en un radio de 1km<sup>2</sup>
- La aplicación móvil se desarrollará en la plataforma de android studio.

- Se utilizará el sensor GPS del dispositivo móvil para la obtención de coordenadas del bus
- Implementar una plataforma web orientado a servicios API REST.

## **1.7. METODOLOGÍA DE DESARROLLO**

Para el desarrollo de la tesis de grado se planteó la utilización de una metodología ágil la cual es SCRUM ya que propone una metodología basada en la simplicidad, agilidad y favorecido para proyectos a corto plazo.

## **1.8. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **1.8.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación es aplicada, esta se centra en la solución de problemas prácticos y específicos, en este caso es coadyuvar con la información de monitoreo en tiempo real del bus Pumakatari.

### **1.8.2. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

Para recopilación de requisitos se realizó observación simple y encuestas para percibir las actitudes y las opiniones de los usuarios. Para obtener datos para la evaluación de calidad se realizó encuestas abiertas con preguntas relacionadas a la usabilidad a la aplicación.

### **1.8.3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Para la selección de la tecnología y herramientas de desarrollo se buscó en páginas web la documentación del software de desarrollo

- Developer Android
- Google maps

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo describe las referencias de investigación de tecnología que se consultaron para el desarrollo del presente trabajo, mostrando una variedad y características de cada herramienta y software implementado para obtener los resultados específicos y éxito.

## 2.2. METODOLOGÍA SCRUM

Las metodologías ágiles son modelos o técnicas que permiten adecuar el trabajo a la condición del proyecto, para dar respuestas rápidas y flexibles a los cambios según las circunstancias del entorno (Rosselló, 2019)

### Scrum

Scrum sigue un control de procesos empíricos, las decisiones son tomadas sobre la base a la observación y la experiencia más que la planificación planteada en principio en el proyecto (Schwaber y Sutherland, 2016). Control de procesos empíricos basados en tres columnas fundamentales: transparencia, inspección y adaptación.

### Transparencia

Los procesos que son realizados por el equipo Scrum deben ser visibles puesto que todos tienen conocimiento de qué ocurre y cómo ocurre. De este modo logran una comunicación fluida y común del proyecto (Schwaber y Sutherland, 2016).

### Inspección

El equipo debe inspeccionar frecuentemente el desarrollo del software o el sistema para observar si están encaminados hacia el objetivo y así detectar variaciones indicadas en el proceso (Schwaber y Sutherland, 2016).

### Adaptación

El equipo tiene que adecuarse a cambios de innovación flexibilidad para conseguir el éxito del sprint. (Abellán, 2020).

## Los Valores de Scrum

- **Compromiso** en equipo, los objetivos, la entrega de incrementos y producto de calidad.
- **Coraje** hay decisiones difíciles pero hay que hacerlas para lograr el éxito del proyecto.
- **Focalización** enfoque en las obligaciones del cliente, no perder de vista los objetivos y resultados del negocio.
- **Apertura** el equipo acuerda trabajar con transparencia y expresar su opinión con toda sinceridad para compartir el conocimiento.
- **Respeto** se respetan entre ellos, los acuerdos y responsabilidades de cada rol (Ferreira, 2020).

## El Equipo Scrum (*Scrum Team*)

Los integrantes del equipo son dueño del producto (*Product Owner*), el equipo de desarrollo (*Development Team*) y el *Scrum Master*. Los Equipos Scrum son auto organizado, eligen la mejor manera de alcanzar un objetivo determinado y multifuncionales, reúnen todas las aptitudes para no depender de personas externas al equipo (Schwaber y Sutherland, 2016).

## El Dueño de Producto (*Product Owner*)

El dueño es el encargado de gestionar la lista de productos, está lista tiene que ser clara y ordenada para ser alcanzada de la mejor manera posible por todos los integrantes del equipo. (Schwaber y Sutherland, 2016)

## El Equipo de Desarrollo (*Development Team*)

El equipo de desarrollo está delegado a realizar la estimación de las tareas de la lista de productos según su priorización y organizar el trabajo entre todos los miembros de modo conveniente para efectuar los incrementos entregables del producto.

## El Scrum Master

El Scrum Master es quien coordina con el equipo que asegura la ejecución de la metodología scrum y proporciona ayuda al equipo para eliminar las dificultades que se presenten y hacer cambios organizados en el proyecto para que sea más eficaz y eficiente (Ferreira, 2020).

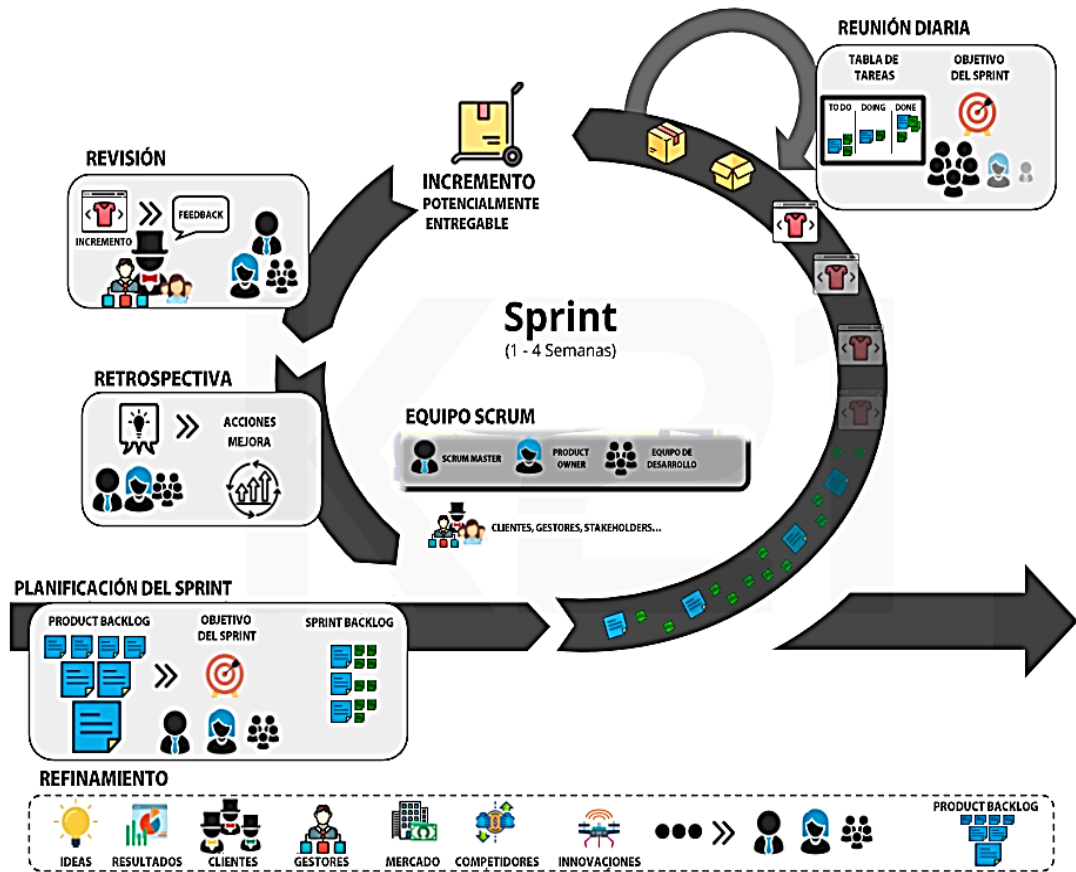


Figura 1.1. Ciclo de Desarrollo del Scrum (Ferreira, 2020).

## Sprint

El sprint es el centro de lo que se hace en Scrum, la **Figura 1** contiene los demás procesos para hacer las iteraciones entregables, esto puede durar de una semana a cuatro semanas máximo.

## Planificación del Sprint (*Sprint Planning*)

En esta reunión puede llegar a durar hasta ocho horas para definir las tareas y el objetivo del sprint.

### El equipo tiene que responder a estas preguntas:

- **¿Qué se va a hacer en el sprint?** Planteando las tareas que se tienen que priorizar en la lista de producto.
- **¿Cómo lo vamos a hacer?** Se definen las tareas que son necesarias en este ítem para el cumplimiento de la entrega del sprint.

## Pila de Productos (*Product Backlog*)

La pila de producto es un listado de todas las tareas que se pretenden desarrollar en el proyecto.

## Reunión Diaria (*Daily Meeting*)

Es una reunión diaria que dura como máximo 15 minutos, el equipo se debe responder tres preguntas:

¿Qué hice **ayer**?

¿Qué voy a hacer **hoy**?

¿Tengo alguna **dificultad** que me guíen?

Las reuniones diarias ayudan a identificar si hay algún cambio de tareas en el planteamiento dentro de un *sprint*.

## Revisión del Sprint (*Sprint Review*)

La revisión del sprint se realiza con todo el equipo Scrum, es la única reunión que puede participar el dueño del producto. El dueño del producto es el que valida el funcionamiento y además indica nuevas tareas para poder adaptarlas a la lista de producto si fuera necesario.



## **Retrospectiva del Sprint (*Sprint Retrospective*)**

La retrospectiva es el último éxito en un sprint donde se aprecia el funcionamiento y se plantea la mejor solución para el siguiente sprint si fuera necesario.

## **Lista de tareas de la iteración (*Sprint Backlog*)**

Son las tareas optadas para el sprint elegidas de la lista de productos.

## **2.3. LA GEORREFERENCIACIÓN**

La georreferenciación es el método de posicionamiento espacial, que hace uso de las coordenadas para asignar una ubicación de un objeto en el mapa. (Georreferenciación y sistemas de coordenadas, s.f.).

### **Latitud y longitud**

Para escribir la posición en la superficie se requiere de mediciones esféricas, las cuales son latitud y longitud mediante ángulos que se mide desde el centro de la tierra hasta la superficie requerida.

### **2.3.1. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)**

“El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de radionavegación propiedad de los Estados Unidos, basado en el espacio, que proporciona servicios fiables de posicionamiento, navegación, y cronometría gratuita e ininterrumpidamente a usuarios civiles en todo el mundo. A todo el que cuente con un receptor del GPS, el sistema le proporcionará su localización y la hora exacta en cualesquiera condiciones atmosféricas, de día o de noche, en cualquier lugar del mundo y sin límite al número de usuarios simultáneos”(Sosa, 2011).

El GPS tiene tres componentes: los satélites, las estaciones de seguimiento y control y los receptores del GPS. Estos GPS proveen sus coordenadas de latitud, longitud y altitud de forma individual (Sosa ,2011).

En la actualidad, casi todos los celulares cuentan con un GPS, para hallar la posición el GPS actúa por medio de una red de veintisiete satélites, veinticuatro operativos y

tres de respaldo, orbitan a una distancia de 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra, se utilizan tres satélites como mínimo para la triangulación, que tienen la capacidad de mostrar las coordenadas reales del punto del receptor (Machín A., s.f.).

## **2.4. GOOGLE MAPS**

Es un servicio desarrollado por Google, ofrece a los usuarios información de direcciones específicas, negocios, ciudades, ubicación actual por medio de aplicaciones en el celular.

### **2.4.1.API DE GOOGLE MAPS**

Una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) es un conjunto de operaciones funciones, procesos que los desarrolladores pueden usar con gran beneficio, evitando tener que programar desde cero. La API de Google Maps tiene diferentes funcionalidades como: marcadores, trazar líneas dentro de un mapa, rutas de carreteras.

## **2.5. ANDROID STUDIO**

Android studio una interfaz de desarrollo de Google esta cuenta con diferentes herramientas de desarrollo, un editor de códigos, un emulador y también integración con GitHub esta versión se enfoca en una mejor experiencia de edición y depuración de código, los requisitos para la ejecución son(Ramírez J2020):

- Windows 7/8/10 (32 o 64 bits).
- 2 GB de RAM (8 GB de RAM recomendado).
- 2 GB de espacio libre mínimo (4 GB recomendado).
- Resolución mínima de 1.280 x 800.
- Java 8.
- 64 bits y procesador Intel (emulador).

Una de las nuevas características se puede observar en la **Figura 2** de esta versión, es la forma de diseñar y desarrollar con la opción de vista dividida del editor de código, de layouts que son aplicaciones en XML y la previsualización a la vez también cuenta con un seleccionador de colores (Ramírez, 2020).

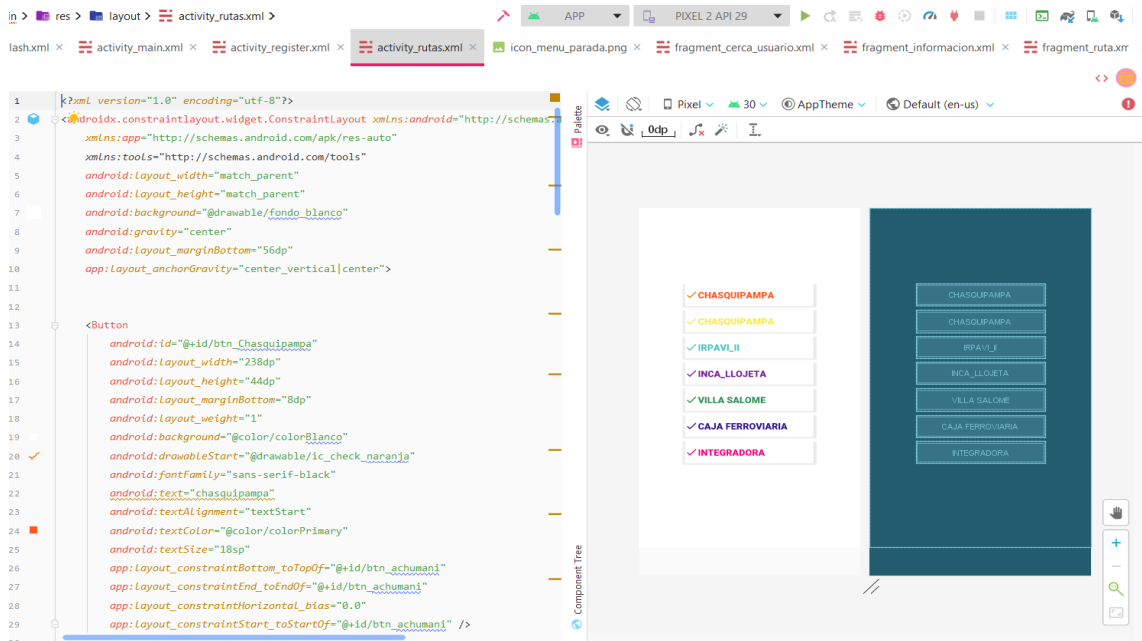


Figura 2.1. Vista dividida del editor de diseño y previsualización

Fuente propia

Otra de las características es el emulador de Android Studio que se actualizo a la versión 29.2.12 en el cual se integra Google Maps dando se puede usar el usuario de google maps para que sea más fácil especificar direcciones, añadir rutas para realizar pruebas (Ramírez, 2020).

## 2.6. FIREBASE

Firestore de Google es una plataforma en la nube, fue creada el 2011 pero el 2014 paso a la administración de google, comenzó con una base de datos en tiempo real pero hoy en día tiene muchas más funciones para facilitar el desarrollo de aplicaciones web o móviles (iOS, Android y web), permitiendo el fácil acceso a los demás productos de Google, de forma efectiva, rápida, sencilla y segura.

Está dividida básicamente en tres grupos: Desarrollo (*Develop*), Crecimiento (*Grow*) y Monetización (*Earn*), a los que hay que sumar la Analítica (*Analytics*) (Giraldo V.,2019):

## Desarrollo

- ✓ **Real time data base:** es una herramienta de base de datos en tiempo real, No SQL y almacena datos como JSON.
- ✓ **Autenticación:** se ejecutan para identificar a los usuarios por medio del email, numero de celular o las redes sociales.
- ✓ **Cloud Storage:** nube de almacenamiento donde se guarda los ficheros de las aplicaciones y archivos de usuario para luego sincronizarlos.
- ✓ **Crash reporting:** se utiliza para mantener y mejora la calidad de la aplicación, reportando errores.
- ✓ **Test lab:** es para testear la aplicación de posibles errores antes de publicarla.
- ✓ **Remote config:** se emplea para modificar ciertos aspectos sin necesidad de publicar una actualización.
- ✓ **Hosting:** es un servidor para alojar las aplicaciones o página web de manera rápida y seguro.

## Crecimiento

El crecimiento de desarrollo se refiere a las cualidades que permiten realizar las aplicaciones de forma segura y rápida.

Este servicio dispone de 3 planes:

- ✓ Plan Spark es gratuito, tiene limitaciones de almacenamiento y de conexiones simultáneas que puede provocar que en muchos casos no sea suficiente para un desarrollador.
- ✓ Plan Frame tiene precio fijo que son unos 25 dólares al mes.
- ✓ Plan Blaze que su precio varía en función de gastos mensuales.

## Monetización

Mediante el uso de Admob, te da la posibilidad de generar dinero mediante anuncios y publicidades.

## Las Analíticas

Proporciona resultados del comportamiento del usuario en las aplicaciones de plataforma iOS o Android. Permitiendo que se pueda tomar buenas decisiones para optimizar el producto mediante estrategia de marketing, son gratuitas e ilimitadas para todas nuestras aplicaciones.

### 2.7. NORMA ISO/IEC 9126

Según (Martínez & Martín, 2016) la norma ISO 9126 es un estándar internacional para evaluar la calidad de software teniendo en cuenta las métricas, especifican características de calidad que son después refinadas, la norma fue publicada en 1992 como *Information technology Software product evaluation Quality characteristics and guidelines for their use*.

En la **Figura 3** se observa la representación del modelo de calidad interna o externa de ISO 9126, las características: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, facilidad de mantenimiento y portabilidad y las subcaracterísticas.

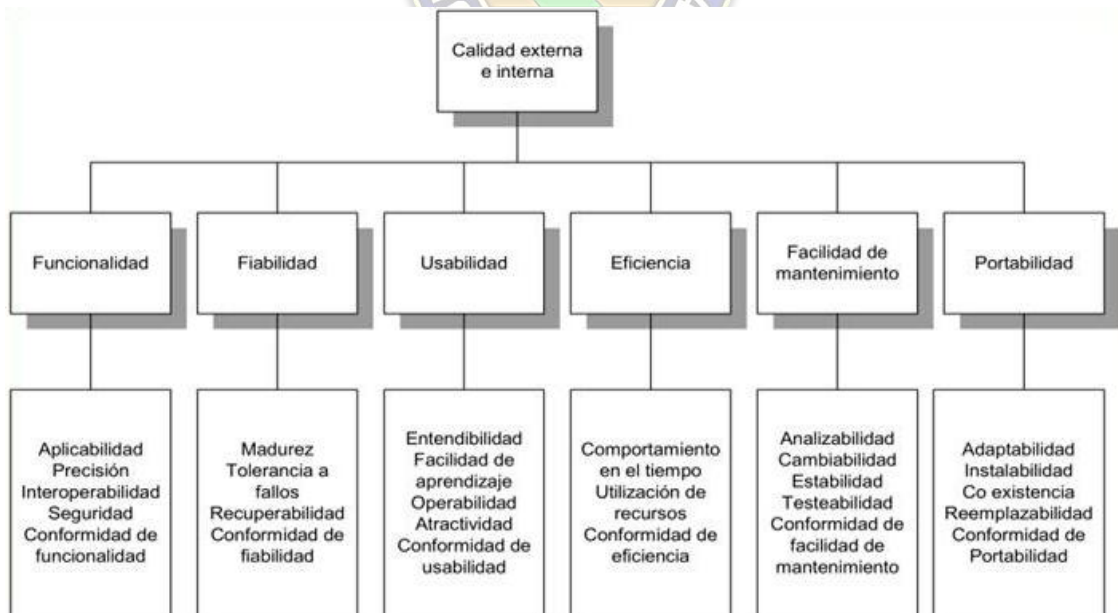


Figura 2.2 Modelo de calidad interna

Fuente (ISO 9126, s.f.)

El modelo de calidad tiene las siguientes características (Admin ,2017):

### **Funcionabilidad**

Es un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del software para cumplir con funciones y propiedades de forma adecuada para satisfacer necesidades para las cuales fue diseñada.

Atributos:

- ✓ Adecuación: La capacidad del software de proveer el funcionamiento necesario para cumplir con los objetivos planteados.
- ✓ Exactitud: La capacidad del software de proveer los resultado o efectos esperado con un nivel de precisión.
- ✓ Interoperabilidad: La capacidad del software a interactuar con sistemas especificados o versiones.
- ✓ Seguridad: La capacidad del software para proteger la información no autorizada, denegando el acceso a los datos.
- ✓ Cumplimiento funcional: La capacidad del software para adherirse a normas relacionadas con la funcionabilidad.

### **Fiabilidad**

Responde a varios atributos para probar la capacidad del software para conservar un nivel de ejecución adaptadas a condiciones durante un periodo establecido.

Atributos:

- ✓ Madurez: La capacidad del software para evitar fallas en el software.
- ✓ Recuperabilidad: La capacidad del software para restablecer un nivel de prestación especifico y de recuperar los datos directamente afectados en caso de fallo.
- ✓ Tolerancia a fallos: La capacidad del software para mantener un nivel especifico de prestaciones en caso de fallos en software.

### **Usabilidad**

Responde a varios atributos para evaluar el esfuerzo realizado por los

usuarios en el momento de aprender a manipular la aplicación.

Atributos:

- ✓ Aprendizaje: La capacidad del software que se relaciona con los usuarios permitiéndoles aprender sobre su aplicación.
- ✓ Comprensión: La capacidad del software que permite al usuario entender la lógica de la aplicación.
- ✓ Operatividad: La capacidad del software que permite al usuario operarlo y controlarlo.
- ✓ Atractividad: La capacidad del software de ser agradable a la vista.

### **Eficiencia**

Responde a varios atributos para evaluar el funcionamiento del software y la cantidad de recursos usados mediante condiciones establecidas.

Atributos:

- ✓ Comportamiento en el tiempo: La capacidad del software de proporcionar tiempos de respuesta, proceso de acuerdo a condiciones establecidas.
- ✓ Comportamiento de recursos: La capacidad del software para usar las cantidades y tipos de recursos adecuados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones.

### **Mantenibilidad**

Responde a varios atributos para evaluar el esfuerzo que se toma al realizar modificaciones ya sean de corregir errores o mejoras del software.

Atributos

- ✓ Estabilidad: La capacidad del software para evitar casos imprevistos por modificaciones.
- ✓ Facilidad de análisis: La capacidad del software para ser diagnosticado para identificar las deficiencias.
- ✓ Facilidad de cambio: La capacidad del software de realizar correcciones de fallas.
- ✓ Facilidad de pruebas: La capacidad del software que permite evaluar el código.

## Portabilidad

Responde a varios atributos para evaluar la capacidad de transferencia de una plataforma a otra.

Atributos: (Capacidad de instalación, capacidad de reemplazamiento)

- ✓ Capacidad de instalación: Atributos del software para ser implementada en una determinada plataforma.
- ✓ Capacidad de reemplazamiento: Atributos del software relacionados con la oportunidad y esfuerzo de usar el software en lugar de otro software especificado en el ambiente de dicho software especificado.

## 2.8. JSON

JSON (*JavaScript Object Notation*) es un formato rápido y ligero de intercambio de datos. Se basa en pares atributo, valor y es descifrable, fácil de leer y escribir del lenguaje, este formato puede ser usado con muchos lenguajes de programación como C, C+, C#, Go, Java, JavaScript, Matlab, Photoshop, PHP, Python, Ruby, Visual Basic, Visual FoxPro entre otros porque es independiente como XML.

A principios de la década de los 90 el formato para intercambio de datos con mayor implantación era XML, pero presentaba problemas cuando se tenía que trabajar con grandes cantidades de datos el proceso se volvía lento y desde ese entonces surgió definir formatos que fueran más rápido y ligero el cual es JSON, se caracteriza por reducir el tamaño de los archivos y el volumen de datos que es necesario transmitir. Hoy en día ambos se usan para el empleo de intercambio de datos (Rodríguez A., s.f.).

En la Tabla 1 se observa el formato JSON y su equivalente en formato XML. La sintaxis que utiliza JSON permite crear objetos de manera rápida y simple, un elemento de datos contiene pares de elementos "nombre": "valor" requiere de comillas doble para las cadenas y nombres, tener mucho cuidado con la coma o los dos puntos por que puede causar errores si está mal situado, los objetos están delimitado por llaves y arrays delimitados por corchetes.



**Tabla 2.1**

Códigos de comparación

Formato JSON	Formato XML
<pre>{ "nombre": "Juan", "apellidos": "Suárez Iglesias", "edad": 25, "direccion": { "calles_y_num": "Acacias, nº34", "ciudad": "Valencia", "codigo_postal": "43005", "pais": "Colombia", }, "telefono": [ { "tipo": "fijo", "numero": "0034966432134" }, { "tipo": "móvil", "numero": "0034677493826" } ] }</pre>	<pre>&lt;?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?&gt; &lt;nombre&gt;Juan&lt;/nombre&gt; &lt;apellidos&gt;Suárez Iglesias&lt;/apellidos&gt; &lt;edad&gt;25&lt;/edad&gt; &lt;direccion&gt; &lt;calles_y_num&gt;Acacias, nº34&lt;/calles_y_num&gt; &lt;ciudad&gt;Valencia&lt;/ciudad&gt; &lt;codigo_postal&gt;43005&lt;/codigo_postal&gt; &lt;pais&gt;Colombia&lt;/pais&gt; &lt;/direccion&gt; &lt;telefono&gt; &lt;tipo&gt;fijo&lt;/tipo&gt; &lt;numero&gt;0034966432134&lt;/numero&gt; &lt;/telefono&gt; &lt;telefono&gt; &lt;tipo&gt;móvil&lt;/tipo&gt; &lt;numero&gt;0034677493826&lt;/numero&gt; &lt;/telefono&gt; </pre>

Notas: equivalencias de formato de JSON y XML.

Fuente (Rodríguez A., s.f.).

## **CAPÍTULO III**

### **SISTEMA DE BUS URBANO**

#### **“PUMAKATARI”**

### 3.1. PUMAKATARI TRANSPORTE MUNICIPAL

La Paz, cede de gobierno y Ciudad Maravilla, ubicada en medio de la cordillera de los Andes a una altura de 3.600 metros sobre el nivel del mar, es una ciudad cuya particularidad principal es la profunda hoyada, que da lugar a la urbe paceña, el paisaje que se observa es único con el grandioso Illimani, cuyos nevados adornan ésta bella ciudad andina. Sus enormes edificios son símbolos de modernidad, ciudad que nunca duerme, núcleo comercial y de negocios que la convierten en una ciudad Metropolitana, su belleza se puede apreciar en los diferentes lugares a donde podemos llegar mediante la conexión de distintos servicios públicos de transporte como el servicio aéreo por cable, transporte vehicular en general, entre estos se encuentra el distinguido Pumakatari transporte municipal de La Paz (Cayoja, 2014).

El termino Pumakatari es la unión de dos palabras aymaras, puma (felino andino) y la katari (serpiente), animales totémicos que son sagrados para la cultura tihuanacota. El Puma simboliza la fuerza y energía y la Katari expresa la rebeldía y el cambio total. Éste sistema masivo de buses surgió como consecuencia de la necesidad de la ciudadanía desde la visión de un bien social que busca el buen vivir y el beneficio común (El origen Pumakatari, s.f.).

En la ciudad de La Paz, los últimos 20 años el transporte público se ha deteriorado por falta de eficiencia, buen trato, cordialidad y respeto, la urbe paceña esta colmado de vehículos que sobrepasa la capacidad de traslado de pasajeros, trameaje y en otros casos los coches están en mal estado, asientos improvisados para aumentar la cantidad de pasajeros dando poco espacio e incomodidad en el viaje (La Paz BUS, 2015).

En el 2012 se crea la dirección especial de modalidad, transporte y vialidad el cual es La Paz Bus que hacen los estudios correspondientes a la cabeza de técnicos de GAMPL, expertos internacionales y de la UMSA, se implementa el transporte masivo (PTM) Pumakatari.

En el 2014 da inicio el servicio de transporte público municipal con las rutas de Inca Llojeta que empieza de R. Tupac Katari hasta Cancha, Villa Salome que comienza de Cosmos 85 hasta la UMSA y poco después la ruta de Chasquipampa que empieza de Calle 63 a plaza Camacho, para mejorar la atención si implementa la

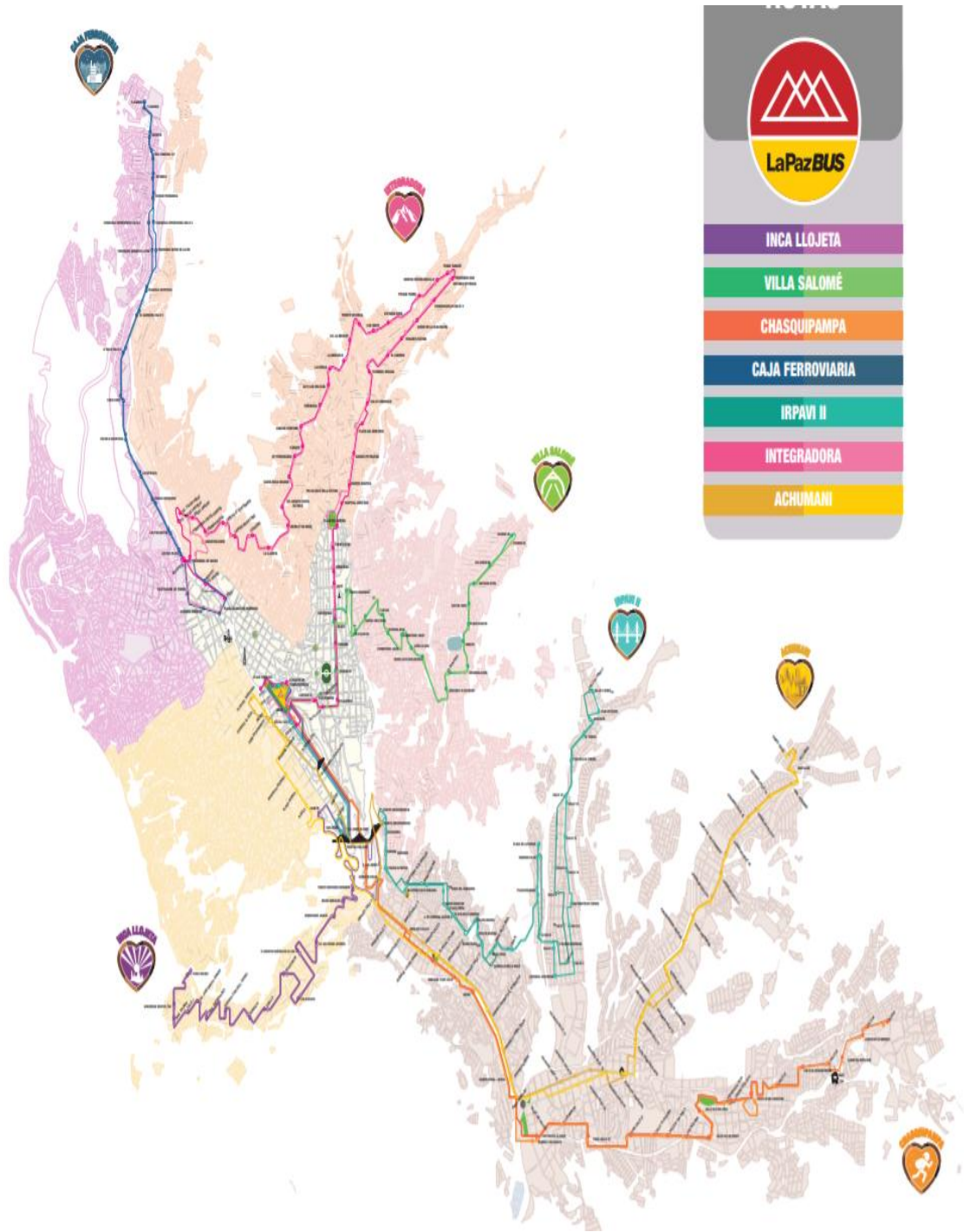
tarjeta inteligente y para el 2016 inicia las rutas de Caja Ferroviaria, Kalajauria y la estación de transferencia La Paz BUS, y por último la ruta de Achumani que inicio el servicio ene l 2019. (La Paz BUS, s.f.).



**Figura 3.1 Estación de transferencia La Paz Bus**

Fuente (El origen Pumakatari, s.f.).

Este servicio en particular, atiende a la demanda de los ciudadanos que viven en las zonas más alejadas de La Paz.



**Figura 3.2 Rutas del Pumakatari La Paz Bus**

Fuente (Rutas, s.f.),

En la actualidad el servicio cuenta con 7 rutas: Incallojeta, Villa Salomé, Chasquipampa, Caja Ferroviaria, Integración, Irpavi II y Achumani, como se observa en la **Figura 5**, mismas que cubren un área de norte a sur de La Paz y cuenta con una estación de transbordo de pasajeros ubicado en el Parque Urbano Central y con punto de intercambio modal compartido con las líneas roja, amarilla y verde de MI Teleférico, son servicios que acortan distancias conectan laderas y unen vidas integrando aún más nuestra querida ciudad d La Paz(Lapaz.bo,2020).

A fines del 2019 tras la renuncia de Evo Morales grupos de choque a fines al MAS quemaron los buses Pumakatari, pero no todo fue perdida ya que se adquirió seguros de amplia cobertura para todo tipo de eventualidades, de este modo se prepondrán los 66 buses Pumkatari calcinados adquirió seguros de amplia cobertura para todo tipo de eventualidades(Lapaz.bo,2020).

Esta gestión también se efectuó la llegada de los Chikititi y pronto con nuevas rutas para recorrer las laderas de nuestra ciudad.



## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO APLICATIVO**

## 4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el desarrollo detallado de la aplicación de monitoreo en tiempo real de los buses Pumakatari, utilizando la metodología Scrum.

## 4.2. ANTES DEL DESARROLLO (*Pre-game*)

Las tareas que se realizan en esta etapa son:

Planeación: tomar en consideración los aspectos esenciales para lograr el objetivo con una buena organización y eficiencia.

Recopilar los datos: para recopilar los datos se utiliza encuestas abiertas y entender el comportamiento y notar las decisiones que toma el usuario a simple vista, para conformar el producto *backlog*, priorizados de acuerdo a los resultados del usuario que interactúan con el sistema.

### Roles para la ejecución de proyecto

En la **tabla 4.1** se observa los roles que interactúan para el desarrollo del sistema, el dueño del producto, Scrum master y equipo de desarrollo.

**Tabla 4.1**  
*Roles de Scrum*

ROL	ENCARGADO	DESCRIPCIÓN
Dueño del producto ( <i>Product Owner</i> )	GAMLP	Toma las decisiones sobre el producto final.
Scrum Master	Karen Llano	Es el que orienta bajo la metodología Scrum
Equipo de Desarrollo ( <i>Development Team</i> )	Karen Llano	Encargada de diseñar y desarrollar la aplicación.

**Nota.** Roles para la elaboración de proyecto, **Fuente:** Elaboración propia.



### 4.3. HISTORIAS DE USUARIO

Para determinar los requisitos de la aplicación se realizaron historias de usuario.

En la **tabla 4.2** se observa el envío de GPS del bus para que la aplicación pueda identificar.

**Tabla 4.2**

*Historia de usuario - Mandar georeferencia del bus*

Historias de Usuario Nro. 1		Título:	Mandar geo referencia del bus		
Programador:	Karen Llano	Usuario:	Usuario	Sprint	1
Descripción:	COMO	"Usuario gps"			
	QUIERO	Mandar las coordenadas del bus			
	PARA	Para que lo identifiquen en la aplicación.			
Criterios de Validación:	<b>Validación:</b> Al instalar la aplicación mediante las configuraciones APIS de REST se podrá acceder a las coordenadas del bus.			Valor Negocio:	100
				Prioridad Negocio:	Alta
				Puntos Estimados:	36

En la **tabla 4.3** se busca la parada más cercana por donde se encuentra el usuario a una determinada distancia.

**Tabla 4.3**

*Historia de usuario - Parada cercana al usuario*

Historias de Usuario Nro. 2		Título:	Parada cercana al usuario		
Programador:	Karen Llano	Usuario:	Usuario	Sprint	2
Descripción:	COMO	"Usuario"			
	QUIERO	Buscar la parada más cercana			
	PARA	Identificar la parada más cercana a mi ubicación.			
Criterios de Validación:	<b>Validación:</b> Al ingresar a la aplicación se georeferenciará con respecto a la ubicación actual del usuario y la parada más cercana.			Valor Negocio:	50
				Prioridad Negocio:	Media
				Puntos Estimados:	5

En la **tabla 4.4** se pretende visualizar a los dos buses más cercanos a la parada actual del usuario.

**Tabla 4.4**

*Historia de usuario - Monitorear dos buses más cercanos*

Historias de Usuario Nro. 3		Título:	Parada cercana al usuario		
Programador:	Karen Llano	Usuario:	Usuario	Sprint	3
Descripción:	COMO	"Usuario"			
	QUIERO	Ver los dos buses más cercano a mi parada.			
	PARA	Par ver las ubicaciones de los buses.			
Criterios de Validación:	El usuario podrá monitorear a los dos buses más cercanos con respecto a su parada.			Valor Negocio:	100
				Prioridad Negocio:	Alta
				Puntos Estimados:	36

En la **tabla 4.5** se pretende obtener un estimado del tiempo que tardaran los dos buses más cercanos a la posición actual del usuario.

**Tabla 4.5**

*Historia de usuario - Tiempo estimado que tardan los buses*

Historias de Usuario Nro. 4		Título:	Parada cercana al usuario		
Programador:	Karen Llano	Usuario:	Usuario	Sprint	4
Descripción:	COMO	"Usuario"			
	QUIERO	Ver el tiempo que demorarán los buses			
	PARA	Tomar decisión de esperar o no al bus.			
Criterios de Validación:	<b>Validación:</b> El usuario podrá visualizar el tiempo estimado de dos buses más cercanos con respecto a su parada.			Valor Negocio:	100
				Prioridad Negocio:	Alta
				Puntos Estimados:	36

En la **tabla 4.6** se desea observar las rutas que están disponibles.

**Tabla 4.6**

*Historia de usuario - Ver rutas*

Historias de Usuario Nro. 5		Título:	Parada cercana al usuario		
Programador:	Karen Llano	<b>Usuario:</b>	Usuario	<b>Sprint</b>	4
Descripción:	COMO	"Usuario"			
	QUIERO	Ver rutas.			
	PARA	Poder elegir una ruta en específico.			
Criterios de Validación:	<b>Validación:</b> El usuario podrá visualizar el listado de rutas y seleccionar la de su preferencia.	<b>Valor Negocio:</b>	50		
		<b>Prioridad Negocio:</b>	Media		
		<b>Puntos Estimados:</b>	13		

En la **tabla 4.7** se desea buscar paradas específicas por el usuario de la lista de opciones.

**Tabla 4.7**

*Historia de usuario - Ver paradas*

Historias de Usuario Nro. 6		Título:	Parada cercana al usuario		
Programador:	Karen Llano	<b>Usuario:</b>	Usuario	<b>Sprint</b>	2
Descripción:	COMO	"Usuario"			
	QUIERO	Ver mapa de paradas.			
	PARA	Tener información de las paradas.			
Criterios de Validación:	<b>Validación:</b> El usuario podrá visualizar el listado de las paradas y seleccionar la de su preferencia para que se muestre la ubicación en la aplicación.	<b>Valor Negocio:</b>	50		
		<b>Prioridad Negocio:</b>	Media		
		<b>Puntos Estimados:</b>	36		

En la **tabla 4.8** ver el mapa general de rutas y paradas.

**Tabla 4.8**

*Historia de usuario - Mapa general de ruta*

Historias de Usuario Nro. 7		Título:	Parada cercana al usuario		
Programador:	Karen Llano	<b>Usuario:</b>	Usuario	<b>Sprint</b>	4
Descripción:	COMO	"Usuario"			
	QUIERO	Ver mapa general de la ruta.			
	PARA	Conocer los recorridos del bus.			
Criterios de Validación:	<b>Validación:</b> El usuario podrá seleccionar mapa general de su ruta actual para ver su trayecto.			<b>Valor Negocio:</b>	40
				<b>Prioridad Negocio:</b>	Media
				<b>Puntos Estimados:</b>	8

En la **tabla 4.9** se desea observar la tarifa de la ruta actual.

**Tabla 4.9**

*Historia de usuario - Ver tarifa*

Historias de Usuario Nro. 8		Título:	Parada cercana al usuario		
Programador:	Karen Llano	<b>Usuario:</b>	Usuario	<b>Sprint</b>	3
Descripción:	COMO	"Usuario"			
	QUIERO	Ver tarifa.			
	PARA	Saber cuánto pagar.			
Criterios de Validación:	<b>Validación:</b> El usuario podrá seleccionar tarifa de la ruta actual para visualizar los costos de pasaje.			<b>Valor Negocio:</b>	30
				<b>Prioridad Negocio:</b>	Baja
				<b>Puntos Estimados:</b>	3

En la **tabla 4.10** se desea observar el horario de la ruta actual.

**Tabla 4.10**

*Historia de usuario - Ver horarios*

Historias de Usuario Nro. 9		Título:	Parada cercana al usuario		
Programador:	Karen Llano	Usuario:	Usuario	Sprint	2
Descripción:	COMO	"Usuario"			
	QUIERO	Ver horarios.			
	PARA	Ver frecuencia de salida.			
Criterios de Validación:	<b>Validación:</b> El usuario podrá seleccionar horario de la ruta actual para visualizar horario y frecuencia de salida.			Valor Negocio:	30
				Prioridad Negocio:	Media
				Puntos Estimados:	5

En la **tabla 4.11** se pretende habilitar la opción de alertas en la aplicación del chofer, para que lo utilice para informar a los usuarios de algún inconveniente en general.

**Tabla 4.11**

*Historia de usuario - Alertas*

Historias de Usuario Nro. 10		Título:	Parada cercana al usuario		
Programador:	Karen Llano	Usuario:	Usuario	Sprint	4
Descripción:	COMO	"Usuario"			
	QUIERO	Ver servicio de alertas.			
	PARA	Ver si hay contratiempos en alguna ruta.			
Criterios de Validación:	<b>Validación:</b> El usuario podrá seleccionar <i>alertar</i> en el menú principal para ver el estado del bus que se monitorea.			Valor Negocio:	40
				Prioridad Negocio:	Media
				Puntos Estimados:	13

#### 4.2.1. PILA DE PRODUCTOS (*Product Backlog*)

La pila de producto contiene el listado correspondiente del análisis de todas las historias de usuario que se desarrollan en el trabajo estableciendo la prioridad de su implementación pretenden desarrollar en el proyecto.

**Tabla 4.12**

*Product backlog.*

ID	Descripción	Prioridad
1	Mandar geo referencia del bus	Alta
2	Buscar la parada más cercana al usuario	Media
3	Monitorear dos buses más cercanos	Alta
4	Tiempo estimado que tardan los buses	Alta
5	Ver rutas.	Media
6	Ver paradas.	Media
7	Mapa general de la ruta.	Media
8	Ver tarifa.	Baja
9	Ver horarios.	Baja
10	Alertas.	Baja

**Fuente:** Elaboración propia.

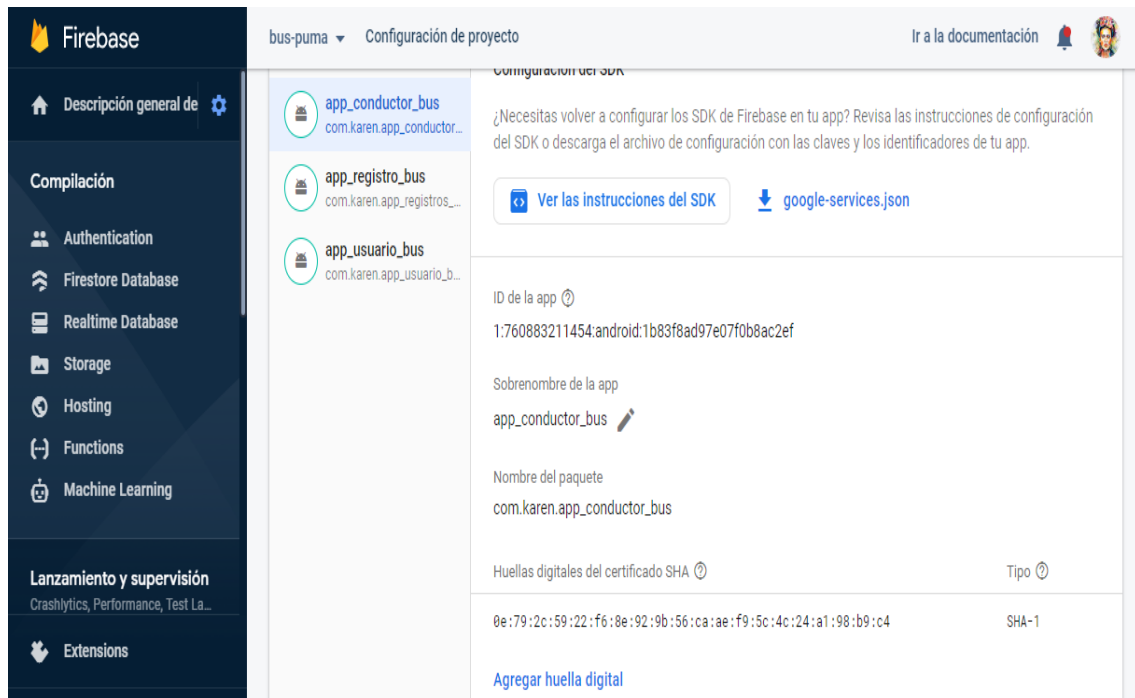
Modelo Relacional

#### 4.3. Estructura NoSQL

Como ya se tiene definidas las historias de usuario se procedió a diseñar la organización de la base de datos no relacional y la creación del proyecto en Firebase.

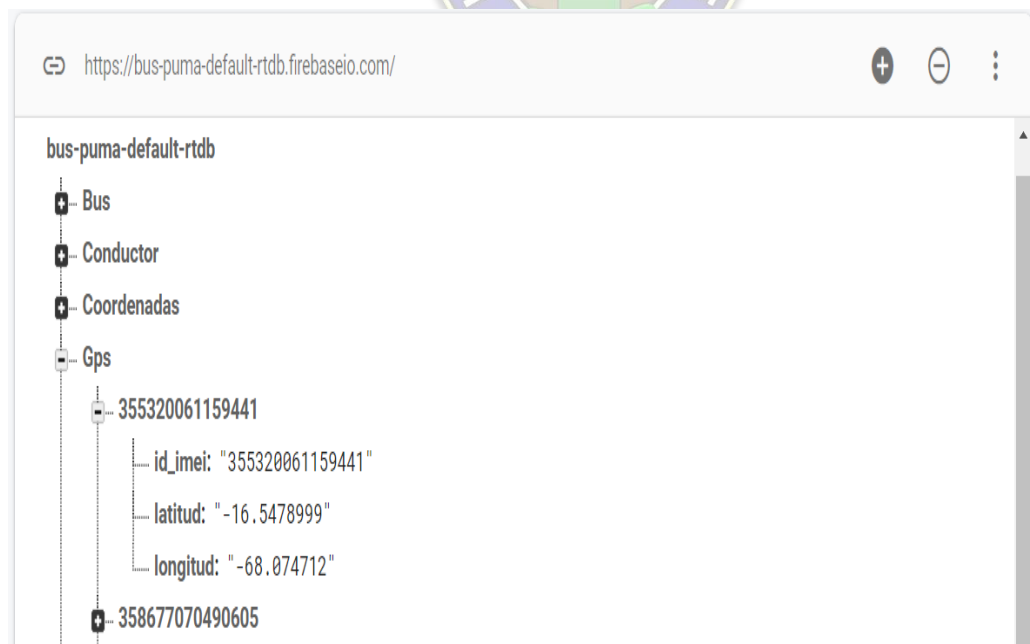
Para la creación del proyecto se tiene que tener una cuenta en gmail y se procede a la creación de la base de datos de la siguiente manera: Se selecciona crear proyecto, ingrese nombre "bus-puma" y selecciona la configurar google *analytics* y finalizar.

Luego se elige la plataforma de desarrollo de la aplicación, ingresando el nombre del paquete de Android y el certificado de depuración. Para la conectividad e firebase y android estudio, en la figura 4.1 se observa los tres proyectos de la aplicación.



**Figura 4.1** Proyectos de la aplicación.

La (Figurara 4.2) se observa la estructura principal que define la base de datos NoSQL.



**Figura 4.2** Estructura NoSql de la aplicación.

#### 4.4. DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

Los diagramas de caso de uso muestran la relación funcional de los actores y el sistema de manera visual y en general, se los utiliza para entender mejor el funcionamiento de la aplicación que se pretende desarrollar.

En la figura 4.3 se observa el diagrama de caso de uso de alto nivel del sistema a elaborar, describiendo los pasos que debe seguir para poder manipularlo y entender las funciones que posee.

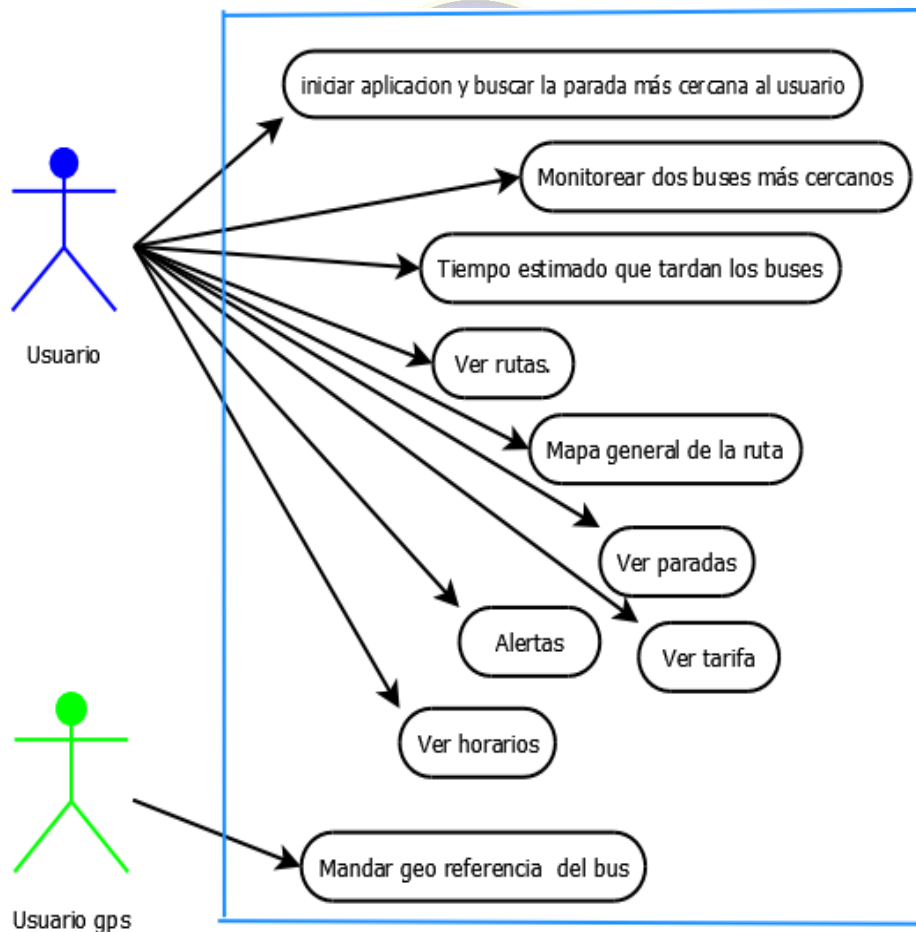


Figura 4.3. Caso de uso de alto nivel del sistema

#### 4.5. DESARROLLO (Development)

En la fase de desarrollo se elabora la pila de *Sprints*, que son los requerimientos para el próximo Sprint, cada Sprint tiene un análisis, diseño, desarrollo, Pruebas y presentación metas para el nuevo incremento del producto



#### 4.5.1.PILA DE SPRINT 1(Sprint Backlog)

En este sprint se detalla algunas de las actividades de la *Tabla 4.13* para el desarrollo del sistema, en el Sprint N° 1 que muestra la *Tabla 4.14* se debe realizar todas las tareas para poder mandar la posición del bus a la base de datos en la nube.

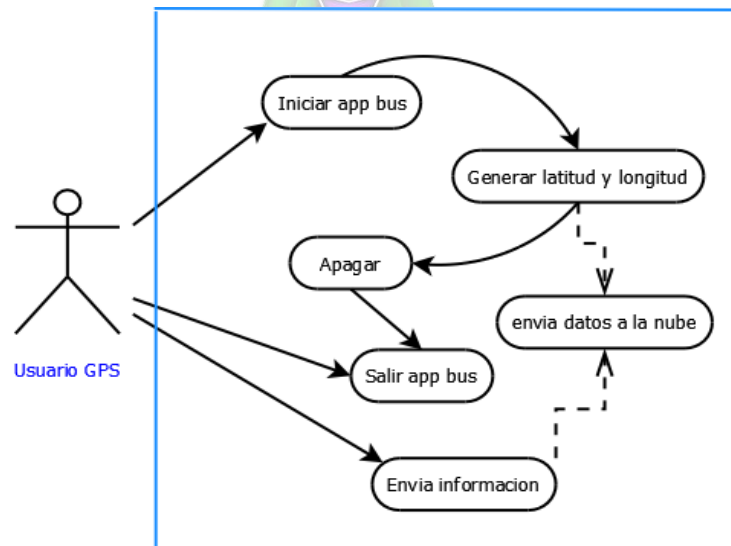
**Tabla 4.13**

#### *Sprint Backlog 1*

SPRINT N° 1		
Fecha de Inicio		20/09/2020
Fecha de Fin		30/09/2020
Requisitos		Tareas a desarrollar
1	Mandar geo referencia del bus	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Planificación del Sprint</li><li>✓ Analizar con casos de uso</li><li>✓ implementar la base de datos</li></ul>

#### 4.5.2.DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

Los diagramas de caso de uso muestran la relación funcional Figura 4.3 del actor “usuario GPS” que se desarrollara en el primer sprint.



**Figura 4.3** Caso de uso de alto nivel del sistema usuario GPS.

### 4.5.3. DIAGRAMAS DE SECUENCIA

El diagrama de secuencia detalla la iteración de los eventos en un orden determinado, la Figura 4.4 muestra la secuencia de manejo del sistema correspondiente.

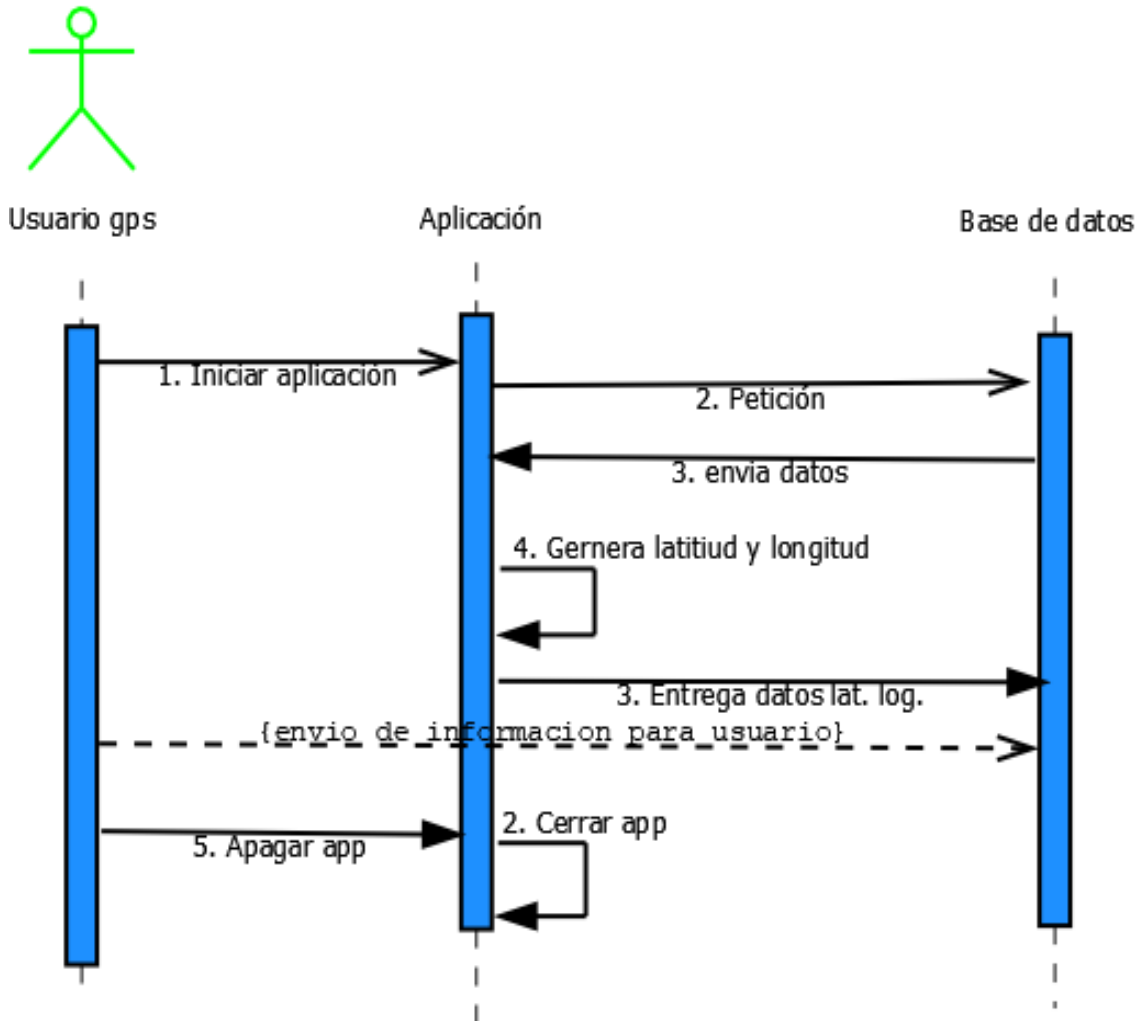


Figura 4.4 Diagrama de secuencia - manejo del sistema usuario GPS.

### 4.5.4. DISEÑO DE INTERFAZ DE USUARIO

Para el diseño de interfaz de usuario, se empieza analizando la usabilidad que es de suma importancia para el buen funcionamiento y alcanzar un desempeño óptimo en el momento de desarrollar la aplicación.

En la *figura 4.5* muestra la pantalla principal del usuario GPS que debe estar instalada en el celular del chofer del bus. En la parte superior se encuentra el menú del CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) para generar las alertas y la opción para cerrar la aplicación.

En la parte central se encuentra un botón para activar y desactivar la aplicación cambiando color y texto según su estado, en el caso de empezar el recorrido el conductor tendrá que presionar el botón iniciar, aplicación que genera las coordenadas del bus en segundo plano, de este modo el conductor puede minimizar la aplicación pero no cerrarla, los datos de posicionamiento del bus se irá actualizando en un determinado tiempo y al concluir el viaje presionara el botón q ahora es de otro color y dice desactivar. Por ultimo hay una caja de texto para enviar las alarmas de algún contratiempo que tuvieron los buces y/o ruta y listar todas las alertas para q los choferes estén informados.



**Figura 4.5 Pantalla Principal - usuario gps**

#### 4.5.5. PILA DE SPRINT 2(Sprint Backlog)

En este sprint se detalla las actividades de la *Tabla 4.14* para el desarrollo del sistema.

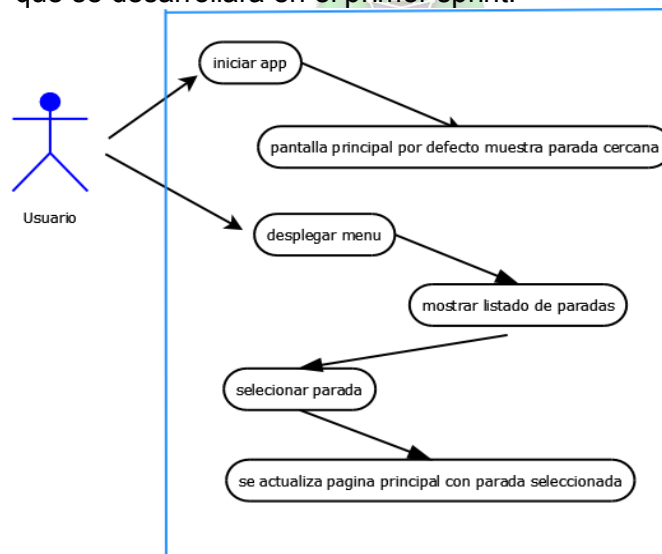
**Tabla 4.14**

*Sprint Backlog 2*

SPRINT N° 2		
Fecha de Inicio		23/09/2020
Fecha de Fin		05/10/2020
Requisitos		Tareas a desarrollar
2	Parada cercana al usuario	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Planificación del Sprint</li><li>✓ Analizar con casos de uso</li><li>✓ Recopilar información de paradas</li><li>✓ Diseñar Pantalla principal</li><li>✓ Diseñar Menú</li><li>✓ Reconocimiento de la parada más cercana</li><li>✓ Ver paradas</li></ul>

#### 4.5.6. DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

Los diagramas de caso de uso muestran la relación funcional Figura 4.6 del actor “usuario GPS” que se desarrollara en el primer sprint.



**Figura 4.6 Caso de uso de alto nivel del sistema usuario GPS.**

### 4.5.7. DIAGRAMAS DE SECUENCIA

El diagrama de secuencia detalla la iteración de los eventos en un orden determinado, la Figura 3.7 muestra la secuencia de manejo correspondiente.

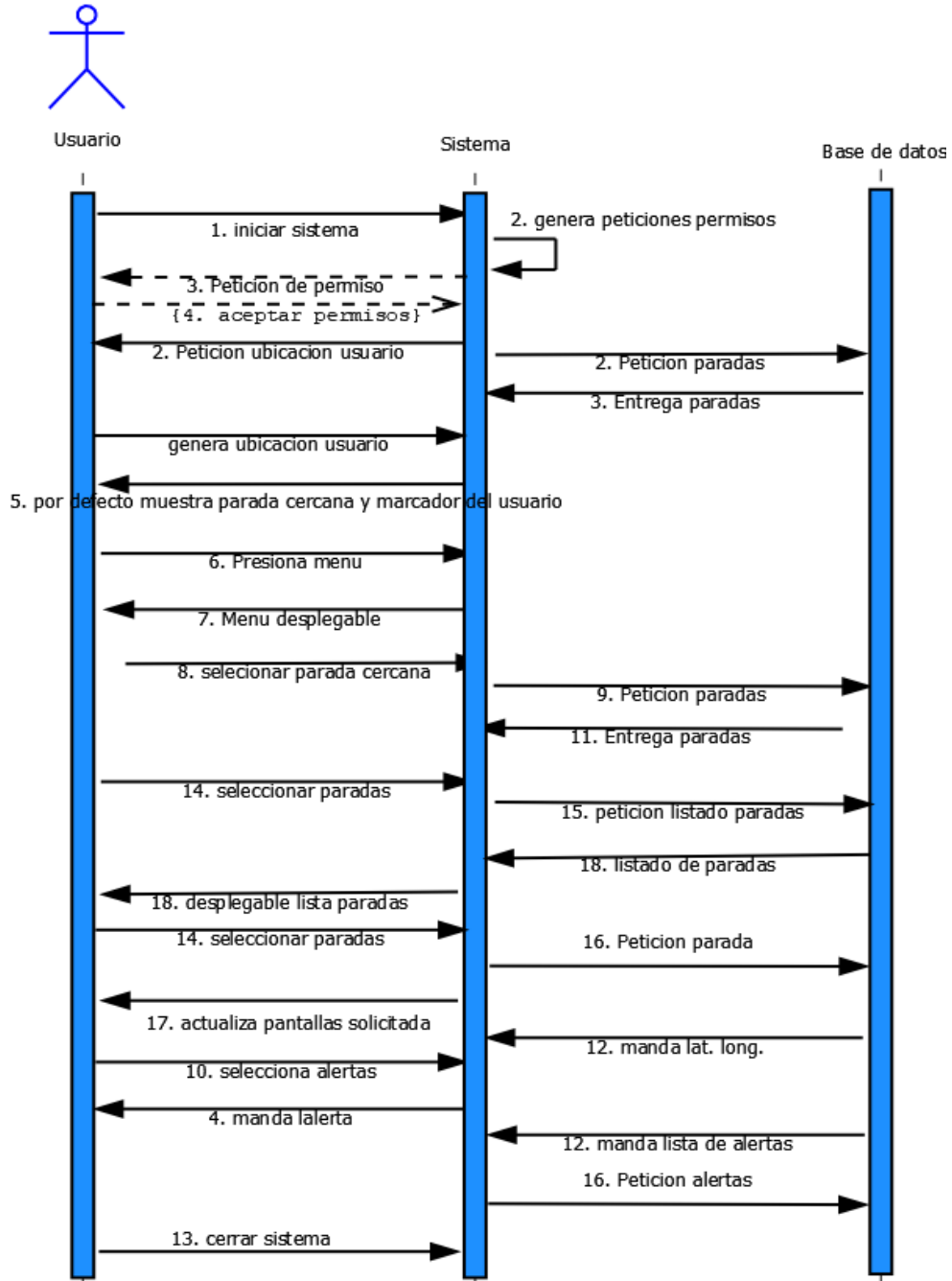


Figura 4.7 Diagrama de secuencia - para mostrar paradas y parada cercana.

#### 4.5.8. DISEÑO DE INTERFAZ DE USUARIO

En la figura 4.8 se muestra la pantalla principal donde se visualiza por defecto la ubicación actual del usuario y con el radio de la ubicación del usuario busca la parada más cercana. Se tiene un menú inferior donde se puede observar 5 ítems: rutas, parada más cercana, horarios, tarifario y por último la opción de información. En la parte superior se encuentra un botón para cambiar dirección, también muestra una caja de texto donde se observa el tiempo estimado que tardara el bus hasta la parada del usuario.

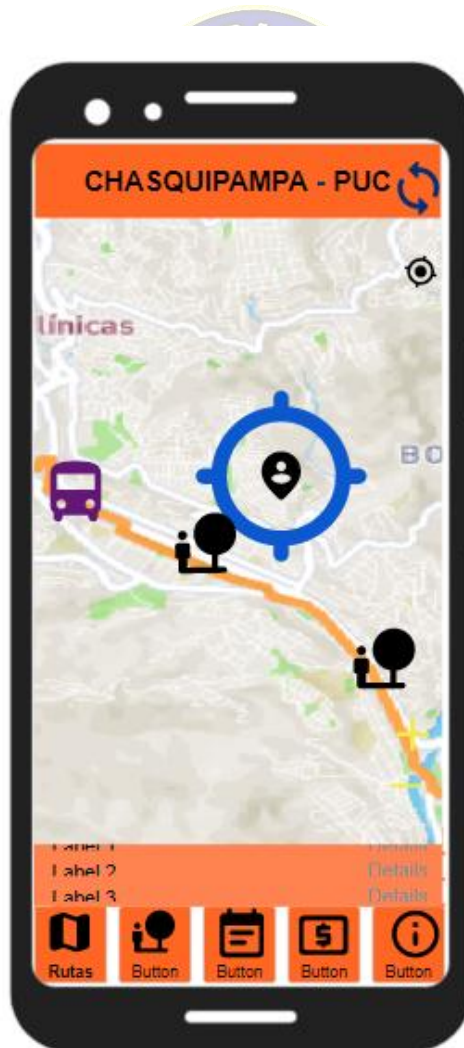


Figura 4.8 Pantalla Principal

En la figura 4.9 se muestra la opción de ruta la cual es el listado de todas las líneas del Pumakatari, de este listado se selecciona una para que se habrá la lista de paradas y se escoge puede elegir una ruta y también una del listado de paradas para que se posicioné en el mapa.



Figura 4.9 Pantalla de Rutas y Paradas

En la figura 4.10 se muestra la pantalla de horarios, que se obtuvo de la página del Pumakatari este tendrá el listado de las hora y la frecuencia de salidas.

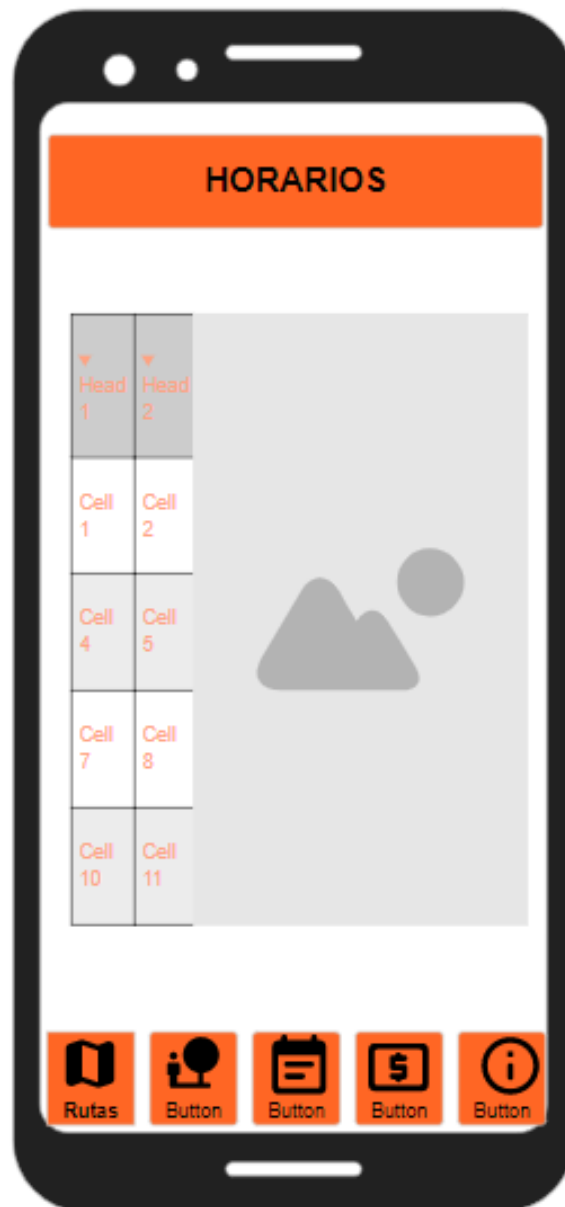


Figura 4.10 Pantalla Horarios



En la figura 4.11 se muestra la pantalla del tarifario con las respectivas características según el tipo de usuario.

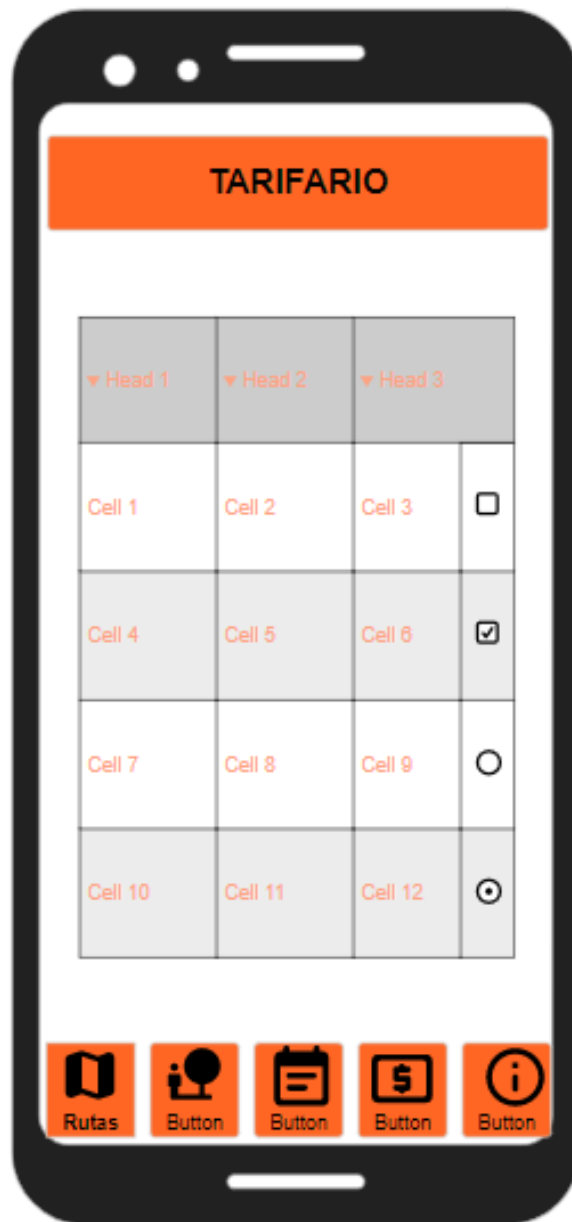


Figura 4.11 Pantalla Tarifas

En la figura 4.12 se muestra la pantalla de información que contiene los avisos de los conductores por si hubiera contratiempos de estos, falla mecánica, bloqueos u otros.



**Figura 4.12 Pantalla de Información.**

Para la implementación se hizo el uso de todas las herramientas y métodos para la elaboración de la aplicación.

En la **figura 4.13** se observa el código q se usó para la ubicación actual del conductor

```
private void dameubicacion() {
    if (ContextCompat.checkSelfPermission( context: RegistroGpsActivity.this, Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)== PackageManager.PERMISSION_GRANTED){
        // Toast.makeText(getBaseContext(),"Tenemos permiso",Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }else{
        ActivityCompat.requestPermissions( activity: RegistroGpsActivity.this,new String[]{
            Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION, Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION}, requestCode: 1);
    }
    ubicacion = LocationServices.getFusedLocationProviderClient( activity: RegistroGpsActivity.this);
    ubicacion.getLastLocation().addOnSuccessListener( activity: RegistroGpsActivity.this, (OnSuccessListener) (location) → {
        if(location != null && sw){
            double latitud = location.getLatitude();
            double longitud = location.getLongitude();
            LatLng pos = new LatLng(latitud,longitud);
            GoogleMap map = null;
            Gps gps=new Gps();
            gps.setId_imei(imei);
            gps.setInfo(aux);
            // gps.setInfo(gps1.getInfo());
            gps.setLatitud(String.valueOf(latitud).trim());
            gps.setLongitud(String.valueOf(longitud).trim());
            databaseReference.child("Gps").child(gps.getId_imei()).setValue(gps);
            gps1 = gps;
            // databaseReference.push().child("Gps").setValue(gps);
            Toast.makeText( context: RegistroGpsActivity.this, text: "latitud" + latitud + "longitud" + longitud, Toast.LENGTH_SHORT).show();
        }
    });
}
```

Figura 4.13 Código de ubicación actual

En la **figura 4.14** se observa el código para verificar si esta cerca de la parada más cercana al usuario.

```
public void perteneceal_circulo(LatLng pos){
    GoogleMap map = null;
    // ... get a map.
    // Add a circle in Sydney
    Circle circle = map.addCircle(new CircleOptions()
        .center(new LatLng( v: -33.87365, v1: 151.20689))
        .radius(10000)
        .strokeColor(Color.RED)
        .fillColor(Color.BLUE));
    float[] disResultado = new float[2];

    Location.distanceBetween( pos.latitude, pos.longitude,
        circle.getCenter().latitude,
        circle.getCenter().longitude,
        disResultado);

    if(disResultado[0] > circle.getRadius()){
        Toast.makeText( context: RegistroGpsActivity.this, text: "Fuera", Toast.LENGTH_SHORT).show();
    } else {
        Toast.makeText( context: RegistroGpsActivity.this, text: "Dentro", Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }
}
```

Figura 4.14 Código parada más cercana

En la **figura 4.15** se observa la primera pantalla al iniciar la aplicación de usuario el código para verificar si está cerca de la parada más cercana al usuario.



Figura 4.15 Código parada más cercana

En la **figura 4.16** se observa pantalla de usuario y su menú inferior en un celular real ya que el simulador no respondía al Gps.

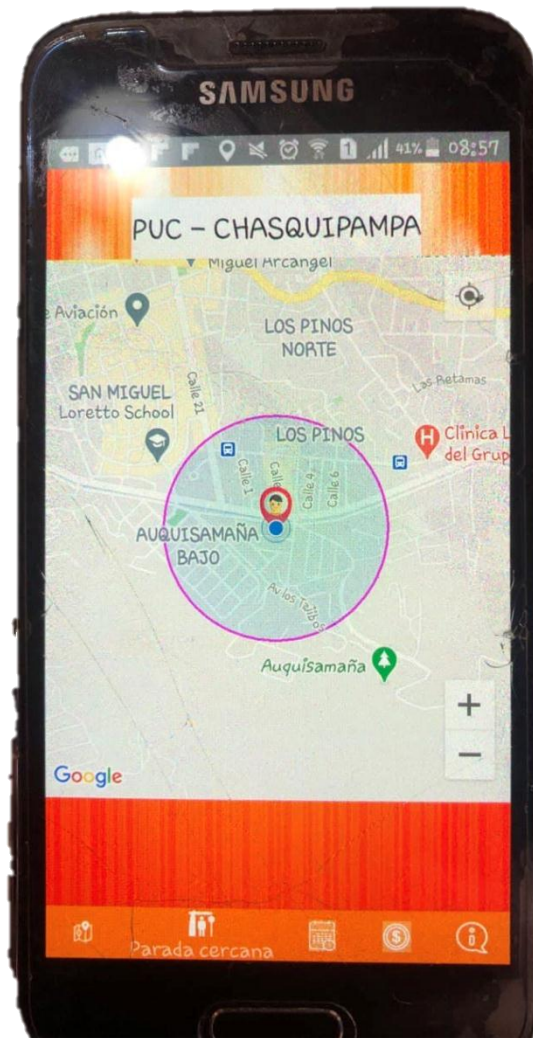
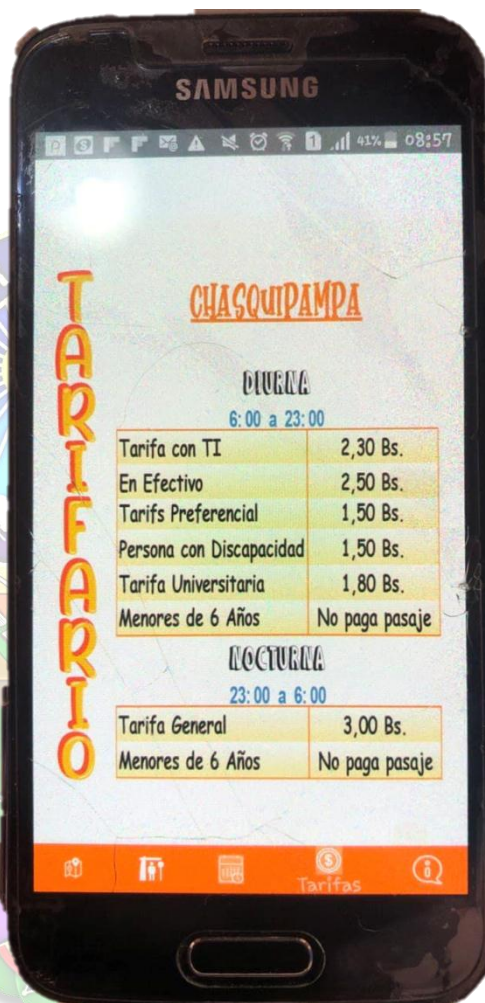


Figura 4.16 Pantalla inicial de usuario

En la **figura 4.17** se observa pantalla de paradas a elección del usuario, y la pantalla tarifario.

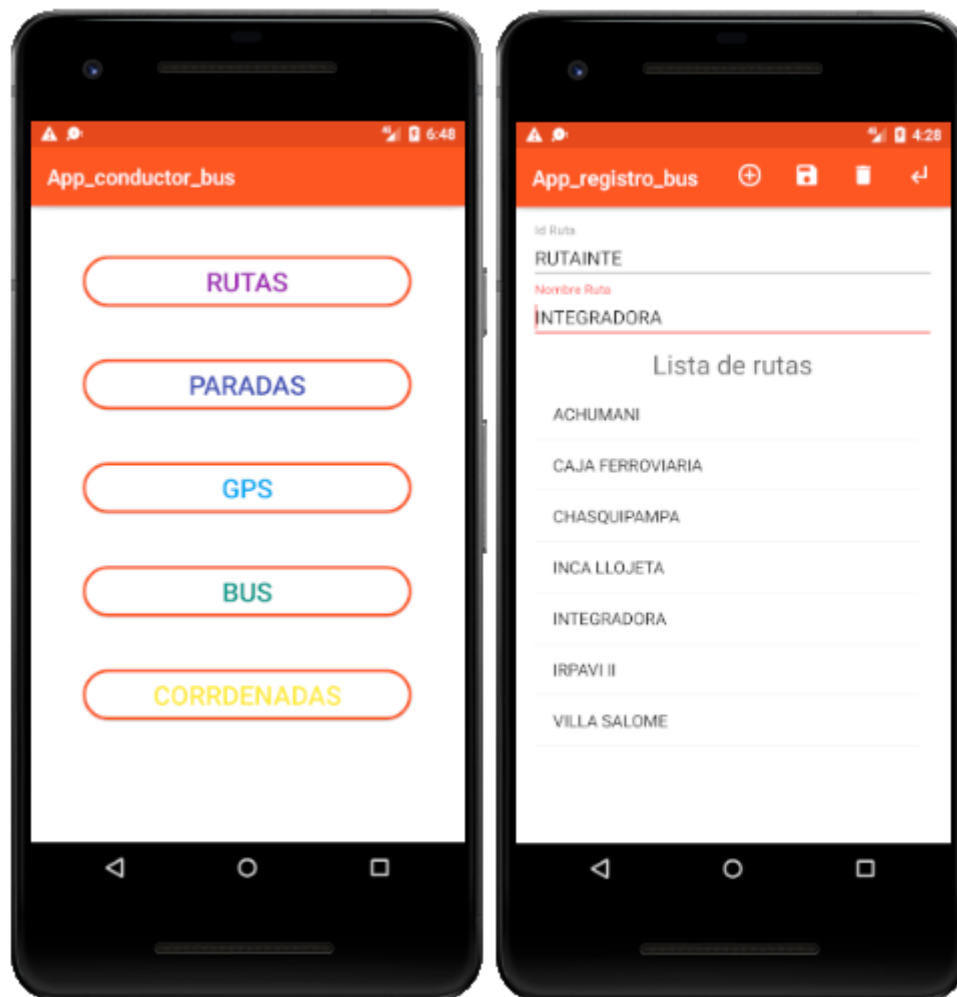


**Figura 4.17** Pantalla paradas



**Figura 4.18** Pantalla tarifario

En la **figura 4.19** Se observa pantalla para registrar los datos de las rutas, paradas, GPS que sería del conductor, bus y coordenadas de la ruta..



**Figura 4.19** Pantalla de registro

## **CAPÍTULO V**

# **PRUEBAS Y RESULTADOS**



## 5.1. INTRODUCCIÓN

Se realizó inspecciones detalladas de los procesos para asegurar la mejora continua de la aplicación con pruebas unitarias y pruebas de integración. Para establecer la calidad del sistema se utilizó la norma ISO/IEC 9126 con las siguientes métricas: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad y eficiencia. Esto para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación.

Empezamos con Usabilidad, en la tabla 5.1 se observa las preguntas realizadas bajo los criterios de la ISO/IEC 9126, la encuesta fue realizada a una población de 50 usuarios del puma Pumakatari.

Partiendo de la experiencia de los usuarios mientras utilizaban la aplicación respondieron en una escala de 5 puntos, donde 5 es la mayor, significando que está Completamente de Acuerdo, 4 Algo de Acuerdo, 3 Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo, 2 Algo en Desacuerdo, y 1 Completamente en Desacuerdo.

**Tabla 5.1.**  
*Encuesta de usabilidad*

usabilidad	Completamente de Acuerdo	Algo de Acuerdo	Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo	Algo en Desacuerdo	Completamente en Desacuerdo
¿Fue fácil de usar la aplicación?	0	0	1	8	31
Los elementos de la interfaz son necesarios para su uso	0	0	0	5	35
La interfaz de la aplicación es agradable a la vista?	0	0	0	6	34
En este programa es fácil el camino cambiar de operación a ejecutar	0	0	1	6	33
la aplicación presenta una consistencia visual de los elementos de íconos, botones y menús	0	0	1	5	34

**Tabla 5.2.***Encuesta de Eficiencia*

EFICIENCIA	Completamente de Acuerdo	Algo de Acuerdo	Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo	Algo en Desacuerdo	Completamente en Desacuerdo
La respuesta que muestra la aplicación es rápida.	0	0	1	6	33
Es posible ver el estado anterior delanteros del programa	0	1	1	4	34
Considera que la aplicación es una herramienta útil?	0	0	1	3	36
La respuesta que muestra la aplicación le ayuda en la toma de decisiones.	0	0	0	2	38
El programa funciona de forma adecuada	0	0	1	5	34

**5.2. RESULTADOS****Métricas de Calidad**

La aplicación se evaluó con las métricas de calidad ISO 9126 El objetivo fue alcanzar un nivel de calidad necesario para satisfacer a los usuarios del Pumakatari.

Para hallar los resultados se encuestó a cuarenta usuarios del Pumakatari, procesamiento de los datos de las encuestas se utilizó estadística elemental para calcular las frecuencias de respuesta y porcentajes que representan estas, de forma gráfica para demostrar los valores de cada pregunta que se realizó.

**Tabla 5.3.**

*Resultado pregunta 1 usabilidad*

<b>Característica:</b>	Entendibilidad
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
Fue fácil de usar la aplicación?	<p>■ Completamente de Acuerdo          ■ Algo de Acuerdo          ■ Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo          ■ Algo en Desacuerdo</p>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar el grado de dificultad en el uso de la aplicación.	

**Tabla 5.4.**

*Resultado pregunta 2 usabilidad*

<b>Característica:</b>	Aprendizaje
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
Los elementos de la interfaz son necesarios para su uso.	<p>■ Completamente de Acuerdo          ■ Algo de Acuerdo          ■ Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo          ■ Algo en Desacuerdo          ■ Completamente en Desacuerdo</p>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar el funcionamiento de los elementos	

**Tabla 5.5.**  
*Resultado pregunta 3 usabilidad*

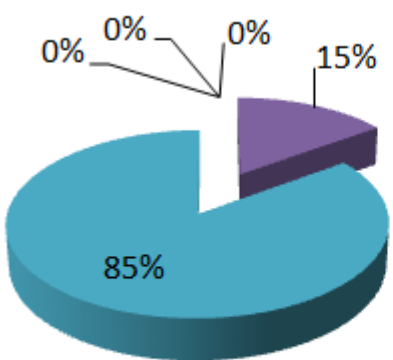
<b>Característica:</b>	Entendibilidad
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
En este programa es fácil el camino cambiar de operación a ejecutar	<p>■ Completamente de Acuerdo          ■ Algo de Acuerdo          ■ Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo          ■ Algo en Desacuerdo          ■ Completamente en Desacuerdo</p>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar el grado de dificultad en el uso de la aplicación.	

**Tabla 5.6.**  
*Resultado pregunta 4 usabilidad*

<b>Característica:</b>	Entendibilidad
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
la aplicación presenta una consistencia visual de los elementos de íconos, botones y menús	<p>■ Completamente de Acuerdo          ■ Algo de Acuerdo          ■ Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo          ■ Algo en Desacuerdo          ■ Completamente en Desacuerdo</p>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar el grado de dificultad en el uso de la aplicación.	

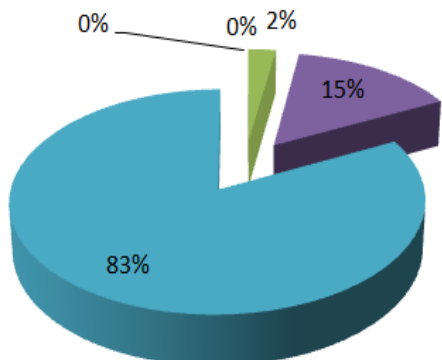
**Tabla 5.7.**

*Resultado pregunta 5 usabilidad*

<b>Característica:</b>	Entendibilidad
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
La interfaz de la aplicación es agradable a la vista?	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Completamente de Acuerdo</li> <li>■ Algo de Acuerdo</li> <li>■ Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo</li> <li>■ Algo en Desacuerdo</li> </ul>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar el grado de dificultad en el uso de la aplicación.	

**Tabla 5.8.**

*Resultado pregunta 1 eficiencia*

<b>Característica:</b>	Comportamiento de tiempos
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
La respuesta que muestra la aplicación es rápida.	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Completamente de Acuerdo</li> <li>■ Algo de Acuerdo</li> <li>■ Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo</li> <li>■ Algo en Desacuerdo</li> <li>■ Completamente en Desacuerdo</li> </ul>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar la velocidad la respuesta si es adecuado a cada proceso.	

**Tabla 5.9.**

*Resultado pregunta 2 eficiencia*

<b>Característica:</b>	Comportamiento de tiempos
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
Es posible ver el estado anterior delanteros del programa?	<p> <span style="color: blue;">■</span> Completamente de Acuerdo  <span style="color: red;">■</span> Algo de Acuerdo  <span style="color: green;">■</span> Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo  <span style="color: grey;">■</span> Completamente en Desacuerdo         </p>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar el la velocidad de respuesta si se corta el proceso	

**Tabla 5.10.**

*Resultado pregunta 3 eficiencia*

<b>Característica:</b>	Conformidad de eficiencia
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
Considera que la aplicación es una herramienta útil?	<p> <span style="color: blue;">■</span> Completamente de Acuerdo  <span style="color: red;">■</span> Algo de Acuerdo  <span style="color: green;">■</span> Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo  <span style="color: purple;">■</span> Algo en Desacuerdo  <span style="color: grey;">■</span> Completamente en Desacuerdo         </p>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar las condiciones de calidad de la aplicación.	

**Tabla 5.11.**

*Resultado pregunta 4 eficiencia*

<b>Característica:</b>	Conformidad de eficiencia
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
La respuesta que muestra la aplicación le ayuda en la toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Completamente de Acuerdo</li> <li>■ Algo de Acuerdo</li> <li>■ Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo</li> <li>■ Algo en Desacuerdo</li> <li>■ Completamente en Desacuerdo</li> </ul>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar la eficiencia de respuesta para una toma de decisiones.	

**Tabla 5.12.**

*Resultado pregunta 5 eficiencia*

<b>Característica:</b>	Entendibilidad
<b>Pregunta:</b>	<b>Gráfico:</b>
El programa funciona de forma adecuada	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Completamente de Acuerdo</li> <li>■ Algo de Acuerdo</li> <li>■ Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo</li> <li>■ Algo en Desacuerdo</li> <li>■ Completamente en Desacuerdo</li> </ul>
<b>Objetivo:</b>	
Determinar el grado de dificultad en los tiempos que sean adecuados a los procesos.	

**Tabla 5.13.**

*. Evaluación de usabilidad de la aplicación a los usuarios.*

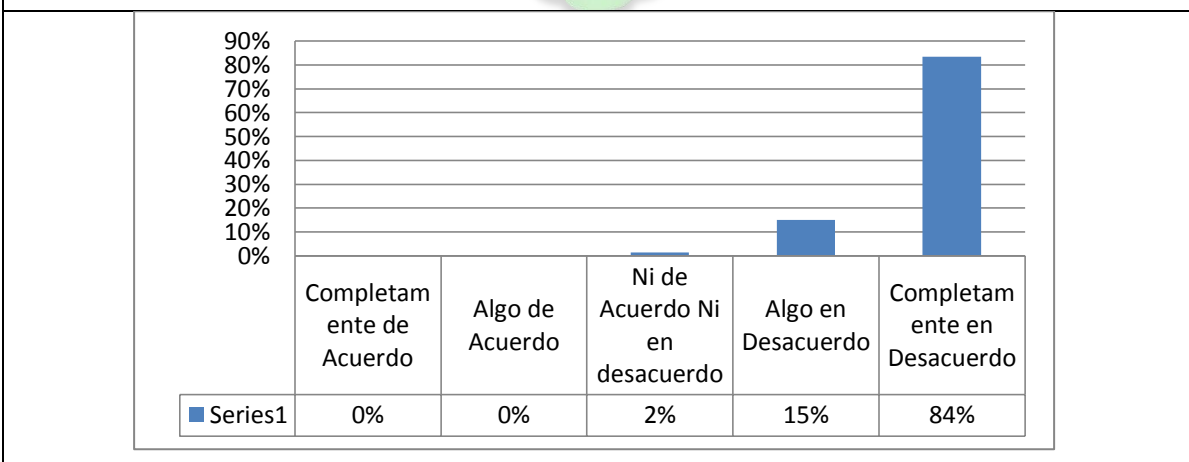
usabilidad	Completamente de Acuerdo	Algo de Acuerdo	Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo	Algo en Desacuerdo	Completamente en Desacuerdo
¿Fue fácil de usar la aplicación?	0	0	1	8	31
Los elementos de la interfaz son necesarios para su uso	0	0	0	5	35
La interfaz de la aplicación es agradable a la vista?	0	0	0	6	34
En este programa es fácil el camino cambiar de operación a ejecutar	0	0	1	6	33
la aplicación presenta una consistencia visual de los elementos de íconos, botones y menús	0	0	1	5	34
Totales	0%	0%	2%	15%	84%

Tabla 5.14

*. Gráfico de Usabilidad*

**Interpretación Usabilidad**

En el gráfico se observa que la mayoría de los usuarios del transporte bus Pumakatari evaluaron la aplicación con un 84% de cuarenta encuestados





**Tabla 5.15**

***Evaluación de Eficiencia de la aplicación a los usuarios.***

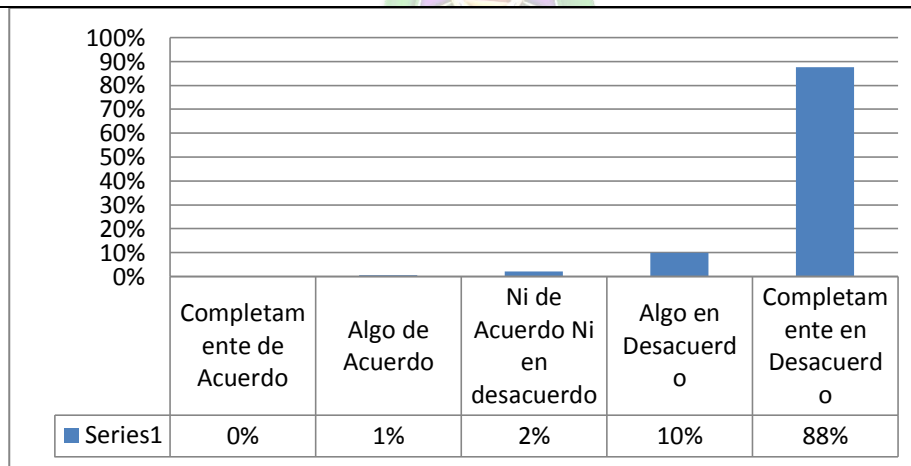
EFICIENCIA	Completamente de Acuerdo	Algo de Acuerdo	Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo	Algo en Desacuerdo	Completamente en Desacuerdo
La respuesta que muestra la aplicación es rápida.	0	0	1	6	33
Es posible ver el estado anterior delanteros del programa	0	1	1	4	34
Considera que la aplicación es una herramienta útil?	0	0	1	3	36
La respuesta que muestra la aplicación le ayuda en la toma de decisiones.	0	0	0	2	38
El programa funciona de forma adecuada	0	0	1	5	34
	0%	1%	2%	10%	88%

**Tabla 5.16**

***Gráfico de Eficiencia***

***Interpretación Eficiencia***

En el gráfico se observa que la mayoría de los usuarios del transporte bus Pumakatari evaluaron la aplicación con un 88% de eficiencia en un numero de 40.



## Funcionalidad

La funcionalidad se calculó de manera que satisficiera las necesidades de los usuarios, la aplicación satisficiera las necesidades indicadas. Por tanto se dice que la eficacia en la eliminación de defectos (EED), la fórmula que le representa esta dada por:

$$EED = E / (E + D)$$

Dónde:

E = Número de errores antes de la entrega de la aplicación al usuario final.

D = Número de errores después de la entrega al usuario final.

Si se

El valor de EDD si sale 1 quiere decir que se llegó al 100% de funcionalidad, esto quiere decir que no se encontraron errores o defectos en el sistema.

En el caso de las aplicaciones se tuvo cuatro errores:

- En el momento de enviar de la información sin haber iniciado aplicación esta se detiene.
- El módulo de mapa se tuvo una actualización en firebase haciendo que demore la comunicación por unos minutos.
- La función de estimación de tiempo está en evaluación de momento tiene algunos retrasos.
- No identificaba bien la parada más cercana al del usuario

Se logró solucionar las fallas de este modo tenemos en valor de D

No se pudo arreglar el diseño No se encontraron defectos en el marco de todos los requerimientos después de la entrega al cliente.

Por lo tanto, D = 0, reemplazando en la ecuación 1 se tiene:

$$EED = 4 / (4 + 0) = 100$$

Teniendo en cuenta un margen de error de 5% por tráfico de datos

$$EED = 100\% - 5\% = 95\%$$

Haciendo los cálculos correspondientes se obtuvo:

Usabilidad = 84%

Eficiencia = 88%

Funcionalidad = 95%

## Pruebas de Compatibilidad

La aplicación está diseñada para que se ejecute en versiones desde android 4.2 Jelly Bean para adelante ya que la api 17 es la mínima que no tendrá problemas en su funcionamiento.

En la figura 5.1 se observa las versiones de android, estos números de distribución acumulativa permite ver el porcentaje de dispositivos de forma global para tener una idea de cuantos dispositivos son compatibles con la aplicación.

Se verifico la compatibilidad con diferentes versiones en el emulador de android y también con dispositivos reales con la versión 5.1.1 galaxy J1, versión 4.2.2 modelo GT-I8200L de Samsung con toda normalidad.

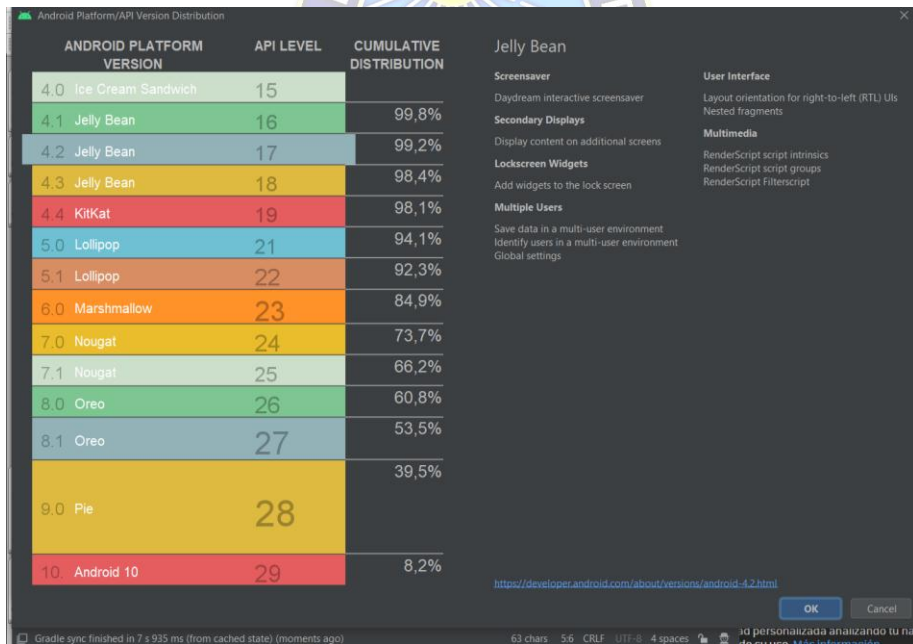


Figura 5.17 distribución acumulativa de android.

**CAPÍTULO VI**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## 6.1. CONCLUSIONES

Una vez finalizada la aplicación se puede afirmar que se logró cumplir con los objetivos trazados y la funcionalidad esperada del sistema de rastreo satelital en tiempo real del transporte municipal de La Paz.

Las metas alcanzadas en esta tesis de grado han sido:

- ✓ La creación de una aplicación de monitoreo en tiempo real del Pumakatari, entre sus funciones esta la estimación del tiempo de llegada de los dos buses más cercanos a la parada y parada más cercana al usuario en un radio de 2km, selección de ruta, paradas, horarios, tarifas.
- ✓ La creación de una aplicación para mandar datos del bus como latitud y longitud para la visualización del recorrido para la proximidad de este.
- ✓ El diseño e implementación de una plataforma web orientado a servicios API REST para la aplicación móvil, no guarda información de sesión del usuario para evitar la sobre carga de datos, las peticiones al servidor son por medio de Apis restringiendo por medio de las URL al servicio.
- ✓ Una interfaz amigable donde los usuarios puedan aprender rápidamente el manejo del mismo, no necesitan registro de inicio de sesión porque está orientado a todo público sin distinción de edad los criterios de usabilidad evaluados
- ✓ Una interfaz amigable donde los usuarios puedan aprender rápidamente el manejo del mismo. Después de la aplicación de la norma ISO/IEC 9126 para verificar la calidad de software se tuvo resultados favorables en la parte de funcionabilidad, usabilidad se tuvo un valor 97.5% y fiabilidad.

## 6.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los logros obtenidos en la presente tesis de grado, surgen algunas recomendaciones

- Incorporar las Apis del transporte municipal de La Paz bus, para una precisa toma de datos y para actualizar las rutas faltantes, paradas y otros.

- En el caso de no implementar con las Apis de la institución se recomienda incorporar en la aplicación bus los módulos de registros como ejemplo datos bus, choferes, rutas y paradas.
- Existen muchas aplicaciones similares pero por la desactualización de sus datos ya no es útil para el usuario final, entonces se recomienda en el caso de que se habiliten nuevas paradas o nuevas rutas mantener actualizada la información para que el sistema continúe sirviendo a la comunidad.



# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avelino Ferreira (2020), ¿Qué es el Scrum?

<https://knowledge21.es/blog/que-es-el-scrum/>

Alex Rodríguez (2016-2020) , Servidores Cloud VPS ¿Windows o Linux? ¿Hosting? Ventajas e inconvenientes. El caso de clouding.io

[https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=964:servidores-cloud-vps-windows-o-linux-hosting-ventajas-e-inconvenientes-el-caso-de-clouding-io&catid=111&Itemid=281](https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=964:servidores-cloud-vps-windows-o-linux-hosting-ventajas-e-inconvenientes-el-caso-de-clouding-io&catid=111&Itemid=281)

Agetic(2017) Resultados finales encuesta nacional de opinión sobre tecnologías de información y comunicación (tic)

<https://www.agetic.gob.bo/pdf/ResultadosFinalesEncuestaTIC.pdf>

Amisgal (11 jun) Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica

<https://imasgal.com/aplicaciones-sistemas-informacion-geografica/>

Amisgal ( 03 Sep ), Sistemas de Información Geográfica. Fuentes de datos

<https://imasgal.com/sig-fuentes-de-datos/>

Admin(2017), Norma ISO/IEC 9126 calidad del producto de software,

<https://interpolados.wordpress.com/2017/01/21/norma-isoiec-9126-calidad-del-producto-de-software/>

Barra (2016), Sistema de seguimiento y monitoreo de vehículos basado en la geolocalización, en tiempo real aplicando balanceo de carga y utilización de múltiples servidores

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/9861/T.3159.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castro (2012), Sistema de localización de taxi basado en android, php y mysql  
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2943/pfc4521.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Encarna Abellán (2020), Metodología Scrum: qué es y cómo funciona

<https://www.waremarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>

El origen Pumakatari(s.f.),

<http://www.lapazbus.bo/fileman/Uploads/files/descargas/documentos/el%20origen%20pumakatari.pdf>

Geolocalización en Android Academia (2017) Android es un proyecto de Digital Learning SL

<https://academiaandroid.com/post-series/geolocalizacion-en-android/>

González P. J. Gestión de Requisitos en el Desarrollo de Software

<https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info47/artSisToo1.htm>

Georreferenciación y sistemas de coordenadas(s.f.) recuperado de

<https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000s000000.htm#:~:text=La%20georreferenciaci%C3%B3n%20es%20el%20uso,ubicaci%C3%B3n%20espacial%20a%20entidades%20cartogr%C3%A1ficas.&text=La%20capacidad%20de%20localizar%20de,representaci%C3%B3n%20cartogr%C3%A1fica%20como%20en%20SIG.>

Giraldo (2019), ¿Ya conoces Firebase? La herramienta de desarrollo y análisis de aplicaciones mobile, <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-firebase/>

ISO 9126.(s.f.).<https://sites.google.com/site/informaticamcprats/iso-9126>

José Flavio Sosa Gaspar (2011), Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite.

<https://www.gps.gov/spanish.php>



Hurtado (2018), Prototipo de sistema de localización de un bus de transporte urbano mediante GPS y una aplicación Android.

<http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1622/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2018-038.pdf>

Máster en Desarrollo de Aplicaciones Android (2017) La API de localización de Android

<http://www.androidcurso.com/index.php/recursos/41-unidad-7-seguridad-y-posicionamiento/284-la-api-de-localizacion-de-android>

Machín (s.f.), ¿Cuáles son las funciones de un topógrafo en la vida diaria?, equipos para medición

<http://www.ayozemachintopografia.com/cuales-son-funciones-un-topografo-vida-diaria>

La Paz BUS (s.f.), Historia [http://www.lapazbus.bo/sistema\\_historia/](http://www.lapazbus.bo/sistema_historia/)

Locura informática digital (2018), ¿Qué es una API? Definición, ventajas y características

<https://www.locurainformaticadigital.com/2018/03/23/que-es-api-definicion-caracteristicas/>

Omitsis Consulting S.L. (2019) Como obtener una clave API para Google Maps

<https://www.artesans.eu/como-obtener-una-clave-api-para-google-maps/>

Reyqui (2014), 56% de usuarios del bus Pumakatari reclama por el tiempo de espera en puntos de parada.

<https://a4000.blogspot.com/2014/04/56-de-usuarios-del-bus-pumakatari.html>

Ruta(s.

f.)[http://www.lapazbus.bo/fileman/Uploads/files/pdf/7\\_RUTAS\\_julio20.pdf](http://www.lapazbus.bo/fileman/Uploads/files/pdf/7_RUTAS_julio20.pdf)

Rosselló (2019), Las metodologías ágiles, Las metodologías ágiles más utilizadas y sus ventajas dentro de la empresa, recuperado de <https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/>

Ryte Wiki (2020), Google Maps

[https://es.ryte.com/wiki/Google\\_Maps](https://es.ryte.com/wiki/Google_Maps)

Sosa (2011), Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite. recuperado de <https://www.gps.gov/spanish.php>

Tapia Guadalupe, La Razón (2018) El parque vehicular crece 45% en La Paz y se reduce la velocidad de circulación

[http://www.la-razon.com/ciudades/Parque-vehicular-La\\_Paz-reduce-velocidad\\_0\\_2911508831.html](http://www.la-razon.com/ciudades/Parque-vehicular-La_Paz-reduce-velocidad_0_2911508831.html)

TecGurus (2017), Aprende como organizar la capa de presentación, MVP en Android

<https://programaenlinea.net/aprende-organizar-la-capa-presentacion-mvp-android/>

Rodríguez(s.f.) ¿Qué es y para qué sirve JSON? Especificación oficial Javascript

Object Notation Diferencia de XML (CU01213F),

[https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=956:i-que-es-y-para-que-sirve-json-especificacion-oficial-javascript-object-notation-diferencia-de-xml-cu01213f&catid=83&Itemid=212](https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=956:i-que-es-y-para-que-sirve-json-especificacion-oficial-javascript-object-notation-diferencia-de-xml-cu01213f&catid=83&Itemid=212)

# **ANEXOS**

**DOCUMENTOS**

La Paz, marzo de 2021

Señor

Ph.D. José María Tapia Baltazar  
**Director**  
**Carrera de Informática**

Presente

**Ref. Aval para Defensa de Tesis de Grado**

De mi mayor consideración

Por intermedio de la presente, y en mi calidad de Tutor Metodológico, tengo a bien dirigirme a su autoridad, para darle a conocer que luego de efectuar el seguimiento a la estructura y contenido de la Tesis de Grado, titulada “SISTEMA DE RASTREO SATELITAL EN TIEMPO REAL DEL TRANSPORTE MUNICIPAL DE LA PAZ”, elaborada por el postulante Karen Gabriela Llano Rodriguez con C.I. 7031265 LP, me corresponde **dar mi CONFORMIDAD Y AVAL**, para que el mismo proceda a la **DEFENSA PÚBLICA**, de acuerdo a normas y reglamentos universitarios vigentes.

Sin otro particular, me despido de usted con las consideraciones más distinguidas.

Atentamente



Rosa Flores Morales

M.Sc. Rosa Flores Morales  
**TUTOR METODOLÓGICO**