



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA: ASISTENTE DE NAVEGACIÓN EN TRANSPORTES
PÚBLICOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL
MEDIANTE ASSISTED GPS EN TELÉFONOS INTELIGENTES**

AUTOR: RODRÍGUEZ CÓNDOR, ANGELO MARINO

**DIRECTOR: ING. OLMEDO CIFUENTES,
GONZALO FERNANDO PhD.**

SANGOLQUÍ

2017



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“ASISTENTE DE NAVEGACIÓN EN TRANSPORTES PÚBLICOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL MEDIANTE ASSISTED GPS EN TELÉFONOS INTELIGENTES”* realizado por la señor **RODRÍGUEZ CÓNDROR ANGELO MARINO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a la señor **RODRÍGUEZ CÓNDROR ANGELO MARINO** para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 27 de noviembre 2017



Ing. Gonzalo Olmedo PhD.
Director



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *ANGELO MARINO RODRÍGUEZ CÓNDOR*, con cédula de identidad N° 172122145-3, declaro que este trabajo de titulación "*ASISTENTE DE NAVEGACIÓN EN TRANSPORTES PÚBLICOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL MEDIANTE ASSISTED GPS EN TELÉFONOS INTELIGENTES*" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 27 de noviembre 2017


Angelo Marino Rodríguez Córdor
CC: 172122145-3



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **ANGELO MARINO RODRÍGUEZ CÓNDOR**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación ***“ASISTENTE DE NAVEGACIÓN EN TRANSPORTES PÚBLICOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL MEDIANTE ASSISTED GPS EN TELÉFONOS INTELIGENTES”*** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 27 de noviembre 2017

Angelo Marino Rodríguez Córdor
CC: 172122145-3

DEDICATORIA

A quienes me ha ayudado en todas las etapas de mi vida y me han sabido formar y me ha apoyado incondicionalmente, mi madre Rocío y mi hermana Andrea. A ustedes que me han sabido comprender, valorar les dedico este trabajo de investigación ya que con su ayuda, paciencia y amor he podido cumplir cada una de mi meta, logros y llegar a ser la persona que soy

A mi madre Rocío por brindarme todo el amor de una madre y a la vez la disciplina de un padre, por inculcarme valores que siempre me han ayudado a tomar buenas decisiones. Porque me ha sabido enseñar la cualidad de la perseverancia y a no rendirme jamás porque es un ejemplo de madre y padre que sin su ayuda jamás hubiera alcanzado estas metas académicas.

A mi hermana Andrea, que gracias a su apoyo incondicional se ha convertido en mi mejor amiga en quien puedo confiar incluso mi vida, porque me ha enseñado a ser humilde y me ha dado consejos que siempre me ayudaron a mejorar a nivel personal como profesional. Esto te dedico a ti, que me enseñaste que la madurez no se mide por la edad sino por las decisiones que realizamos.

Por todo su esfuerzo invertido en mi este trabajo va dedicado a ustedes muchas gracias. Las amo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco nuevamente a mi familia mi madre y hermana porque sus esfuerzos son los que me han ayudado a concluir este trabajo y llegar a ser la persona que soy ahora.

A mis amigos en las diferentes etapas de la universidad que me han sabido apoyar y que se han alegrado por mis éxitos, primero quiero agradecer a Andrea y Edison con quienes aprendí que existen amigos verdaderos, a ellos con quienes compartimos proyectos interminables y pasamos experiencias inolvidables, Al Sr. Luis su esposa Maritza e hija Alejandra que siempre fueron como una segunda familia que me supieron apoyar en momentos difíciles de mi vida gracias por todo. A mis compañeros que conozco desde que entré a la universidad con quienes aún mantengo la amistad hasta ahora y es grato ver que ya seamos profesionales. A mis compañeros de la carrera de telecomunicaciones que en estos últimos niveles se han convertido en amigos que me han sabido apoyar y con quienes hemos pasado gratos momentos y que también han estado cuando más lo he necesitado a todo el team tele que son unos grandes amigos y ahora colegas.

De una manera especial al Dr. Gonzalo Olmedo que no ha sido solo mi tutor de tesis sino un amigo, porque no solo me ha apoyado con sus conocimientos, sino que me ha sabido apoyar para que este trabajo no solo pueda ser un trabajo de graduación, sino que este sea reconocido internacionalmente gracias por no ser solo un profesor sino un maestro que me ha enseñado cualidades que me servirán en mi vida profesional, por todo su esfuerzo y confiar en mi para culminar esta etapa estudiantil muchas gracias.

Finalmente, a la empresa Bayer mediante su representante Ana Gabriela Cevallos que no solo por el premio adquirido sino por su valiosa ayuda a nivel profesional, y los diferentes profesionales, y personas con discapacidad visual que componen el MIES del distrito sur que sin sus valiosos aportes y disponibilidad nunca se hubiera podido realizar este proyecto gracias por su arduo trabajo que en un futuro serán recompensados.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICAD.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓ.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia.....	2
1.3 Alcance del proyecto.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	7
2.ESTADO DEL ARTE.....	7
2.1 GPS y Assisted GPS.....	7
2.1.1. Funcionamiento del <i>Assited GPS</i>	7
2.1.2. Ventajas y desventajas.....	8
2.2 Triangulación de antenas.....	9
2.3 Plataforma Android.....	10
2.3.1 Componentes Básicos de Android.....	10
2.3.2 API.....	10
2.3.3 API de Google para geo localización.....	11
2.3.4 Proveedores de Android para telefonía celular.....	11
2.3.5 Clases y métodos de Android Studio.....	12
2.3.6 Estrategias de Ubicación.....	14

2.3.7	Versiones de la plataforma de Android.....	14
2.4	Android Studio	19
2.5	Teléfonos celulares	19
2.6	Convertor de texto a voz	19
CAPÍTULO III		20
3.DISEÑO DE ALGORITMOS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS DE POSICIONAMIENTO		20
3.1	Algoritmo de detección de valores de geo posición	20
3.1.1	Acceso y permisos de localización	22
3.1.2	Actualización de datos de localización	23
3.1.3	Almacenamiento de datos de localización	24
3.2	Utilización de <i>Web Service</i>	25
3.2.1	Creación del hilo principal	26
3.2.2	Construcción de la cadena y URL del “Web Service”	26
3.2.3	Conexión a Internet	27
3.2.4	Fichero JSON	28
3.2.5	Objeto JSON	28
3.3	Triangulación mediante Assisted gps en Android estudio	30
3.3.1	Introducción	30
3.3.2	Utilización de proveedores.....	30
3.4	Api y uso de Google Maps	34
3.4.1	API KEY de Google.....	34
3.5	Creación de rutas en mapas	36
CAPÍTULO IV.....		37
4.DISEÑO DE LA INTERFAZ DEL ASISTENTE DE NAVEGACIÓN		37
4.1	Investigación de parámetros para el diseño.....	37
4.2	Interfaz interactiva.....	39
4.2.1	Funcionamiento de voz gps.....	39
4.2.2	Funcionamiento de <i>TOUCH GPS</i>	42
4.3	Creación de las opciones del Asistente de navegación	44
4.3.1	Escuchar la ubicación de la parada de bus más cercana	45
4.3.2	Escuchar ruta de buses	47
4.3.3	Realizar llamadas	50
4.3.4	Enviar mensajes	52
CAPÍTULO V		57
5.ANALISIS DE RESULTADOS		57

5.1	Introducción.....	57
5.2	Evaluación general	57
5.2.1	Diseño de la aplicación	57
5.2.2	Comparativa entre aplicaciones similares	59
5.3	Evaluación de las funciones de la aplicación	60
5.3.1	Escuchar parada de bus más cercana	61
5.3.2	Escuchar ruta de buses	63
5.3.3	Realizar llamadas	65
5.3.4	Enviar mensajes	66
5.4	Movilización de los usuarios utilizando la aplicación.....	68
	CAPÍTULO VI.....	70
	6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
6.1	Conclusiones	70
6.2	Recomendaciones	72
	Referencias	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción general del asistente de navegación	44
Tabla 2. Cuadro comparativo entre voz - touch gps con otros asistentes Android.	59
Tabla 3. Parámetros para evaluar la autonomía de las personas con discapacidad visual utilizando la aplicación	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Personas con discapacidades en el Ecuador	2
Figura 2: Funcionamiento del Sistema Assited GPS o A- GPS.....	8
Figura 3: Triangulación entre 2 ángulos y un punto de ubicación.....	9
Figura 4: Versiones de plataformas de Android	15
Figura 5: Diagrama de flujo para la obtención de valores de latitud y longitud.....	21
Figura 6: Versionado y compilación de la aplicación.....	22
Figura 7: Diagrama de flujo del procesamiento de datos utilizado en el web Service.....	25
Figura 8: Partes de la URL.....	26
Figura 9: Modificación de la URL con los valores de latitud y longitud.....	27
Figura 10: Proceso de extracción del fichero de Web Service.....	29
Figura 11: vtgps.java pestaña principal del programa	31
Figura 12: Uso de los proveedores de red, gps y validaciones	32
Figura 13: Permisos de acceso en el <i>Android Manifest.xml</i>	33
Figura 14: Link del Sistema de navegación para obtener el api key.....	35
Figura 15: Creación del API Key de Google	35
Figura 16: Creación de la posición inicial con valores de latitud y longitud.....	36
Figura 17: Nivel de deficiencia visual de la población beneficiaria	38
Figura 18: Herramientas de Android Studio	38
Figura 19: Menú Principal voz gps	40
Figura 20: Diagrama de Flujo voz gps.....	41
Figura 21: Menú Principal touch gps	42
Figura 22: Diagrama de flujo touch gps.....	43
Figura 23: Menú escuchar ubicación voz gps	46
Figura 24: Menú escuchar ubicación touch gps.....	46
Figura 25: Ejemplo de ruta del bus en un mapa.....	47
Figura 26: Prueba para el diseño de las rutas de los buses.....	48
Figura 27: Menú cooperativas de buses touch gps	49
Figura 28: Menú realizar llamada touch gps.....	50
Figura 29: Menú Escuchar ubicación voz gps	51

Figura 30: Menú enviar mensajes touch gps.....	53
Figura 31: Menú enviar mensajes voz gps.....	54
Figura 32: Información del mensaje de emergencia	55
Figura 33: Aplicación voz gps en smartwatch	56
Figura 34: Diseño final que soluciona el problema de navegación	58
Figura 35: Porcentaje de personas que identificaron la parada de bus más cercana	61
Figura 36: Porcentaje de localización de la parada de bus usando la función auxiliar	62
Figura 37: Porcentaje de personas que utilizaron un medio de transporte de forma eficiente.....	63
Figura 38: Porcentaje de personas que se comunicaron exitosamente con la aplicación	65
Figura 39: Porcentaje de personas que enviaron con éxito su ubicación mediante un mensaje de texto en un simulacro de emergencia	66
Figura 40: Estructura del mensaje de emergencia.....	67
Figura 41: Porcentaje de personas con discapacidad visual con mayor independencia desplazándose de un lugar a otro usando la aplicación..	68

RESUMEN

En la actualidad los avances tecnológicos están en auge ya que existen una gran variedad de aplicaciones en teléfonos inteligentes sean de navegación, mensajería, ocio, entre otras, en donde la mayoría de estas no están orientadas a personas con alguna discapacidad. El uso de tecnologías de asistencia permite a las personas con discapacidad visual vivir de manera más independiente mejorando así su calidad vida y su autonomía. Se propone una solución a personas que poseen algún tipo discapacidad visual a través de una aplicación móvil que ayude en algunos aspectos de su vida como la movilización de un lugar a otro y su autonomía utilizando tecnología de punta. En esta investigación se presenta una aplicación Android de navegación dirigida a personas con deficiencia y discapacidad visual, las cuales enfrentan desafíos diarios tanto en su movilización como en su autonomía. Esta aplicación que posee dos formas de interactuar con las personas, la primera le permite utilizar su teléfono inteligente a través del tacto con retroalimentación auditiva y con la segunda interactúa a través de un sintetizador mediante el cual genera texto a través de voz y viceversa. La aplicación presenta una interfaz gráfica de fácil manejo que, junto con la ayuda de un gps, permite al usuario saber su ubicación, la parada de bus más cercana, conocer las rutas de los buses, realizar llamadas y enviar mensajes predeterminados de su ubicación. Además, en este trabajo se muestran las funciones que posee la aplicación, requerimientos de funcionamiento, impacto social y los resultados obtenidos con personas con deficiencia visual total y parcial en el Ecuador.

PALABRAS CLAVE:

- **GPS**
- **TOUCH GPS**
- **VOZ GPS**
- **SINTETIZADOR**
- **RETROALIMENTACIÓN**

ABSTRACT

Nowadays the technological advances are booming since there are a great variety of applications in smartphones are of navigation, messenger, leisure, among others, where the majority of these are not oriented to people with some disability. The use of assistive technologies allows the visually impaired to live in a more independent way, thus improving their quality of life and autonomy. It proposes a solution to people who have some kind of visual disability through a mobile application that helps in some aspects of their life as the mobilization from one place to another and their autonomy using cutting edge technology. This research presents an Android application for navigation aimed at people with disabilities and visual impairment, which face daily challenges in both mobilization and autonomy. This application has two ways of interacting with people, the first allows you to use your smartphone through touch with auditory feedback and with the second interacts through a synthesizer through which it generates text through voice and vice versa. The application has an easy-to-use graphical interface that, together with the help of a gps, allows the user to know their location, the nearest bus stop, know the routes of the buses, make calls and send predetermined messages of their location. In addition, this paper shows the functions of the application, performance requirements, social impact and the results obtained with people with total and partial visual impairment in Ecuador.

KEYWORDS:

- **GPS**
- **TOUCH GPS**
- **GPS VOICE**
- **SYNTHESIZER**
- **FEEDBACK**

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Actualmente el Ecuador brinda diferentes ayudas a través de fundaciones como el Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades CONADIS que en asociación con la Federación Nacional de Ciegos en el Ecuador FENCE realizan diferentes programas de educación, desarrollo integral y social a través de diferentes proyectos apoyados por instituciones públicas y privadas. Pero las diferentes ayudas antes mencionadas no tienen algún aporte tecnológico, por lo que se ve la necesidad de crear un software dirigido a la población con discapacidad visual el cual ayude a mejorar su movilización y su autonomía.

En la actualidad los avances tecnológicos están en auge ya que existen una gran variedad de aplicaciones en teléfonos inteligentes sean de navegación, mensajería, ocio, entre otras, como App&Town Transporte Público brinda servicios de ubicación y de transporte público Google Maps ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo, Glympse su función principal es compartir la ubicación del usuario; todas las herramientas antes mencionadas brindan información relevante sin embargo no están orientadas a personas con alguna discapacidad.

En proyectos anteriores se procedió a realizar una entrevista a una muestra poblacional de 30 personas con discapacidad visual de entre 20 y 40 años pertenecientes al MIES en el Centro Diurno de Desarrollo Integral para personas con Discapacidad Quito – Ecuador como técnica de investigación para determinar las necesidades y factores importantes que contribuyan al desarrollo de un asistente de navegación.

Para resolver dichas necesidades y factores se requiere una aplicación que, mediante técnicas de triangulación de antenas determine su ubicación, entre las más utilizadas son: la triangulación de la señal por ángulo de llegada, por el tiempo de llegada y mediante GPS, con dicha información permitirá a la persona no vidente a tomar decisiones para que se traslade con independencia bajo sus propios juicios, hacia donde y cuando ir a algún destino específico. Esta elección personal también implica seleccionar el tipo de movimiento, sea caminando, o utilizando algún medio de transporte público, con la ayuda de datos proporcionados por la aplicación móvil.

1.2 Justificación e importancia

En el Ecuador existen 425.877 personas con diferentes discapacidades tanto auditiva, física, intelectual, lenguaje, psicosocial y visual, esta última según el Consejo Nacional para la Igualdad y Discapacidades (CONADIS) existen 50.428 personas, por lo que se ve la importancia de realizar un sistema de navegación que les ayude en su discapacidad y que puedan que puedan movilizarse de forma autónoma; en la Figura 1 se detalla estadísticamente los porcentajes de discapacidades presentes en el Ecuador.

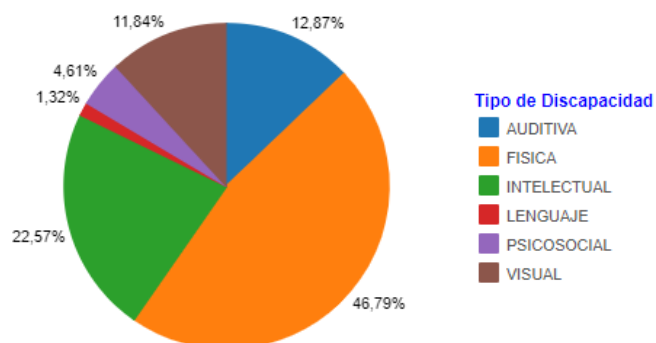


Figura 1: Personas con discapacidades en el Ecuador

Fuente: (Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) /
Dirección de Gestión Técnica, 2017)

El asistente de navegación que se propone es una aplicación Android que dé solución a las diferentes necesidades de personas no videntes, para el desarrollo de la misma será útil la información obtenida de las entrevistas realizadas a las personas pertenecientes al MIES en el Centro Diurno de Desarrollo Integral para personas con Discapacidad la que determinó las siguientes necesidades y factores:

- Una aplicación fácil de usar.
- Que proporcione información de su ubicación de un medio urbano.
- Que brinde información sobre las paradas de buses más cercanas en el medio urbano.
- Que genere ayuda a las personas con discapacidad visual en caso de alguna emergencia.
- Que interactúe con los usuarios de manera audible y por tacto.

Para que la aplicación brinde la información antes mencionados será necesario utilizar *Assisted GPS* o A-GPS y diferentes servicios de Google maps. En una investigación previa del servicio de Google maps para Ecuador se determinó que no cuenta con una base de datos de rutas de buses específicas, por lo que esta información no consta en ningún servicio o API de Google Maps.

Se realizará una investigación sobre la plataforma Android más adecuada para la realización de la técnica de la triangulación de antenas y GPS, de tal manera de extraer los valores de la latitud y longitud que serán almacenados en una base de datos que posteriormente se los procesará y mostrará la información deseada para las personas no videntes en una interfaz de audio y de tacto.

1.3 Alcance del proyecto

Realizar algoritmos, métodos y funciones que mediante la utilización del *Assited GPS* en un teléfono inteligente permita la extracción de datos de latitud y longitud, después analizar las características que presentan y así escoger los valores óptimos, los cuales permitan obtener mayor exactitud de posicionamiento. Analizar algoritmos de conversión de datos, servicios y APIS de Google maps que puedan transformar los valores de latitud y longitud en información de ubicación como: nombres de calles, intersecciones y paradas de buses.

En lo que corresponde a rutas de buses como se mencionó en la justificación, Ecuador no cuenta con una base de datos en servicios o APIS de Google maps, por lo que se pretende realizar la aplicación con una base de datos para los barrios y sectores aledaños a la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y de la muestra poblacional ubicada en el MIES en el Centro Diurno de Desarrollo Integral para personas con Discapacidad Quito, Ecuador. La Aplicación de navegación constará de las siguientes opciones:

1. Escuchar ubicación de la Parada de bus más cercana
2. Escuchar Rutas de buses
3. Realizar Llamadas
4. Enviar mensajes de su ubicación

Con estas opciones la aplicación permitirá al usuario saber la parada de bus más cercana, conocer las rutas de los buses, realizar llamadas y enviar mensajes predeterminados de su ubicación. En el apartado de enviar mensajes se dará la opción de diferentes compañías de taxis que puedan ofrecer su servicio en caso de que fuera necesario.

Para un fácil uso de la aplicación se procederá a investigar métodos en Android para que tenga dos formas de interacción con las personas la primera le permitirá utilizar su teléfono inteligente a través del tacto con retroalimentación auditiva y la segunda le permitirá interactuar con su teléfono móvil a través de un sintetizador de voz mediante el cual genere texto a través de voz y viceversa

Finalmente, la aplicación se evaluará con el poblacional objetivo pertenecientes al MIES en el Centro Diurno de Desarrollo Integral para personas con Discapacidad Quito – Ecuador. Los sectores escogidos para la evaluación de la aplicación serán la Magdalena, Atahualpa Occidental y Villa Flora los cuales se caracterizan por tener una considerable afluencia de personas y ruido, que se encuentran aledaños a la fundación a la que pertenecen.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Implementar una aplicación Android de navegación para personas con discapacidad visual mediante *Assisted GPS*.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Investigar el funcionamiento de los teléfonos inteligentes y de los métodos en Android que permitan la extracción de los valores de latitud y longitud mediante *Assisted GPS*.
- Realizar algoritmos de conversión de datos con uso de servicios web y API de Google maps que puedan transformar los valores de latitud y longitud en información de ubicación como: nombres de país, ciudad, calles, intersecciones

- Realizar la aplicación con las opciones de: Escuchar la parada de bus más cercana,
escuchar rutas de buses, realizar llamadas y enviar mensajes de su ubicación.
- Investigar métodos en Android y realizar una interfaz para que la aplicación tenga
dos formas de interacción con las personas no videntes las cuales serán
mediante
el tacto y comandos de voz.
- Evaluar el software creado con la población objetivo pertenecientes al MIES en el centro diurno de desarrollo integral para personas con discapacidad Quito Ecuador en sectores aledaños a la fundación a la que pertenecen y determinar la fiabilidad de la información en tiempo real.

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 GPS y Assisted GPS

El Gps brinda información de la posición actual mediante datos satelitales, el inconveniente de este sistema es la primera inicialización ya que la recepción de datos de los satélites es lenta en el orden de los minutos por que necesita cálculos complejos para la obtención de la posición a este proceso se lo denomina TTFF (Time To First Fix) o tiempo de la primera localización (Fuentes, 2008).

Este sistema es compuesto por 2 partes la primera por una red de 30 satélites llamada NAVSTAR localizados en una órbita a 20.000 Km de la Tierra y la segunda está compuesta por unos receptores GPS que permiten determinar la posición en el planeta sin embargo es impreciso en condiciones de baja señal. El sistema *Assisted GPS* o A-GPS está orientado para acelerar la primera inicialización del GPS por lo mismo no es una tecnología nueva o un hardware diferente, sino que se lo define como una ayuda para el GPS para obtener la posición actual en menor tiempo.

2.1.1. Funcionamiento del *Assited GPS*

El GPS tiene problemas al inicializar la navegación, el sistema A-GPS mejora la primera inicialización del sistema GPS tradicional, utilizando el teléfono móvil para detectar la ubicación (Penalva Javier, 2007). En el momento de encender el teléfono móvil envía a un servidor la identificación de su antena, luego obtendrá la información de satélites que se encuentran en su posición mediante la información que brinda la

triangulación de antenas cercanos al dispositivo (la información que llega al teléfono móvil llega vía HTTP sin importar la operadora), de tal manera que la petición de los datos al servidor es más rápida como se observa en la Figura 2.

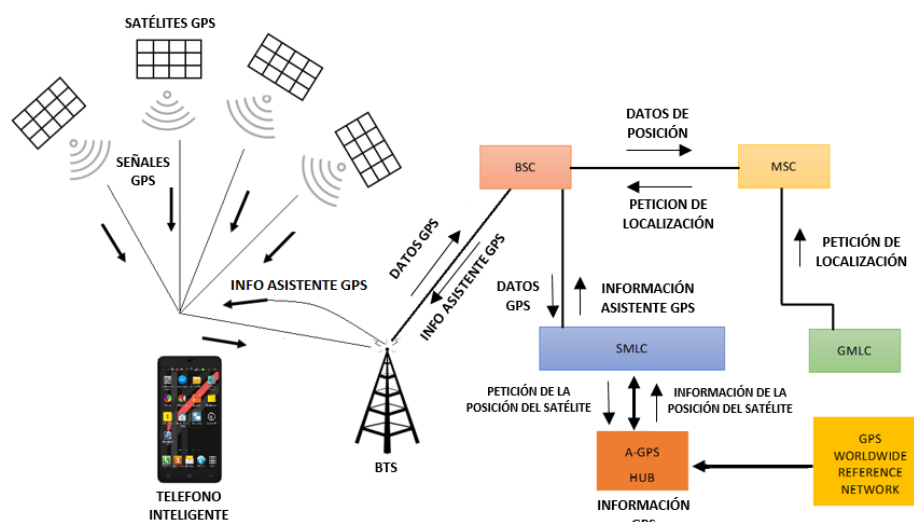


Figura 2: Funcionamiento del Sistema *Assited GPS* o A- GPS

2.1.2. Ventajas y desventajas

Las principales ventajas que presenta el sistema A-GPS:

- Menor tiempo de funcionamiento
- Optimización de la batería (No realiza cálculos complejos, sino que obtiene los datos del servidor externo).
- Funciona con una menor señal proveniente de los satélites lo que ayuda en lugares cerrados.

La desventaja que presenta este sistema es que la información obtenida del servidor es mediante el tráfico de datos por lo que repercute en el pago por la conexión a internet y el costo puede ser elevado a comparación de otras tecnologías sin embargo considerando el servicio considerando la seguridad de la población a la cual va dirigida el sistema de navegación es un costo adecuado a cambio de datos más exactos y precisos.

2.2 Triangulación de antenas

La triangulación de antenas es una técnica de estimación de la posición que utiliza ángulos para determinar la posición de un nodo móvil. Por lo general se requiere 2 ángulos y la distancia entre 2 puntos de referencia como se puede observar en la Figura 3. El uso de un arreglo de antenas en fase es una tecnología que colabora para mejorar esta técnica de posicionamiento, en la cual varias antenas con una distancia conocida determinan el tiempo de la llegada de una señal esta forma con los tiempos y la geometría de la red de antenas se puede calcular el ángulo original del emisor de la señal (García, 2008)

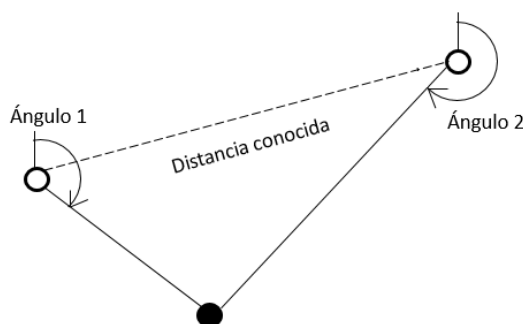


Figura 3: Triangulación entre 2 ángulos y un punto de ubicación

Fuente: (García, 2008)

2.3 Plataforma Android

La plataforma Android es una plataforma basado en Linux de tal forma que es gratuito y multiplataforma por lo que permite realizar aplicaciones en una variante de java llamada Dalvik, que proporciona las interfaces óptimas para que se logre desarrollar aplicaciones que accedan a las funciones del teléfono como el GPS, las llamadas, mensajería y otros (Gonzales Alejandro, 2011). Desde que Google la compró proporcionó la primera versión de Android junto con el SDK que ayuda a realizar aplicaciones para dicho sistema.

2.3.1 Componentes Básicos de Android

Existen diferentes componentes que estructuran a Android algunas de las más básicas e importantes son: *Activity*, *Intent*, *Service*, *Broadcast Reciver*, *Content Provider*.

2.3.2 API

Interfaz de programación de aplicaciones o conocido por sus siglas API es un conjunto de instrucciones y especificaciones para que las aplicaciones se puedan comunicar con el sistema operativo WinAPI, base de datos o con protocolos de comunicaciones(Jabber/XMPP) (Merino, 2014)

Las API's tienen gran relevancia al desarrollar aplicaciones ya que permite usar funciones existentes en otros software o infraestructura en otras plataformas de esta forma de esta forma se puede reutilizar códigos que funcionan correctamente y optimizar el tiempo, se o puede entender cuando se diseña una página Web mediante una API ya que al desarrollarla no se debe incrementar un código para la tarjeta de red y la conexión a internet si no que se realiza una llamada al API correspondiente al sistema operativo.

2.3.3 API de Google para geo localización

Las API's de Google sirven para obtener información relacionada al posicionamiento ya que ofrecen un acceso ilimitado a la base de datos mundial de Google para aplicaciones Web y móviles ya que tienen datos de lugares de interés como cafeterías, aeropuertos más relevantes para los usuarios. Las API's de posicionamiento utilizadas para el desarrollo de aplicaciones Android de posicionamiento son el *Google Places API Web Service*, *Google Maps Geocoding API*, *Static Maps API*.

La API de los servicios de localización otorgado por la tienda de Google dan un mayor nivel al desarrollo de las aplicaciones de geolocalización ya que se encargan de automatizar proveedores de ubicación y actualización de parámetros de ubicación. Al realizar este tipo de aplicaciones es importante tratar de unir tecnologías como la del GPS y la red de proveedor de Android ya que el GPS es preciso en el aire libre y se tarda en actualizar la ubicación con la ayuda del proveedor de red puede determinar la ubicación del usuario utilizando antenas de telefonía móvil y señales de WIFI para este trabajo solo se utilizarán las antenas de telefonía.

2.3.4 Proveedores de Android para telefonía celular

Para realizar diferentes softwares de localización en la plataforma Android es necesario utilizar diferentes proveedores, de esta manera el sistema se hace más eficiente y robusto, al momento de localizar la ubicación del dispositivo se utiliza el GPS embebido en el mismo, pero este no puede determinar la ubicación más exacta sin la ayuda de proveedores de red y del mismo GPS.

2.3.4.1 Proveedor de red y GPS

Estos proveedores son los que se utilizarán para ayudar a detectar la ubicación más óptima del dispositivo el proveedor de red determina la ubicación de los usuarios según la disponibilidad de las estaciones de torre celular. El de GPS ayuda a determinar la ubicación mediante satélites, este proveedor tarda en devolver la actualización de datos y requiere permisos que permite dar la posición más específica. Para poder utilizarlos en Android Studio los proveedores de red y gps se deben escribir con el formato *NETWORK_PROVIDER* y *GPS_PROVIDER* (Studio, Android, s.f.).

2.3.4.2 Proveedor pasivo

Este proveedor recibe actualizaciones de la posición cuando otras aplicaciones o servicios la solicitan, para optimizar su funcionalidad utiliza la consulta al *getProvider ()* el cual es un método para de proporcionas la actualización de la ubicación y requiere el mismo permiso que el proveedor pasivo. Para su utilización se debe utilizar como *PASSIVE_PROVIDER*

2.3.5 Clases y métodos de Android Studio

Este apartado puede que sea uno de los más importantes en cuanto a las herramientas que se utilizaron para el desarrollo del sistema de navegación o aplicación móvil ya que consta de las clases y métodos más relevantes para la detección de la ubicación que junto con los proveedores dan como resultado la información inicial que ayudará en los algoritmos de procesamiento de datos.

2.3.5.1 Gerente de localización

Esta es una clase pública de geolocalización que proporciona a los servicios de localización del sistema se utiliza con el comando *LOCATION_MANAGER*, estos servicios de ubicación dan a las aplicaciones para obtener actualizaciones constante o periódicamente de la ubicación geográfica del dispositivo, también sirve para activar la aplicación en ciertas zonas gráficas que sea determinada por el desarrollador. Esta clase puede extraer datos de ubicación solo con el GPS, pero sin datos de internet las cuales será menos exactas a menos que se indique a los métodos de la API de ubicación como el *Access Fine* y *Access Coarse*.

2.3.5.2 Receptor de localización

LOACTION_LISTENER este es un método el cual es utilizada para recibir notificaciones de la clase maestro Location Manager, estas notificaciones se reciben cada vez que detecta un cambio de ubicación. Es importante realizar la activación de este método para utilizarse el cual se hace al registrarlo con el servicio de gestor de ubicación mediante el método *request location updates* que posee varios parámetros como *string, long, float*.

2.3.5.3 Localización próxima y precisa

Estos métodos son utilizados por el *location manager* o el gerente de localización y trabajan en conjunto con el *location listener*, para obtener una ubicación aproximada del dispositivo se debe utilizar el *ACCES_COARSE_LOCATION* y para que la aplicación logre obtener y acceder a la ubicación más más precisa se usa *ACCES_FINE_LOCATION*.

2.3.6 Estrategias de Ubicación

La obtención de una ubicación desde un dispositivo celular puede presentar desafíos ya que puede presentar errores y ser inexacta, por tal razón existen diferentes estrategias como: multitud de fuentes de localización, movimiento del usuario y precisión variable por lo que se pretende determinar el conjunto más óptimo de métodos, librerías, funciones y proveedores que logren superar estos desafíos de tal manera obtener una lectura fiable de datos de ubicación de latitud y longitud de forma precisa.

2.3.7 Versiones de la plataforma de Android

La versión de la plataforma Android tiene mucha importancia al desarrollar aplicaciones, ya que existen diferentes clases y métodos que están disponibles en cada versión, por lo mismo es necesario conocer las versiones anteriores y actuales. Cuando se lanza una nueva plataforma continúa siendo compatible con versiones anteriores esto quiere decir que las funcionalidades se añaden, sin embargo, algunos dispositivos poseen procesadores más antiguos y dichas actualizaciones pueden quedar obsoletas para algunos dispositivos por eso las versiones anteriores no se benefician de los nuevos cambios, pero se puede continuar utilizando (Jesús Tomás,2017). En la Figura 4 se muestra las diferentes versiones de plataforma Android existente actualmente.

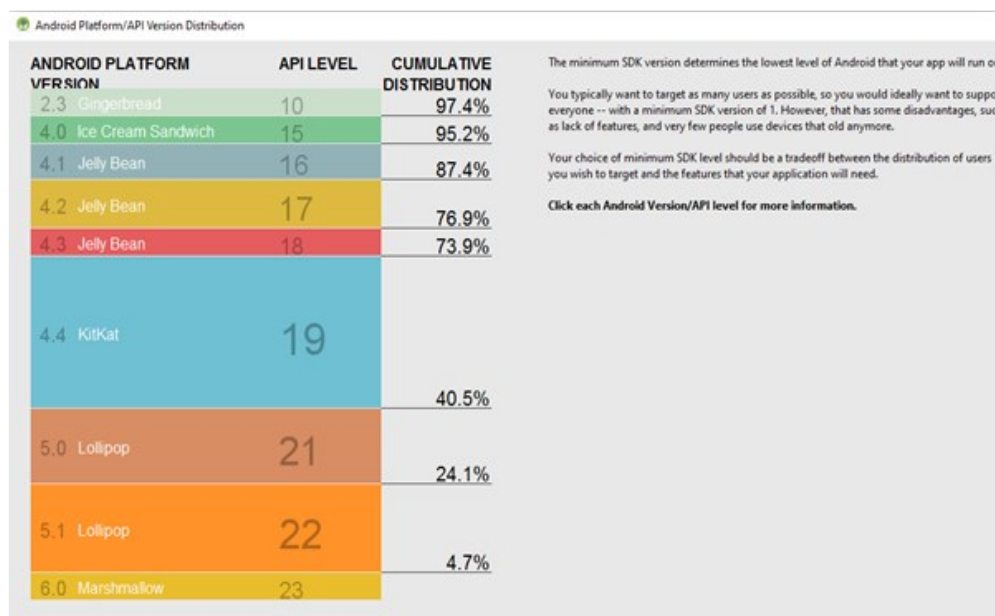


Figura 4: Versiones de plataformas de Android

2.3.7.1 Android 2.3 Gingerbread (API 10)

Diseñado para soportar mayores tamaños de pantalla y resolución, mejoras en un teclado multitáctil, soporte nativo para varias cámaras con sensores de reconocimiento facial. La máquina virtual de Dalvik mejora la animación y aumenta la capacidad de respuesta (velocidad de la multitarea) la gran desventaja de esta versión su procesamiento de datos ya que utilizó un software bastante sofisticado para un hardware poco eficiente.

2.3.7.2 Android 4.0 Ice Cream Sandwich (API 15)

Versión con varias mejoras como transferencia de archivos multimedia mediante USB con protocolos MTP y PTP, conectividad Bluetooth. Se reemplaza los botones físicos por botones en pantalla se reduce el diagonal de pantalla para poder aprovechar el espacio en el hardware del dispositivo. Aparece un nuevo gestor de tráfico de datos por internet que mejora la navegación y la conectividad de red celular.

2.3.7.3 Jelly Bean 4.1 (API 16)

Mejora la fluidez de la interfaz de usuario para lo cual se realiza el sincronismo, triple búfer y aumento de la velocidad del procesador. Se rediseña un sistema de notificaciones expandible, el enfoque en la navegación vía internet se lo realiza con la inclusión de Google Search y se brinda la opción de búsqueda por voz esto amplia la conexión entre usuario y aplicaciones.

2.3.7.4 Jelly Bean 4.2 (API 17)

Versión de añadiduras tales como creación de varias cuentas, teclado deslizante y predictivo, conexión al TVHD mediante wifi, funcionalidad para realizar fotos panorámicas, con la inclusión del internet hace posible que se puedan instalar aplicaciones de parte de los desarrolladores mediante la tienda de Google y poder navegar de una forma más sencilla mediante diferentes plataformas y no solo lo por lo navegadores tradicionales.

2.3.7.5 Jelly Bean 4.3 (API 18)

Es una versión destinada para los programadores para que puedan definir las restricciones de tal forma que los usuarios tengan la capacidad de activar si lo desean; esto hizo posible que las aplicaciones puedan mejorar a nivel de software; sin embargo, por los mismos permisos se hizo una versión más abierta a peligros informáticos, se agregan nuevas características para la codificación, transmisión, multiplexación de datos multimedia y mejoras para claves privadas y credenciales.

2.3.7.6 KitKat 4.4 (API 19)

Es una adaptación mediante una API de Google del software para mejorar la memoria RAM esto hizo una apertura a procesadores que un par de años mejoraran la velocidad de la multitarea y de sistema Android, mejoras en la interfaz de usuario, mejora conectividad NFC y la introducción de una máquina virtual ART, que logra ejecutar a mayor velocidad que la máquina Dalvik permitiendo a los programadores verificar el funcionamiento de las aplicaciones.

2.3.7.7 Lollipop 5.0 (API 21)

Cambio significativo en la arquitectura lo que permite la extensión a nuevas plataformas como *Android Wear*, *Android TV* y *Android Auto*. Optimización del tiempo de ejecución del código en Java, soporte con procesadores de 64 bits en procesadores ARM, x86 y MIPS esto último permitió la que la velocidad sea más eficiente a nivel de software de esta manera las nuevas tecnologías como el NFC, Bluetooth y otras trabajen de manera más eficiente.

2.3.7.8 Lollipop 5.1 (API 22)

A nivel de Api se aumenta la inserción de varias tarjetas SIM en un mismo terminal de esa manera se habilita la opción de tener dos operadoras móviles en un mismo dispositivo también para proveedores de empresas en telecomunicaciones para la distribución de software seguro mediante play store; esta inserción también brindó la posibilidad de tener un slot para tarjeta sim y otro para una tarjeta SD o de almacenamiento que dependería del hardware del dispositivo.

2.3.7.9 Marshmallow 6.0 (API 23)

Versión dirigida a dar más acceso a los usuarios para desactivar ciertas funciones de aplicaciones, se integra un asistente de voz siendo una mejora de Google Now. Se permite un API que realiza interacciones basadas por voz el cual permite acceder a diferentes servicios y obtener información. Se realiza el aumento de enlaces de aplicación con el cual se puede asociar una aplicación a URL dependiendo de un dominio web. Para seguridad se integra un API para el reconocimiento de huella dactilar y un nuevo gestor de batería denominado Doze, las versiones que siguen aún están en etapa BETA para los desarrolladores.

2.3.7.10 Android Nougat 7.0 (API 24)

Variaciones en la interfaz gráfica para el multipantalla, mejora para los tiempos de ejecución ya que se lanza la compilación *Justin in Time* (JIT) por lo que plantea una compilación mixta dependiendo del código ya que los procesos se realizan al mismo tiempo por una parte los métodos directos se compilan en *Ahead of time* (AOT) mientras que los secundarios por JIT.

2.3.7.11 Android Nougat 7.1 (API 25)

Posee mejoras a nivel de usuario (interfaz gráfica) accesos directos a navegación. En este sistema operativo la velocidad tanto de *hardware* y *software* son eficientes a nivel de la RAM sin importar el diagonal de pantalla y la tecnología que se use como Ips o *Super AMOLED* lo que hace que el sentido fotográfico destaque más en esta versión de Android es importante mencionar que algunas mejoras no son añadidas a Tablets ya que está enfocada a dispositivos móviles

2.4 Android Studio

En el entorno de desarrollo integrado denominado Android Studio es la herramienta oficial para realizar aplicaciones Android ya que proporciona funciones que aumentan la productividad durante la compilación de apps para Android entre las más predominantes son: Un sistema de compilación *Gradle*, emulador de dispositivos celulares, entorno compatible para varios dispositivos e *Instant Run* el cual permite realizar cambios mientras la aplicación está siendo ejecutada. El entorno de Android Studio presenta una interfaz fácil para el desarrollador de tal forma que el mismo cuenta con tres caretas de vital importancia como el *manifest*, *java* y *res* de esta forma, la estructura del proyecto hace que se pueda realizar la aplicación más eficiente

2.5 Teléfonos celulares

Los dispositivos que involucran las características mencionadas en los antecedentes son los teléfonos inteligentes los cuales poseen tecnologías de navegación que a veces pasan desapercibidas, pero son realmente útiles, una de ellas es la recepción de datos del GPS y el Sintetizador de Voz. El GPS es una herramienta de ubicación que asociada con el RFID brinda datos de latitud y longitud más exactas que no solo son obtenidos por satélite, sino también a través del Gps desde su teléfono inteligente de esta manera se obtiene la ubicación y orientación con lo cual se consigue guiar al usuario a un destino predefinido que desee (K. Yelamarthi, 2010)

2.6 Conversor de texto a voz

La conversión de texto a voz se define como la generación de palabras automáticamente por una voz artificial producida por un texto, es decir son sistemas que permiten la conversión de texto a voz (CTV) o *text to speech* (TTS). Los micrófonos de los celulares en conjunto con las librerías de Android TextToSpeech, sintetiza el texto para su reproducción inmediata o creación de un archivo de audio de esta forma se puede escribir y escuchar texto y viceversa (Norman, 2013).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE ALGORITMOS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS DE POSICIONAMIENTO

3.1 Algoritmo de detección de valores de geo posición

Para determinar los valores de latitud y longitud se procedió a utilizar las funciones, métodos y clases que posee Android Studio, dichas herramientas de programación se utilizaron enfocándose en detectar la ubicación utilizando el proveedor de geo posición satelital (GPS) y el proveedor de red (triangulación de antenas) de manera simultánea así lograr a obtener la ubicación del dispositivo en un menor tiempo. En la Figura 5 se muestra el desarrollo de este algoritmo que destaca las diferentes, clases, métodos y la unión de ambos proveedores de localización.

En este apartado se determinará como resolver diferentes errores al desarrollar los algoritmos de posicionamiento, en la utilización de diferentes clases, métodos de Android Studio, los problemas que se presentan al programar en diferentes versiones de Android y al momento de compilar los diferentes escenarios constituidos como son el *desing* y el *text* y compilar de una forma más eficiente así los métodos embebidos en las diferentes clases escritas para la gestión del posicionamiento.

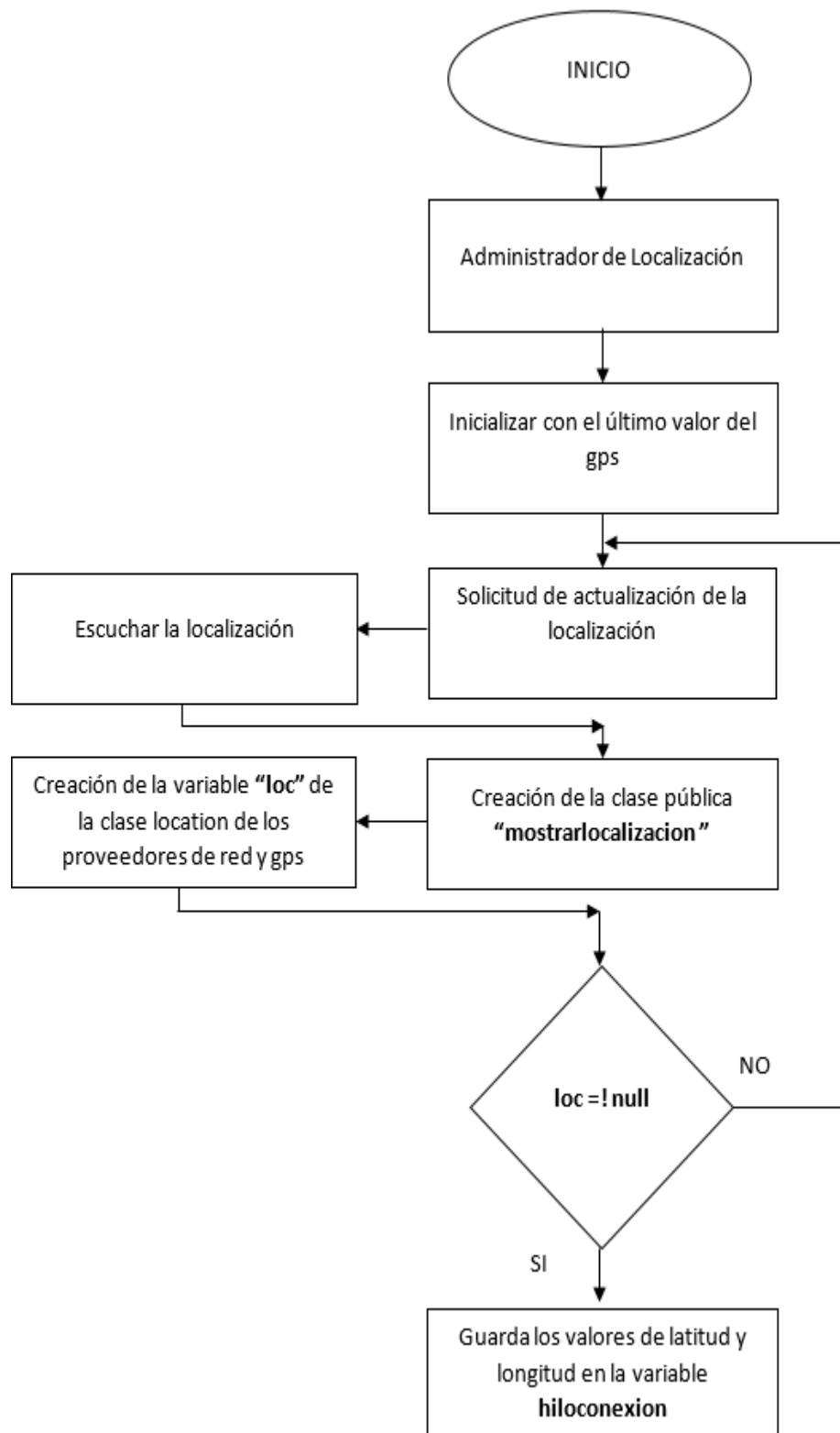


Figura 5: Diagrama de flujo para la obtención de valores de latitud y longitud

3.1.1 Acceso y permisos de localización

Para obtener los valores de latitud y longitud se requiere del Administrador de localización (*LOCATION_MANAGER*) el cual se encarga de proporcionar acceso a los diferentes servicios que posee Android Studio la determinar la ubicación geográfica además de indicar a los satélites que desea recibir datos de ubicación, para esto se requiere como parámetro los servicios de localización (*LOCATION_SERVICE*).

```

apply plugin: 'com.android.application'

android {
    compileSdkVersion 25
    buildToolsVersion "25.0.2"

    defaultConfig {
        applicationId "com.visiongps.vtgps"
        minSdkVersion 19
        targetSdkVersion 25
        versionCode 1
        versionName "1.0"
    }
    buildTypes {
        release {
            minifyEnabled false
            proguardFiles getDefaultProguardFile('proguard-android.txt'), 'proguard-rules.pro'
        }
    }
}

dependencies {
    compile fileTree(dir: 'libs', include: ['*.jar'])
    testCompile 'junit:junit:4.12'
    compile 'com.android.support:appcompat-v7:25.3.1'
}

```

Versión Mínima de Android:
API 19(Kit Kat 4.4)

Versión de Compilación de
Android: API 25 (Nougat 7.1)

Figura 6: Versionado y compilación de la aplicación

Luego de realizar el requerimiento al sistema de posicionamiento global (GPS) este debe ser inicializado con el último valor de localización activa del GPS, para esto se debe dar los permisos necesarios a la aplicación en el *Android Manifest* y dar no solo permisos acceso de localización sino también de internet.

Se debe tomar en cuenta que el asistente de navegación debe ser compatible con diferentes dispositivos de años y versiones anteriores, para esto la aplicación se ha configurado desde la versión KitKat 4.4 a la Nougat 7.1 como se muestra en la Figura 6 en el que se detalla el contenido del archivo *build.gradle* que permite realizar el proceso de compilación y el control de las versiones de la aplicación.

Para las versiones más recientes de Android no se puede inicializar el GPS solo modificando el *Android Manifest*, por lo tanto, se realizó el versionado que consiste en realizar una condición de la SDK. Para el API 23 (*Android 6.0 Marshmallow*) o superiores se debe verificar que la aplicación tenga los permisos en el programa principal mediante el *checkSelfPermission*, los permisos que necesita son el *ACCESS_FINE_LOCATION* y el *ACCESS_COARSE_LOCATION* los cuales fueron colocados en el *Android Manifest*, de esa manera obtener una localización exacta y robusta para versiones menores al API 23 solo se debe colocar el servicio de localización que se requiere en este caso el de GPS y de red.

3.1.2 Actualización de datos de localización

Una vez realizada la inicialización, se procede a solicitar las actualizaciones de localización para ello se crea un método *requestLocationUpdates* de la clase del Administrador de localización (*LOCATION_MANAGER*) con este método se elige el proveedor con el que se trabajará para desarrollar la aplicación se procedió a utilizar el proveedor de GPS y de red con el cual se realizará la triangulación de antenas.

El método *request Location Updates* necesita 4 parámetros, el primero selecciona el proveedor de localización, el segundo es el intervalo de tiempo mínimo con el cual la aplicación controla la frecuencia con la que el detector recibe las actualizaciones, al colocar este parámetro con el valor de 0 hace que reciba en menor tiempo las actualizaciones.

El tercero de igual manera sirve para el control de veces que se actualiza la ubicación, pero a diferencia del segundo este lo determina considerando el mínimo

cambio de la distancia, con el valor de 0 hace que se detecte con la mínima distancia de desplazamiento; finalmente el último parámetro se selecciona el método que escuche la localización (*location listener*) que controla las actualizaciones.

El *location Listener* utiliza 4 métodos públicos: *On Location Changed* que detecta cada vez que recibe datos de actualización mediante una variable que se debe crear de la clase *Location Manager*, *On Status Changed* detecta cuando el estado pasa de activo a inactivo y viceversa eso se debe cuando la señal del GPS o de las antenas se pierde por distintas razones, los dos últimos el *On provider Disabled* y el *On Provider Enabled* detectan si los proveedores de localización se encuentran activados o desactivados.

3.1.3 Almacenamiento de datos de localización

Para almacenar los datos antes solicitados se debe crear la variable (*loc*) de la clase pública “mostrar localización” dicha variable será evaluada cada vez que su valor cambie de nulo a un dato de latitud y longitud caso contrario solicitará una nueva actualización para eso usará el método *On location Changed* en la cual se procederá a guardar la información de latitud y longitud de la localización la que después será utilizada por el *LOCATION LISTENER*.

En la clase *LOCATION LISTENER* se albergará los valores de geo posicionamiento el mismo que contendrá la variable de esta misma clase que posee los proveedores de GPS y de red, esta variable (*hiloconexion*) en la que finalmente será almacenada la información y esta misma se quedará disponible para una variable de la clase *web Service* la cual será utilizada por el hilo principal del programa.

3.2 Utilización de *Web Service*

Para determinar la información de nombres de países, barrios, calles y paradas de bus mediante los valores de latitud y longitud obtenidos por el anterior algoritmo, se procedió a utilizar un servicio web de Google. En la Figura 7 se muestra el algoritmo realizado para determinar dicha información que será presentada por el sistema de navegación mediante una retroalimentación auditiva del dispositivo móvil.

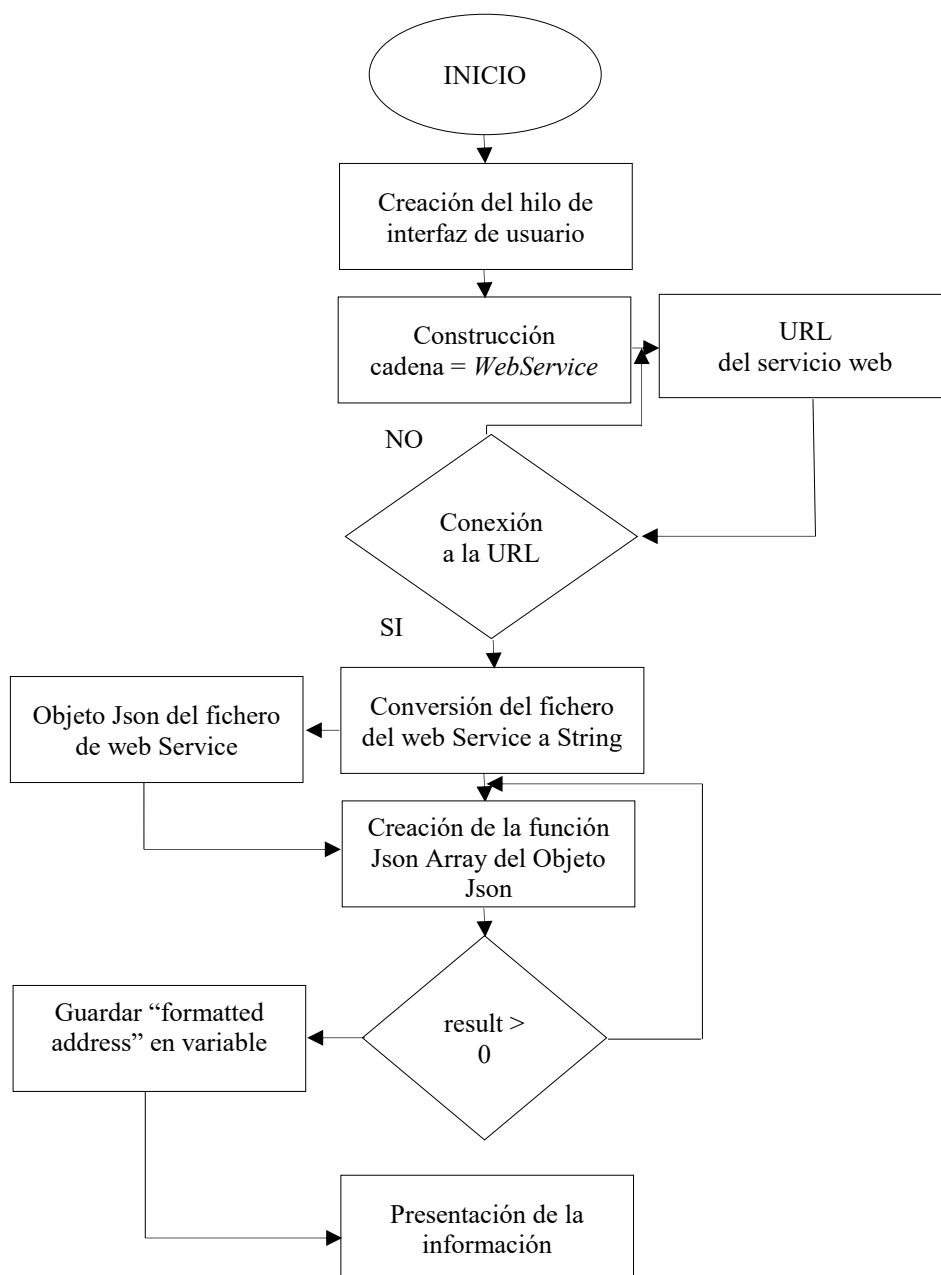


Figura 7: Diagrama de flujo del procesamiento de datos utilizado en el *web Service*

3.2.1 Creación del hilo principal

El hilo principal al ser un proceso de tareas encadenadas se encargará de permitir realizar varias tareas en el mismo tiempo, de esta manera se logra optimizar el tiempo de respuesta del procesamiento de datos y la presentación de la información mediante la aplicación. *Async Task* permite usar adecuadamente el hilo de interfaz de usuario ya que esta clase permite realizar operaciones en segundo plano y publicar los resultados sobre el hilo de la interfaz (principal).

En la clase de extensión *Async Task* se utilizaron diferentes funciones como:

- ***DoInBackground***: el cual realiza un cálculo en un subproceso que esté funcionando en segundo plano, y dichos datos serán enviados al *execute*.
- ***OnPostExecute***: funciona directamente cuando el hilo de interfaz de usuario lo solicita y utiliza con los datos que devuelve el *doInBackground*.
- ***OnPreExecute***: Se ejecuta en el hilo de interfaz de usuario antes del *doInBackground*.

3.2.2 Construcción de la cadena y URL del “Web Service”

En *doInBackground* se realizará la conexión con el web Service donde se conectará todos los datos, para esto se necesita la URL, el cual está compuesto de una parte estática y otra dinámica como se muestra en la Figura 8.

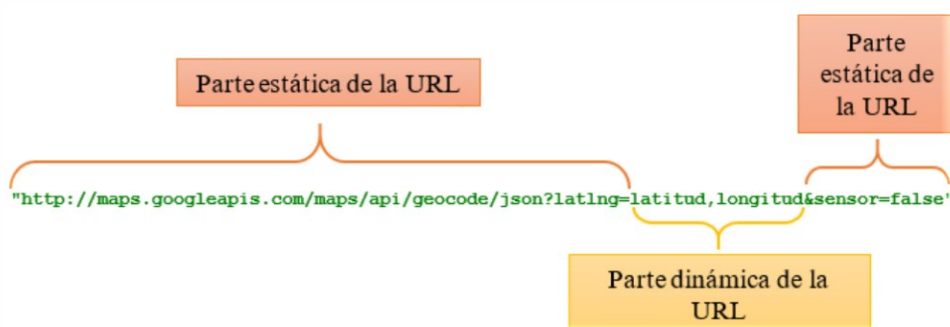


Figura 8: Partes de la URL

La parte estática del URL se dejó intacta mientras que en la parte dinámica se modificó con los valores de latitud y longitud para eso se colocó los parámetros 0 y 1 que se obtuvieron con el algoritmo de extracción de datos de geo posicionamiento y está lista para realizar la conexión a internet de donde se obtendrán los datos tal como se muestra en la Figura 9.

```
public class ObtenerWebService extends AsyncTask<String, Integer, String> {  
  
    @Override  
    protected String doInBackground(String... params) {  
  
        String cadena = "http://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?latlng=";  
  
        //http://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?latlng=38.404593,-0.529534&sensor=false  
        cadena = cadena + params[0];  
        cadena = cadena + ",";  
        cadena = cadena + params[1];  
        cadena = cadena + "&sensor=false";  
        String devuelve = "";
```

Figura 9: Modificación de la URL con los valores de latitud y longitud

3.2.3 Conexión a Internet

Esta parte es muy importante ya que la programación puede sufrir cambios dependiendo del versionado. Para la conexión se utilizó el método *HttpURLConnection* aquí se realizan 2 tareas la primera determinar si se hizo una conexión exitosa y la segunda determinar los diferentes navegadores que se pueden utilizar.

Para la aplicación se usó Mozilla Firefox y no otro navegador ya que otros mediante las cookies, que son archivos pequeños almacenan información de los dispositivos para iniciar sesión de forma automática; eligiendo Mozilla que no posee este tipo de cookies se pretende disminuir la inclusión de archivos no deseados y permisos irrelevantes.

3.2.4 Fichero JSON

El JSON (JavaScript Object Notation) es un formato que se utiliza para intercambiar datos, lo que hace es describir datos con una sintaxis que se usa para la identificación y gestión para realizar la aplicación ya que este formato puede ser leído por cualquier lenguaje de programación.

Para utilizar el fichero Json debe recibir de entrada datos de tipo String para eso se debe hacer un proceso para convertir en String la información dada por el *Web Service*, dicho proceso inicia empleando el *Input Stream* el cual prepara la cadena utilizada anteriormente, este se lo introduce en un *Buffered Reader* sin embargo este método no puede trabajar directamente con el Json por lo que primero se lo paso por una clase ampliada del *String Builder* el cual permite construir un *String* y todos esos datos se ubicarán en bucle *while* donde se irá construyendo el resultado del *String Builder* así la información se construirá en una única línea de programación de esta manera todos los datos leído en el fichero de entrada del *web Service* estarían convertidos a *String* en una sola línea que posteriormente será leída por el fichero Json.

3.2.5 Objeto JSON

Primero se almacena la información obtenida por el *String Builder* en un objeto por lo que se usó un *JSONObject*; al ver la información que se obtuvo del *web Service* según los valores de geo posición se determinó que existía demasiada información en ese fichero como nombre del País, ciudad, cantón, calles, lugares administrativos, valores de altitud entre otros.

Por esta razón lo que se hizo para extraer solo la información necesaria para la aplicación fue centrarse en una variable llamado *results* y en esa contiene otra que se llama *formatted_address* que a su vez contiene en una sola línea la recopilación de calles y datos de ubicación.

Por lo antes mencionado se procedió a utilizar una función del *JSON* denominada *JSONArray* la cual se le especificará qué variable de todo el fichero se desea utilizar, en este caso la variable será *results* de esta forma se quedará con todo el contenido, una vez que se accedió a esta variable se utiliza un *get.JSONObject* para ubicar el objeto del fichero del cual se va a utilizar en ese caso sería la posición 0 que corresponde al primer objeto del fichero, una vez que se accedió a la variable *results* y se haya escogido el primer objeto se le especifica al programa que extraiga la información de la variable *formatted_address* en la Figura 10 se muestra que dicha información quedará en la variable de salida la cual será enviada a la clase *onPostExecute* en la que finalmente se direccionará a una variable resultado que será utilizada en la interfaz gráfica del sistema de navegación que se detallará más adelante en el diseño del asistente de navegación.

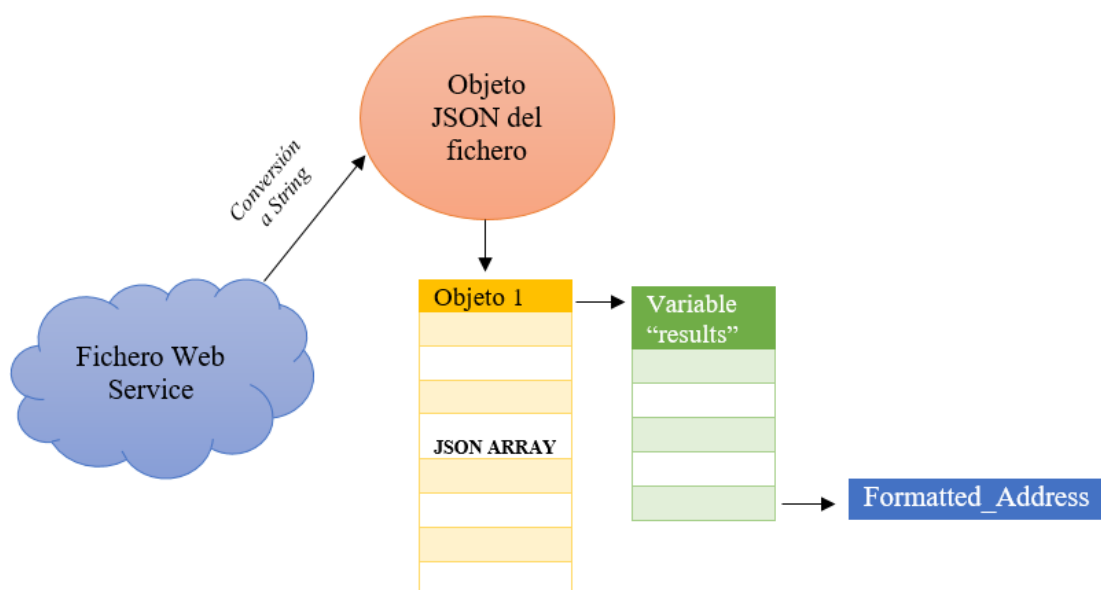


Figura 10: Proceso de extracción del fichero de Web Service

Es importante realizar las excepciones del JSON ya que en el posible caso de que Google en un futuro cambie la variable de fichero del Web Service esta excepción se activaría y mostraría un mensaje exclusivamente del fichero y fácilmente se podría corregir el error.

3.3 Triangulación mediante Assisted gps en Android estudio

3.3.1 Introducción

Como se mencionó en el apartado de la actualización de datos para obtener la ubicación es necesario utilizar los vendedores de red celular y el GPS esta unión es denominada Assited GPS, partiendo de esta estructura se utilizará ambos proveedores ya que cada uno posee diferentes ventajas. Por un lado, el GPS determina un área interior en un determinado tiempo mientras que el proveedor de red no puede obtenerla cuando la conectividad posee una mala recepción es decir es deficiente.

Por lo mencionado anteriormente se puede afirmar que el proveedor de red en comparación con lo del GPS es más rápido al momento de determinar valores de latitud y longitud, además que el GPS agota la batería del dispositivo de una manera más frecuente; sin embargo el proveedor de red será dependiente de la torre celular más cercana para brindar la ubicación mientras que el GPS al aire libre dará ubicación más precisa, tomando en cuentas los desafíos y ventajas que presentan los 2 proveedores se ve con claridad que buscar el posicionamiento mediante el Assited GPS es la mejor opción.

3.3.2 Utilización de proveedores

En esta primera pestaña *vtgps.java* se encuentran las clases, métodos e hilos que se utilizan para la obtención de los valores de latitud y longitud con el proveedor de red y el GPS es importante mencionar que para usar los 2 proveedores al mismo tiempo se los debe programar por separado considerando el versionado como se mencionó en el acceso a las localizaciones.

Las librerías que ayudaran para el mismo fin, además de las diferentes carpetas que contienen los archivos para la interfaz gráfica que se detallará en el siguiente capítulo tal como se puede observar en la Figura 11.

```

public class vtgps extends AppCompatActivity implements View.OnClickListener {

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {}

    private void AlertNoGps() {}
    @Override
    protected void onDestroy() {}
    @Override
    protected void onPause() {}
    @Override
    protected void onResume() {}
    public void MostrarLocalizacion(Location loc){}
    @Override
    public void onClick(View v) {}

    public class ObtenerWebService extends AsyncTask<String, Integer, String> {}

```

Figura 11: *vtgps.java* pestaña principal del programa

En el programa principal se utilizó los algoritmos antes mencionados para obtener los valores de geo posición. Para que los proveedores *GPS_PROVIDER* y *el NETWORK_PROVIDER* funcionen correctamente se los debe trabajar independientemente por lo que hay que revisar la versión en la que se trabaja; un ejemplo es la del proveedor del GPS, como se puede observar en la Figura 12.

La clase *LOCATION MANAGER* que utiliza el *Gps_provider* está en una condición *AlertNoGPs* esto sirve para que si en algún momento en el futuro Google decide cambiar la manera en cómo se debe acceder a este proveedor pueda dar una alerta al programa principal y este error se corrija de una manera sencilla. Tomando como punto inicial este fragmento del programa, se prosigue con algo de gran importancias como el **Buil.VERSION.SDK_INT** ya que esta es una validación para determinar en cual versión se está trabajando y así decidir la forma de acceso más conveniente para el proveedor, de esa manera se da los permisos dependiendo de las versiones que está siendo compilado el programa, estos permisos son más para el GPS ya que para el caso del proveedor de red accede de igual manera en cualquier versión que se esté desarrollando.

En este fragmento del código también se puede apreciar los valores de los parámetros que utiliza el proveedor de red para detectar la ubicación más precisa esto lo logra mediante la ubicación de valores de 0 de sus 2 parámetros como se observa en la

Figura 12, el primero permite que las actualizaciones de los datos de posición lleguen en el menor tiempo posible mientras que el segundo ayuda a determinar la posición cuando detecte el mínimo cambio de desplazamiento.

```

if ( !locationManager.isProviderEnabled( locationManager.GPS_PROVIDER ) ) {
    AlertNoGps();
}
/*****/

if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.M) { Validación del proveedor de gps
    if (checkSelfPermission(Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION) !=
        PackageManager.PERMISSION_GRANTED
        && checkSelfPermission(Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION) !=
        PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
        return;
    } else {
        location = locationManager.getLastKnownLocation(locationManager.GPS_PROVIDER);
    }
} else {
    location = locationManager.getLastKnownLocation(locationManager.NETWORK_PROVIDER);
}

MostrarLocalizacion(location);

locationListener = new LocationListener() {
    @Override
    public void onLocationChanged(Location location) {
        MostrarLocalizacion(location);
    }

    @Override
    public void onStatusChanged(String provider, int status, Bundle extras) {
    }

    @Override
    public void onProviderEnabled(String provider) {
    }

    @Override
    public void onProviderDisabled(String provider) {
    }
};

locationManager.requestLocationUpdates(locationManager.GPS_PROVIDER, 0, 0, locationListener);

```

Figura 12: Uso de los proveedores de red, gps y validaciones

En la Figura 11 se puede observar la pestaña Android Manifest.xml este es un archivo de recursos para que la aplicación se pueda ejecutar, este es clave ya que es el que permite la interacción entre la plataforma Android y el desarrollador de tal manera que el programa puede entender las solicitudes y requisitos, para el desarrollo del sistema de navegación este archivo se utilizó para los permisos de acceso a los proveedores de red y de GPS para que pueda detectar ubicaciones próxima y exactas utilizando el *Access Fine location* y *Access Coarse location* además del permiso de acceso a internet tal como se puede apreciar en la Figura 13.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="com.visiongps.vtgps">

    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/AppTheme">
        <activity android:name=".vtgps">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
            </intent-filter>
        </activity>
        <!--
        The API key for Google Maps-based APIs is defined as a string
        resource.
        (See the file "res/values/google_maps_api.xml").
        Note that the API key is linked to the encryption key used to sign
        the APK.
        You need a different API key for each encryption key, including the
        release key that is used to
        sign the APK for publishing.
        You can define the keys for the debug and release targets in
        src/debug/ and src/release/.
        -->
        <meta-data
            android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
            android:value="@string/google_maps_key" />

        <activity
            android:name=". RutasVtgps"
            android:label="@string/title_activity_rutas_vtgps"></activity>
    </application>
</manifest>
```

Figura 13: Permisos de acceso en el *Android Manifest.xml*

3.4 Api y uso de Google Maps

El API (Interfaces de Programación de Aplicaciones) se lo puede definir como compendio de protocolos, comando y funciones que permiten utilizar al desarrollador utilizar las mismas predefinidas por diferentes sistemas operativos, compañías ente otras. Específicamente para la generación de este sistema de navegación se utilizará el API de mapas de Google, para poder obtener las diferentes rutas y marcadores que serán invisibles para el usuario a menos que las solicite. Para este apartado lo que se procedió a realizar es la creación de un nuevo *Activity* llamado **Vtgps Rutas** de tipo Google Maps, de esta manera el compilador de Android Studio que es el Gradle da al desarrollador líneas de código exclusivos para el uso de los mapas.

Para la obtención del *API KEY* o clave api para los mapas es necesario conectarse a Google y este otorgue la clave que será la misma que se colocará en el nuevo *Activity* para que así Google sepa que aplicaciones están llamando a sus mapas y pueda ofrecer el servicio de tal manera que primero se debe registrar y pedir la clave, para la obtención de la misma sigue siendo un poco dificultoso, a continuación se mostrará la manera más sencilla de extraer esta clave de las muchas que existen para obtención del *API KEY* y que sirvió para el desarrollo del sistema de navegación para personas con discapacidad visual.

3.4.1 API KEY de Google

La forma más corta de obtener el *API KEY* es dirigirse a la pestaña generada por el Gradle *google_maps_api.xml* el cual contiene unas recomendaciones y un *link* único para cada aplicación específicamente para la aplicación que se está generando es el que se puede apreciar en la Figura 14.


```

<resources>
  <!--
    TODO: Before you run your application, you need a Google Maps API key.

    To get one, follow this link, follow the directions and press "Create" at
    the end:
  -->
  <string name="google_maps_key" templateMergeStrategy="preserve" translatable="false">
    https://console.developers.google.com/flows/enableapi?apiid=maps_android_backend
    &keyType=
    CLIENT_SIDE_ANDROID&r=91:CB:FE:4A:5A:B0:9C:65:FE:10:35:7D:5A:B4:D9:9A:03:FC:73:2
    4%3Bcom.rutasvtgps.rutas
  </string>

  You can also add your credentials to an existing key, using this line:
  91:CB:FE:4A:5A:B0:9C:65:FE:10:35:7D:5A:B4:D9:9A:03:FC:73:24;com.rutasvtgps.rutas

  Alternatively, follow the directions here:
  https://developers.google.com/maps/documentation/android/start#get-key

  Once you have your key (it starts with "AIza"), replace the
  "google maps key"

```

Figura 14: Link del Sistema de navegación para obtener el api key

Luego de ingresar el link aparecerá una ventana en la que se pedirá elegir un proyecto ya creado o un proyecto nuevo y se le da aceptar el cual habilita el *api* procederá a pedir que se cree el *api* para su respectivo llamado, dándole click a crear *api* esta arrojará como resultado la clave, también se la debe restringir para que no haya un uso no autorizado y para finalizar se puede guardar clave asignándole un nombre al API. Una vez que se ha obtenido la clave se dirige a la pestaña *google_maps_api.xml* y se reemplaza en donde dice *YOUR_KEY_HERE* como se observa en la Figura 15.

```

<string name="google_maps_key" templateMergeStrategy="preserve" translatable="false">
  AIzaSyBUT86KJm07nI1YgZnk_McFZR60UpG33w
</string>

```

Figura 15: Creación del API Key de Google

3.5 Creación de rutas en mapas

Para la creación de las rutas, se utilizará un recurso que brinda Google específicamente *GoogleMap*, sin embargo, como se mencionó en los antecedentes estos recursos son limitados ya que en el Ecuador no existe una base de datos que proporcione información de las rutas de los diferentes buses por lo que se limitó la aplicación para sectores aledaños al MIES y de la Espe.

```
@Override
public void onMapReady(GoogleMap googleMap) {
    mMap = googleMap;
    LatLng hcmus = new LatLng(10.762963, 106.682394);
    mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLngZoom(hcmus, 18));
    originMarkers.add(mMap.addMarker(new MarkerOptions()));
}
```

Figura 16: Creación de la posición inicial con valores de latitud y longitud

Con estas líneas de código da el inicio para la creación de las rutas de los buses, lo que primero se hace como se observa en la Figura 16 es colocar los valores de latitud y longitud que se obtuvieron en el apartado de algoritmo de detección de valores de geo posición simultáneamente para poder utilizar este dato de forma más precisa en un mapa se utilizó la función *newLatLngZoom* para que se pueda acercar el valor de latitud y longitud en un punto en el mapa y así la ruta se iniciará desde un punto específico y mediante el *originMarkers* esta posición inicial se hará un marcador en el mapa de Google maps así se podrá utilizar este dato de una forma sencilla, algo importante que se añadió en el caso de que falle la obtención de la posición inicial es una línea auxiliar para que de soporte a esta función se la línea de código que se presenta *mMap.setMyLocationEnabled(true)*; pero esta solo se activará en el momento en que no pueda obtener valores de latitud y longitud.

Con la función *polylinePaths* se procedió a trazar las rutas de los buses, al no poseer con exactitud una base de datos se procedió a usarlos medios de transportes de las diferentes compañías cercanas a los escenarios de prueba; luego de visualizar las paradas más importantes se procedió a trazar las rutas de cada compañía para luego realizar las pruebas correspondientes.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DE LA INTERFAZ DEL ASISTENTE DE NAVEGACIÓN

4.1 Investigación de parámetros para el diseño

Para determinar las funciones que debe tener la aplicación se realizó diferentes entrevistas a una muestra poblacional inicial de 30 personas con discapacidad visual en un rango de edad de 20 y 40 años pertenecientes al MIES con aquellas personas y con los diferentes psicólogos y asistentes del centro diurno, así se pudo determinar necesidades y factores importantes que contribuyeron al desarrollo de la herramienta de navegación, dichos factores y necesidades fueron:

- Que brinde información sobre las rutas de cooperativas de buses
- Que genere ayuda a las personas con discapacidad visual en caso de alguna emergencia.
- Que tengas servicio de telefonía móvil como llamadas y mensajes.
- Que interactúe con los usuarios de manera audible y por tacto.

Para determinar el tipo de población con discapacidad visual que tiene la muestra con la que se trabajó se procedió a realizar diferentes entrevistas como técnica de investigación cuantitativa para determinar el número de personas con discapacidad visual total y parcial. La Figura 17 muestra los resultados de la técnica de investigación reflejando dos tipos de nivel de discapacidad visual. De un total de 30 personas 20 presentaron discapacidad visual total y 10 discapacidad visual parcial, además los resultados reflejaron que en cada grupo de grupo existían personas que tenían discapacidad visual de nacimiento y otros por algún accidente o por tratamientos médicos extremadamente fuertes.

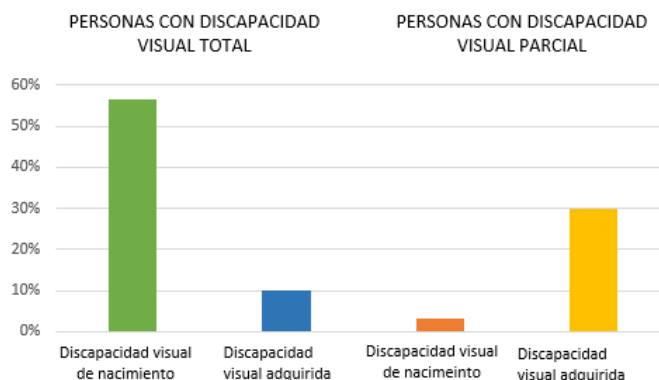


Figura 17: Nivel de deficiencia visual de la población beneficiaria

Fuente: (Rodriguez & Olmedo, 2017)

Luego de determinar las diferentes funciones que iba a poseer la aplicación se procedió a diseñar la misma utilizando las diferentes herramientas que proporciona Android Studio así como se observa en la Figura 18 el cual se puede destacar para la aplicación los botones, editores de texto, visualizadores de texto e imágenes, el lienzo, temporizador y accesos directos a aplicaciones del sistema como contactos entre otros.

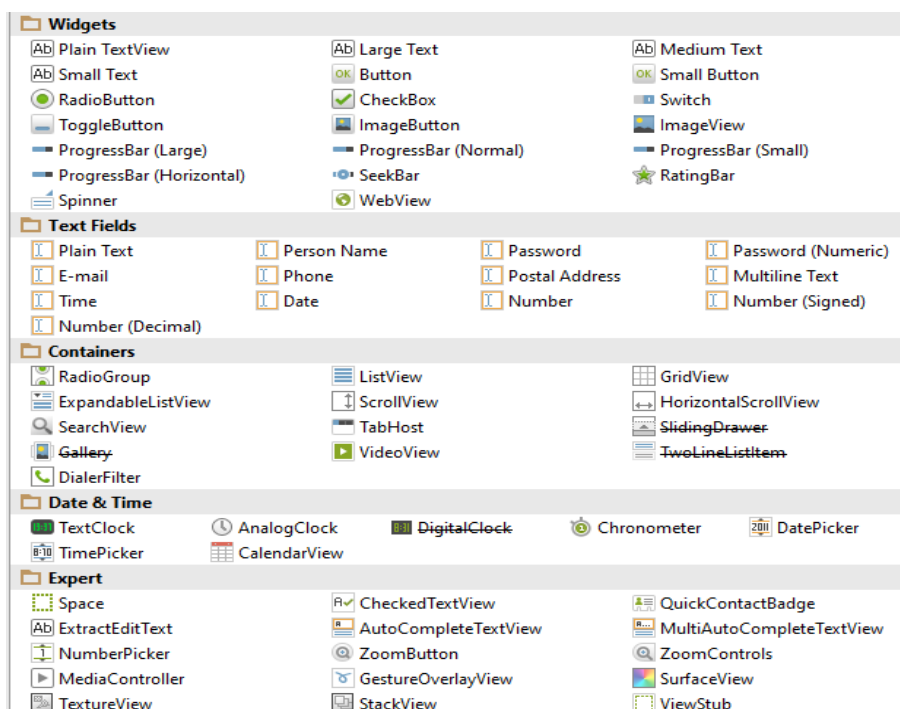


Figura 18: Herramientas de Android Studio

4.2 Interfaz interactiva

Para el desarrollo de la interfaz interactiva se inició con los datos estadísticos mencionados anteriormente, se analizó la cantidad de personas que necesitaban este tipo de ayuda, y finalmente se procedió a poner en contacto con la organización a cargo de esos datos del Ecuador el cual es le CONADIS quienes recomendaron realizar la aplicación y sus pruebas respectivas en el MIES en el Centro Diurno de Desarrollo Integral para personas con Discapacidades que se encuentra en el Sur de Quito.

La forma de interacción de los usuarios con la aplicación se determinó realizando entrevistas a las personas con discapacidad visual y los profesionales a cargo de la fundación, los resultados que arrojó esta técnica de investigación fue que la aplicación se pueda navegar mediante el tacto y por comandos de voz por este motivo el asistente de navegación para personas con discapacidad visual se la llamo voz – touch gps.

4.2.1 Funcionamiento de voz gps

La versión de voz como se puede observar en la Figura 19 se diseñó un único botón que ocupará toda la pantalla, el cual está delimitado con una franja verde, esto ayudará a la persona no vidente a detectar el botón y con una retroalimentación auditiva, la aplicación le mencionará la función que tiene activando el sintetizador de voz de Google de esa forma podrá escuchar el menú audible y así el usuario navegar por la aplicación permitiéndole utilizar las diferentes funciones de la aplicación

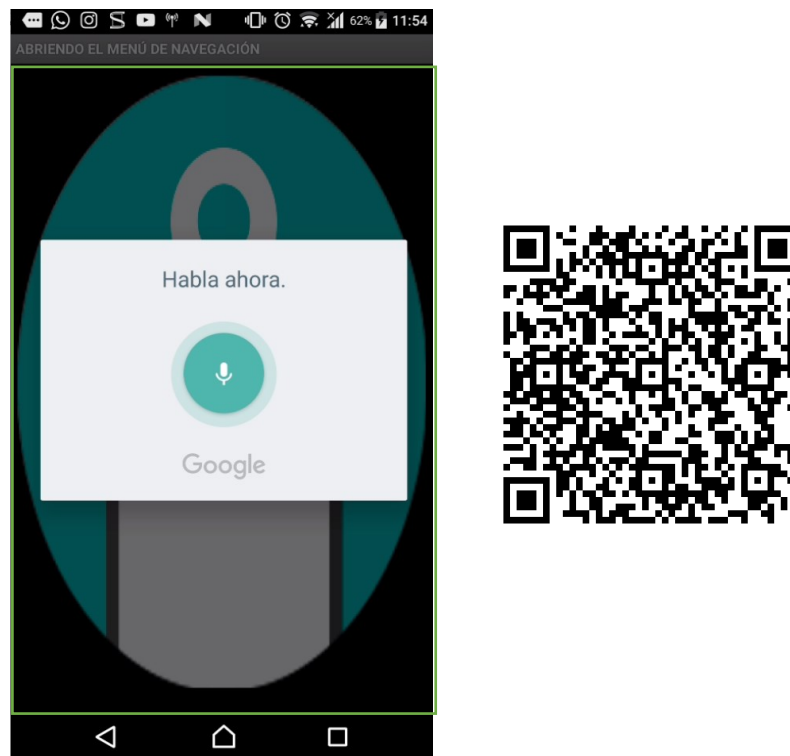


Figura 19: Menú Principal *voz gps*

El funcionamiento de esta versión inicia cuando se accede a la aplicación e instantáneamente se reproduce el menú audible, al pulsar la pantalla se dice la función del botón, con una doble pulsación se activa el sintetizador de voz y un tono da el aviso al usuario de que puede decir el comando de voz requerido de esta manera podrá acceder a la función que necesita; si no puede acceder o seguir navegando por no recordar los diferentes comando de voz o por cualquier otro motivo la aplicación se diseñó para que luego de 5 segundos que no se interactúe con la aplicación ésta procederá a repetir las opciones o si está en la función explicará la misma tal como se puede observar en la Figura 20 que muestra el diagrama de flujo del funcionamiento de voz GPS.

Al utilizar la retroalimentación auditiva es importante mencionar que las diferentes opciones que brinda el teléfono también se ven afectadas por lo que las notificaciones y demás opciones del dispositivo se reproducirán; así las personas con discapacidad visual darán un uso más extenso a su teléfono y de esta forma no se limite al uso del sistema de navegación.

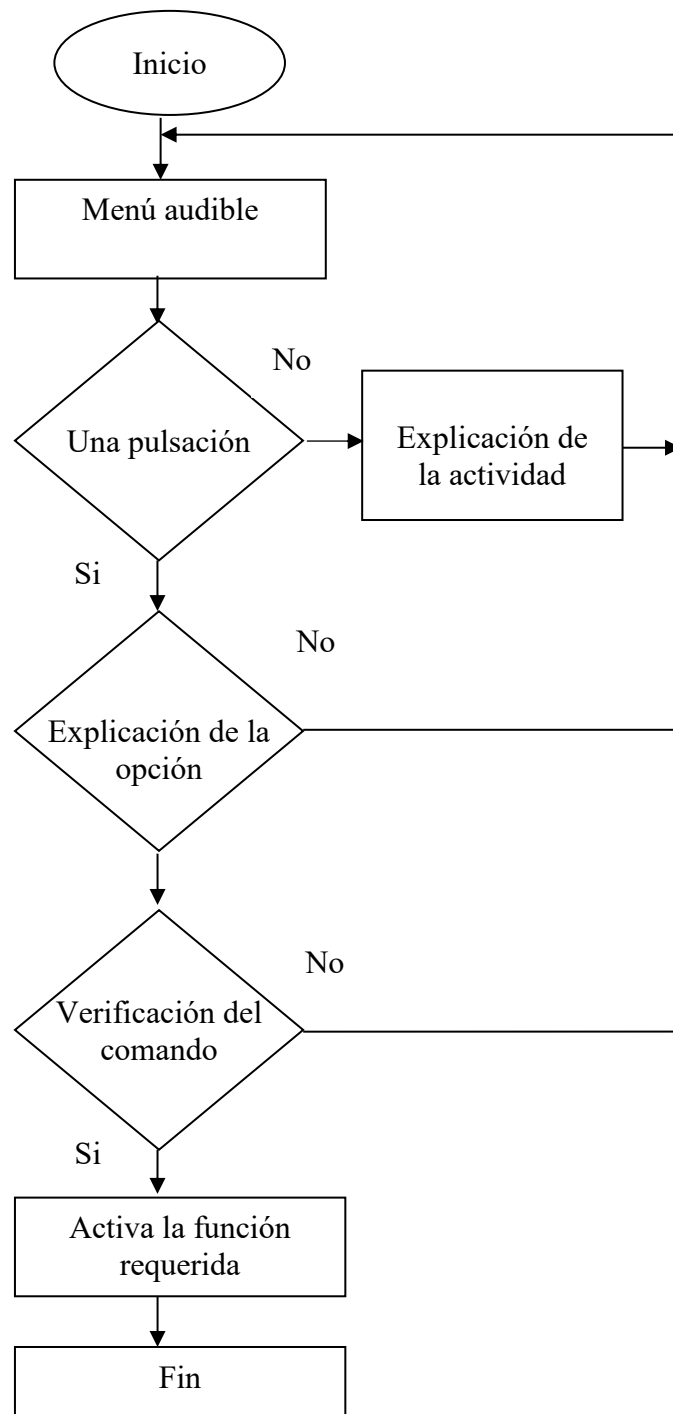


Figura 20: Diagrama de Flujo voz gps

Fuente: (Rodríguez & Olmedo, 2017)

4.2.2 Funcionamiento de *TOUCH GPS*

La versión por tacto se la realizó con un delimitante en cada botón de la interfaz de la aplicación para que al momento que la persona no vidente se desplace por la pantalla pueda ir seleccionando cada opción de la aplicación y mediante una retroalimentación auditiva pueda escuchar lo función correspondientes a cada botón como se observa en la Figura 21 el delimitante verde es el espacio que ocupa el botón en el menú principal.



Figura 21: Menú Principal *touch gps*

Su funcionamiento inicia al acceder a la aplicación y la persona no vidente se desplaza por la pantalla quien detectará mediante una retroalimentación auditiva la función del único botón que es abrir, en el caso de que no pueda acceder y luego de que transcurran 5 segundos sin interactuar con su dispositivo este dará una explicación de su funcionamiento, al dar una pulsación al botón se explica su funcionamiento, al dar 2 pulsaciones activa la función del botón y con 2 dedos sobre la pantalla se puede desplazar para arriba o abajo: de esta manera podrá navegar por las diferentes interfaces y opciones que posee la aplicación, en la Figura 22 se puede observar dicho funcionamiento.

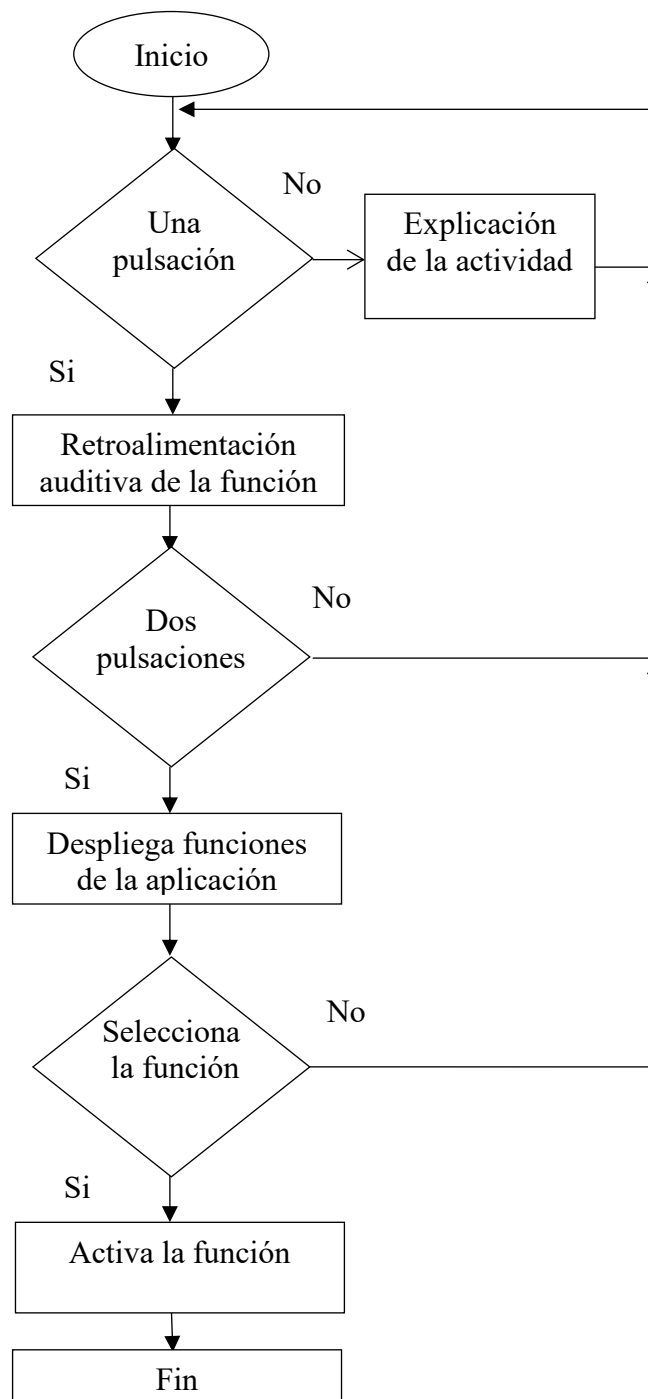


Figura 22: Diagrama de flujo touch gps

Fuente: (Rodríguez & Olmedo, 2017)

4.3 Creación de las opciones del Asistente de navegación

La creación de las diferentes opciones que posee la aplicación como se observa en la Tabla 1 es un compendio de los métodos, funciones, necesidades y parámetros descritos anteriormente, los cuales se colocaron en diferentes capas gráficas suministradas por el programa Android Studio de esta forma se tuvo como resultado el asistente de navegación dirigida a personas con discapacidad visual.

Tabla 1.
Descripción general del asistente de navegación

FUNCIONES	DESCRIPCIÓN
Parada de bus más cercana	Ofrece la información de la parada de bus más cercana.
Ruta de bus	Ofrece información sobre los buses que pasan por la parada más cercana y sus rutas.
Realizar llamada	Permite al usuario estar comunicado utilizando llamadas telefónicas.
Enviar mensaje	El mensaje contiene la ubicación, la parada de bus más cercana y un link que muestre su ubicación exacta.

En este apartado del diseño se tomó en cuenta las diferentes opiniones dadas por las personas no videntes pertenecientes a la fundación, también se colocó diferentes directrices dadas por los doctores que atienden el instituto y de los muchos colaboradores que hay en el MIES para ayudar a las personas con esta discapacidad, de esta forma se logró obtener una aplicación dirigida a ellos creada según sus necesidades.

Es importante tener en cuenta que el diseño original de la aplicación sufrió cambios extremos a medida que los usuarios lo iban utilizando en diferentes escenarios como en las calles, paradas de buses o en la fundación de esta forma se llegó a que el asistente de navegación tome el diseño final.

4.3.1 Escuchar la ubicación de la parada de bus más cercana

Para determinar la ubicación de la parada de bus más cercana se utilizaron los algoritmos detallados en el capítulo III. Para eso todas las herramientas que se usó de la paleta de Android Studio se le asigna un nombre o un ID de esa manera en archivo .java se le puede enlazar con las variables que utilizará el programa principal, de esta manera cuando se de alguna pulsación al botón escuchar ubicación la aplicación se dirigirá al programa principal y que responderá la solicitud del botón entregándole la información obtenida por los algoritmos antes mencionados.

Para que se escuche la ubicación de la parada de bus más cercana lo que se hizo es poner una frase para el botón escuchar ubicación por *default* para que se reprodujera cada vez que se lo presionase para esta opción fue **parada de bus más cercana** seguido de la información guardada en la variable resultado que está en la clase *OnPostExecute* descrita en el capítulo III.

La versión por comandos de voz la interfaz que se diseñó fue la de un botón único que cubra toda la pantalla de tal forma que ese botón pueda activar el sintetizador de voz de Google y mediante los comandos se pueda ingresar a la opción escuchar ubicación, en la Figura 23 se puede observar la interfaz gráfica de esta opción y el sintetizador en funcionamiento.

La función para la versión de touch posee una interfaz diferente tal como se muestra en la Figura 24 en la que se aprecia diferentes botones con sus respectivas funciones y el delimitante de cada opción con una pulsación y mediante el *speech* que es una función de Android Studio podrá escuchar la función, con dos se puede desplazar y con una doble pulsación activa la función.

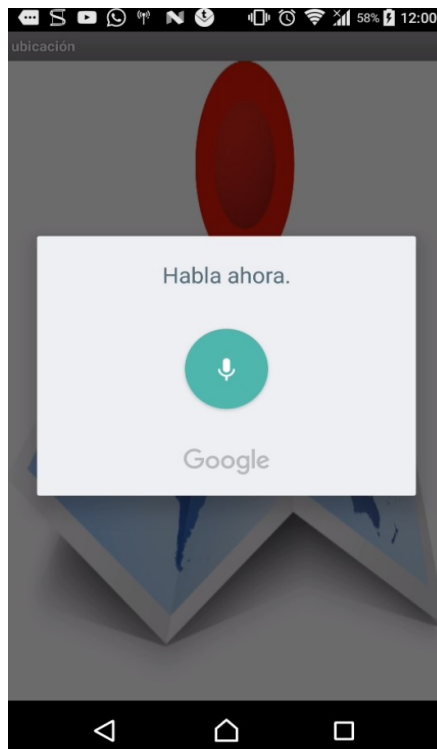


Figura 23: Menú escuchar ubicación *voz gps*

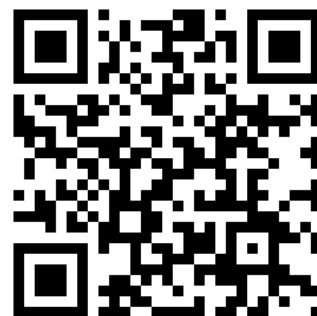


Figura 24: Menú escuchar ubicación *touch gps*

4.3.2 Escuchar ruta de buses

En esta opción se utilizó el apartado de la creación de rutas en mapas, una vez que se logró realizar la ruta de los buses en mapas visibles se procedió a extraer los valores de latitud y longitud y luego se procedió a utilizar una herramienta en Android llamada *geocoder* la cual permite transformar una dirección física en latitud y longitud y viceversa de esta forma la información obtenida se utilizará para luego usarla en la aplicación.

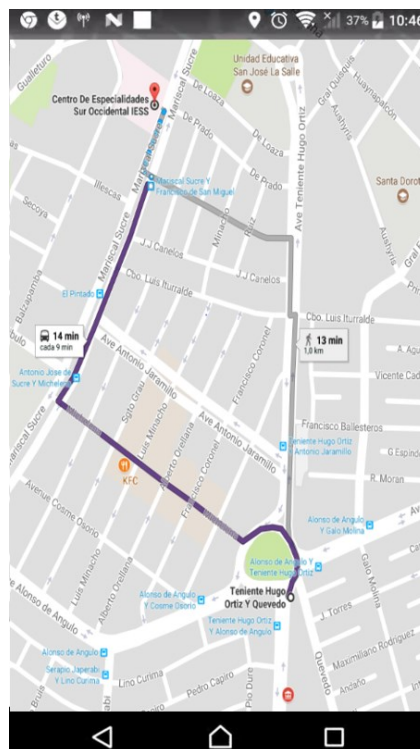


Figura 25: Ejemplo de ruta del bus en un mapa

Luego de realizar los métodos, funciones y herramientas se logró trazar la ruta de una parada cercana al MIES hasta el IESS como se puede observar en la Figura 25; sin embargo esta información no sería útil para la aplicación dirigida a personas con discapacidad visual, por lo que con el uso del *geocoder* se logró utilizar la información para que se la pueda reproducir mediante la retroalimentación auditiva y el sintetizador de voz.

La primera prueba que se realizó para el diseño de esta aplicación consistió en trazar una ruta de bus desde la Espe hasta la Marín como se veía que la visualización del mapa para las personas con discapacidad visual se lo ocultó de la aplicación pero no se la cerraría sino que seguirá funcionando en función de los valores de latitud y longitud de las paradas más cercanas, al tener los datos de los buses se creó una base de datos pequeña que solo albergue las compañías de los sectores escogidos para los escenarios de prueba de la aplicación

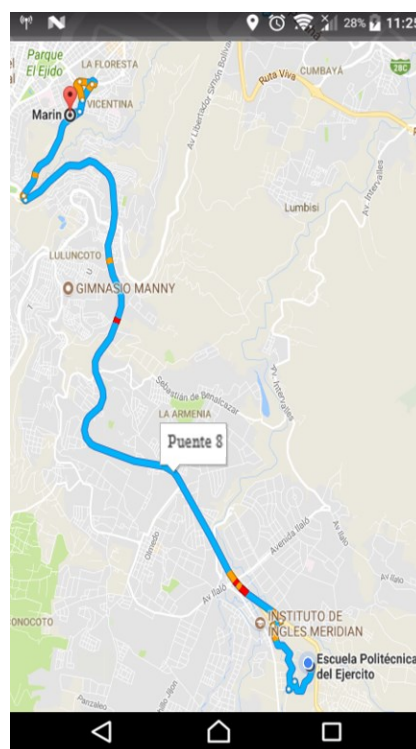


Figura 26: Prueba para el diseño de las rutas de los buses

La Figura 26 muestra la ruta se creó desde la Espe hasta la Marín en este escenario los puntos o marcadores que se utilizaron fueron los diferentes puentes de la autopista general Rumiñahui de esa forma se creó la ruta, para detectar los diferentes buses, lo que se hizo es condicionar las diferentes compañías en función de estos marcadores de esta forma se tuvo un problema de que salgan buses que no pertenecían a los marcadores correspondientes, lo que no se pudo automatizar son los nombres de los buses por lo que se decidió añadirlos a la base de datos manualmente.

Para el diseño final de la versión por voz se optó que en la función escuchar parada de bus más cercana brinde la opción de escuchar los buses y sus rutas; sin embargo, para la versión de *touch* se presentaron algunos inconvenientes de tal manera que esta opción de ruta de buses fue creada como un menú independiente para que no interfiera con la información colocada por los marcadores y así no causen errores en la aplicación.

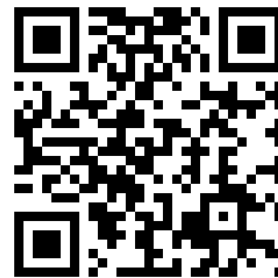
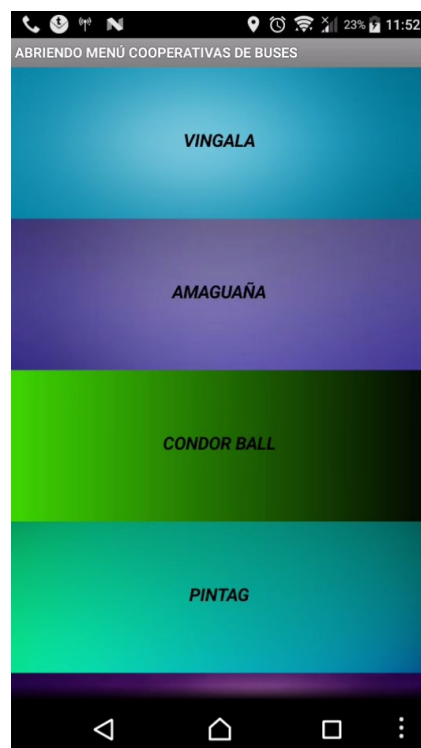


Figura 27: Menú cooperativas de buses *touch gps*

El diseño final de la función Ruta de buses se puede apreciar en la **Figura 27**, donde se observa las diferentes compañías de buses citadas para el ejemplo anterior, cada información obtenida por el *geocoder* están embebidas dentro de cada botón asignado, de esa manera las personas con discapacidad visual podrán elegir con la misma forma de uso la ruta del bus que necesitan; con una pulsación escuchar los diferentes buses existentes en el menú y con una doble pulsación escuchará la información de la ruta en la cual le dará datos de los marcadores, es decir las paradas por donde pasa el bus; de esa manera la persona no vidente no solo identificará la ruta

del bus sino que podrá tomar decisiones de quedarse en alguna parada para escoger otra compañía de bus.

4.3.3 Realizar llamadas

Para el diseño esta función se presentaron algunos prototipos a la fundación para determinar el funcionamiento más óptimo por parte de los beneficiarios, por esta razón tal como se muestra en la Figura 28 se lograron realizar los cambios en el diseño original, uno de ellos que afectó a esta función en particular fue la inclusión de los contactos de la tarjeta SIM, así como de diferentes botones de selección y verificación del contacto, para la versión de voz se trabajó de manera similar de esa forma se obtuvieran buenos resultados.

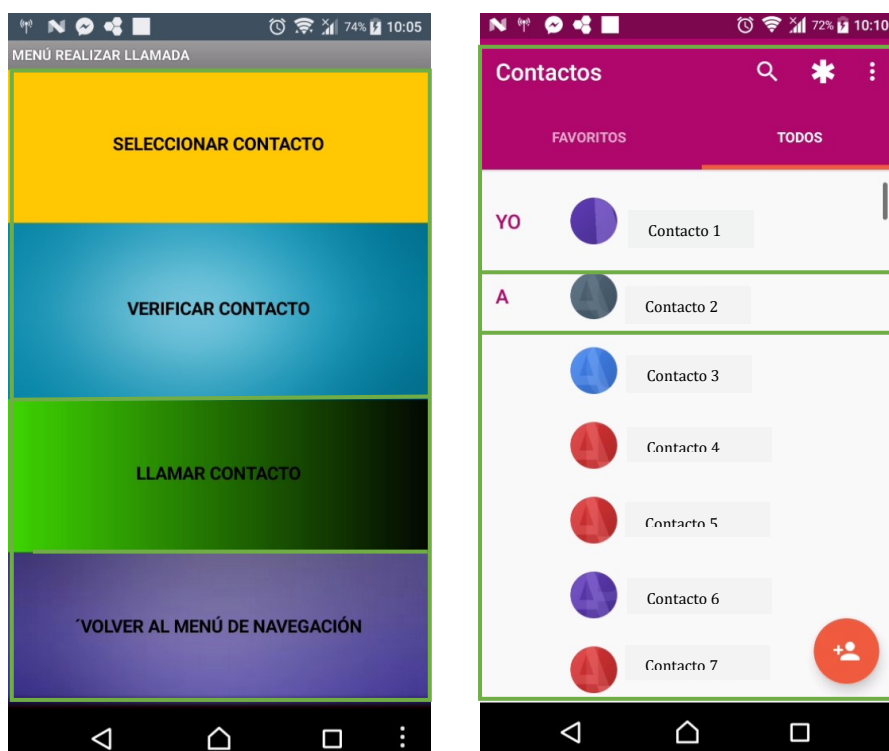


Figura 28: Menú realizar llamada *touch gps*

En la Figura 28 se puede apreciar los cambios que se realizaron, el acceso a los diferentes contactos del dispositivo (los contactos fueron cambiados de nombre al sobrenombre contacto) de igual manera se colocó los botones de verificación para que en el caso de que se elija mal un contacto pueda identificarlo y volver a seleccionarlo, este cambio de diseño aportó a que la aplicación sea más eficiente a medida que las personas no videntes la utilizaban.

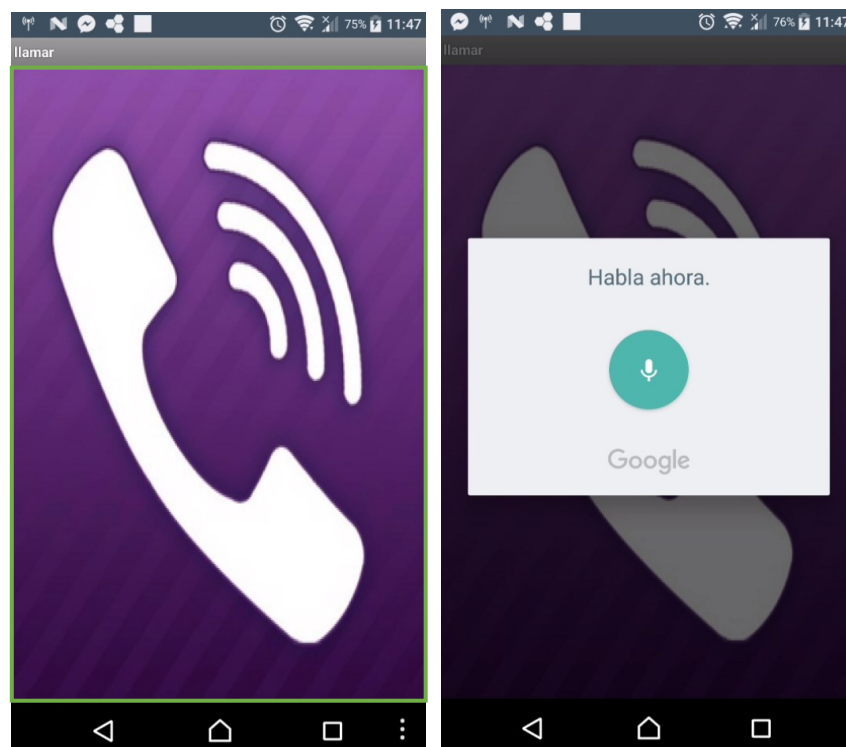


Figura 29: Menú Escuchar ubicación voz *gps*

La versión por voz como se muestra en la Figura 29 posee un único botón con el cual al darle una pulsación se escucha que está en el menú de llamar y luego de cinco segundos procederá a decir los diferentes comandos de voz, entre ellas la de selección, verificación y de llamar al contacto de esa manera cuando de una doble pulsación se active el sintetizador de voz de Google y pueda introducir el comando requerido por el usuario, es importante recalcar que durante el uso de este diseño se recomendó la utilización de auriculares, los cuales se procedieron a utilizar en las diferentes pruebas de campo que se realizó con el asistente.

4.3.4 Enviar mensajes

La función de enviar mensajes se lo creó con el fin de que la aplicación pueda ayudar a personas con discapacidad visual en el caso de alguna emergencia al ir probando la aplicación en la cual se puede escribir un mensaje utilizando el teclado de la forma de touch resultó complicado, ya que mediante el tacto elegir letra por letra puede llevar a errores y tomaba más tiempo, la solución fue utilizar comandos de voz; sin embargo muchos de los psicólogos de la fundación concluyeron que en una emergencia las personas no videntes tienden a aumentar su nerviosismo y podrían utilizar la aplicación de una manera incorrecta por lo que se sugirió que el funcionamiento en esta función sea lo más simple y sencillo.

Lo que se procedió a realizar como se observa en la Figura 30 es que la opción de enviar mensajes pueda transcribir automáticamente la ubicación de la persona (calles, paradas de buses cercanas) y también que incluya un link de Google maps con su ubicación exacta de esa manera el usuario tendrá dos formas de ayuda la primera donde la persona no vidente pueda elegir el contacto, verificarlo y luego enviarlo y la segunda donde en un solo botón de emergencia contiene el contacto de la persona que lo ayudará, la información de su ubicación y el link mencionado anteriormente

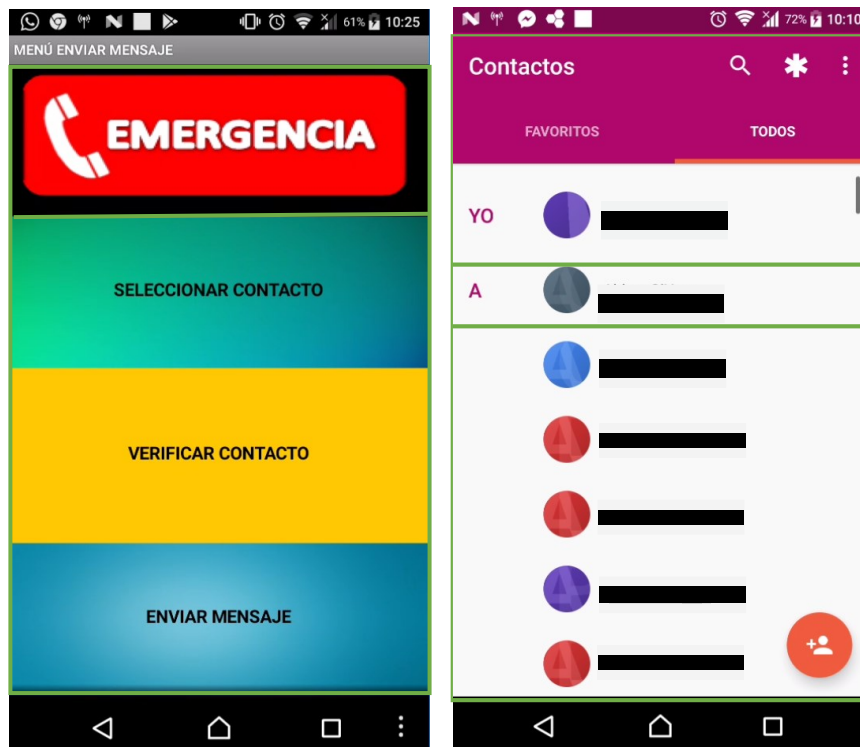


Figura 30: Menú enviar mensajes *touch gps*

Para la versión de voz como se observa en la Figura 31 posee un único botón, con una pulsación se escucha la función de enviar mensaje, luego de cinco segundos que no se pulse la pantalla la aplicación procederá a decir los diferentes comandos de voz como seleccionar contacto, verificar, enviar mensaje y ya que esta opción está no solo para enviar mensajes de texto cotidianos, en caso de emergencia con la frase **ayuda de emergencia** se enviará la misma información mencionada para la versión de touch. destaca el botón de ayuda en el menú de enviar mensaje.

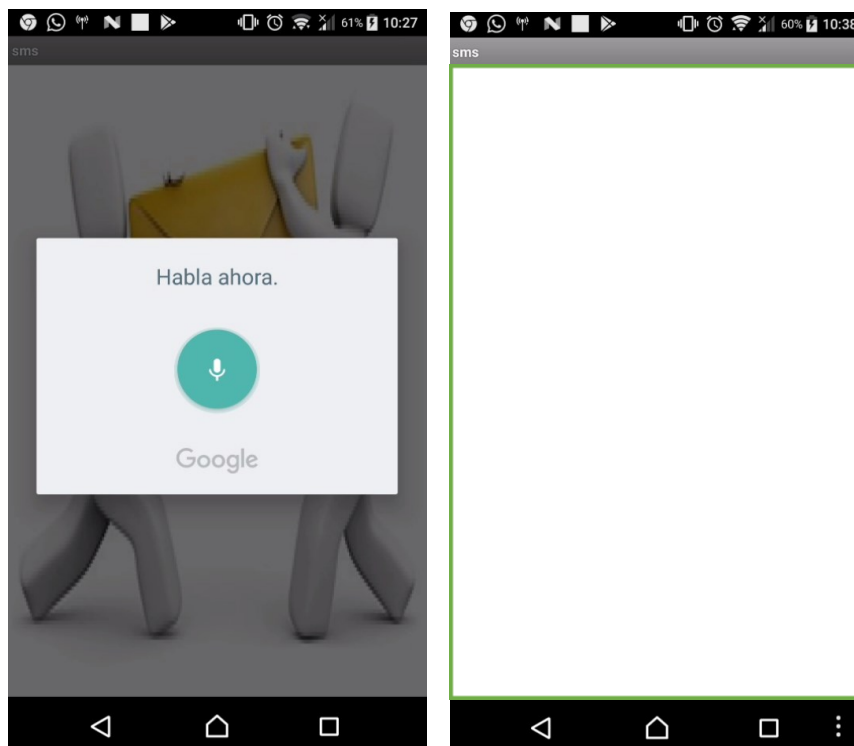


Figura 31: Menú enviar mensajes *voz gps*

Los mensajes de emergencia son de gran importancia en este tipo de aplicaciones ya que según las entrevistas realizadas tanto a los familiares como a los beneficiarios la posibilidad de una función de ayuda en caso de alguna emergencia es algo que ningún sistema para personas no videntes posee, de tal forma que el botón de emergencia se lo añadió de forma prioritaria al diseño de la aplicación, a continuación, se muestran algunos mensajes de esta opción.

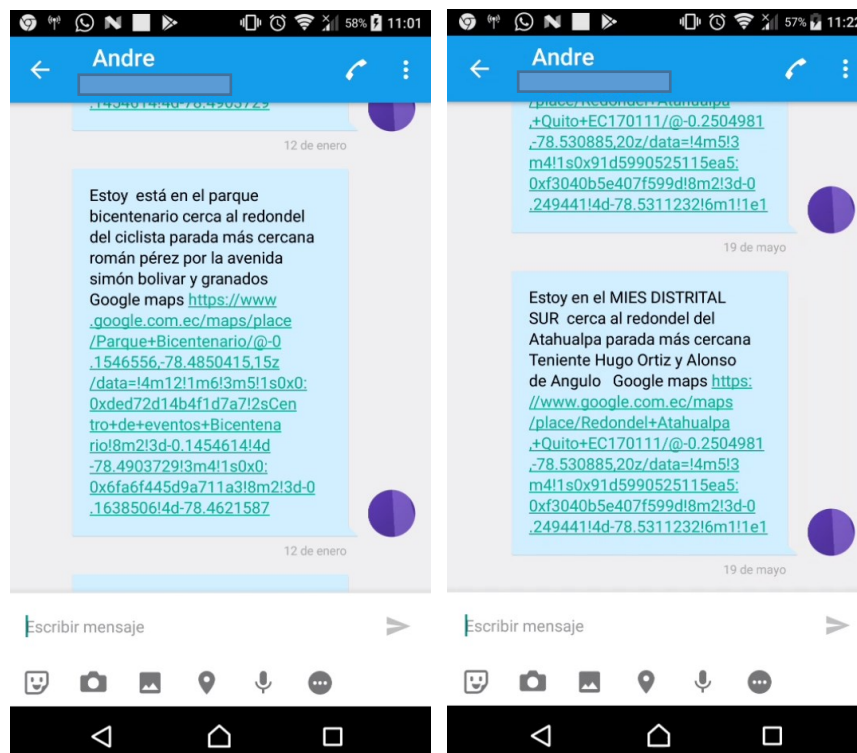


Figura 32: Información del mensaje de emergencia

La estructura del mensaje como se puede apreciar una Figura 32 transcribe la información que se obtiene de la opción escuchar ubicación y la parada de bus más cercana con la inclusión de un link de Google maps que da la ubicación exacta de la persona no vidente de esta manera puede solicitar la ayuda a un familiar o un amigo en caso de alguna emergencia, en esa figura también se aprecia algunos lugares que se hicieron las diferentes pruebas y presentaciones de la aplicación como el parque bicentenario y la fundación MIES.

Tomando en cuenta tecnologías nuevas se notó que la aplicación sería de gran utilidad en relojes inteligentes por esta razón se rediseño la aplicación por voz para el radio de pantalla de 4.4 pulgadas y se probó la aplicación en un modelo denominado Lemfo LEM5. En la Figura 33 se puede apreciar la versión de voz en el *smartwatch* el cual ofrecerá las mismas funciones descritas anteriormente para la aplicación voz gps.



Figura 33: Aplicación voz *gps* en *smartwatch*

CAPÍTULO V

5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Introducción

En este capítulo se presentará los resultados obtenidos con la aplicación los cuales se realizaron con la base de datos de sectores aledaños a la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y de la muestra poblacional ubicada en el MIES en el Centro Diurno de Desarrollo Integral para personas con Discapacidad Quito, Ecuador.

El análisis se centra en que los usuarios puedan utilizar la aplicación y esta sea eficiente cubriendo algunas necesidades ante su discapacidad durante un año por lo que estos resultados obtenidos son en base a pruebas realizadas en diferentes sectores como Atahualpa Occidental, Magdalena, Villa Flora; los cuales se caracterizan por tener considerable afluencia de personas y ruido; es importante tener en cuenta que las personas no videntes que realizaron las diferentes pruebas poseen discapacidad visual total y parcial. Además, se presentarán una comparativa de la aplicación generada con otras ya existentes en el mercado.

5.2 Evaluación general

5.2.1 Diseño de la aplicación

El primer parámetro de evaluación para la aplicación fue su diseño, este sufrió diferentes cambios unos de los más importantes fue un cambio organizacional en el orden de los botones ya que a petición de los diferentes profesionales de la fundación y de los usuarios se pidió que exista alguna alerta o forma para que la persona no vidente pueda detectar la parte final de la pantalla ya que en algunos dispositivos notaron que las personas no videntes se deslizaban hasta los botones capacitivos de retroceder y de menú del mismo.

Esto les llevaba a cometer errores en la navegación de la aplicación, para corregir este problema como se observa en la Figura 34 se puede apreciar la

distribución final de los botones de tal manera que el último botón sea el de cerrar aplicación y así la persona no vidente determinó que llegó a la parte final de la pantalla y que las opciones se encuentran en la parte superior del dispositivo de esta forma se solucionó el error de que accedan a los botones capacitivos del dispositivo.

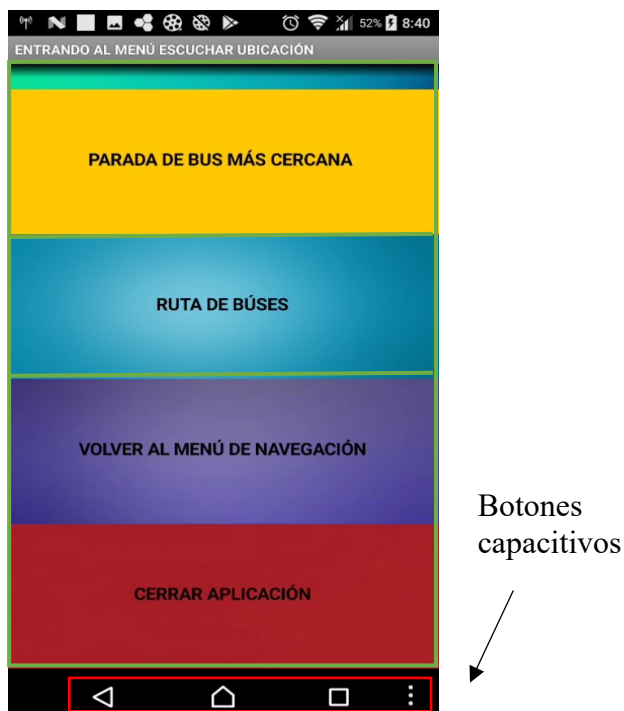


Figura 34: Diseño final que soluciona el problema de navegación

En el diseño las 2 versiones de la aplicación sufrieron diferentes cambios a medida que iban utilizando las personas con discapacidad visual, mediante entrevistas realizadas cada mes se pudo realizar un diseño final el cual sea el más eficiente para ellos, en esta parte de las pruebas iniciales en las diferentes entrevistas que se realizaron fue planteada opción de que la forma de navegación no solo sea por tacto sino también por voz.

5.2.2 Comparativa entre aplicaciones similares

En el mercado existen diferentes tipos de asistentes que ayudan para personas con discapacidad visual, algunos de estos son para computadores, o dispositivos braille y otros en teléfonos inteligentes, esta comparativa se centrará en aplicaciones Android de esa manera se comparará la aplicación propuesta denominada *voz - touch gps* con diferentes parámetros como servicios similares y formas de navegación.

Tabla 2.
Cuadro comparativo entre voz - touch gps con otros asistentes Android

FUNCIONES	VOZ TOUCH GPS	MOBILE ACCESIBILITY	ON THE BUS
Parada de bus más cercana	SI	NO	SI
Ruta de bus	SI	NO	SI
Enviar mensaje	SI	SI	NO
Realizar llamada	SI	SI	NO
Navegación por voz	SI	NO	NO
Navegación por tacto	SI	SI	SI

En la Tabla 2 se muestra los asistentes más populares que ofrecen servicios similares a la aplicación generada, donde se puede apreciar que las aplicaciones poseen algunos servicios; sin embargo *voz - touch gps* posee de forma embebida todos los servicios de las otras aplicaciones; además estos asistentes no poseen una forma de navegación diferente ya que popularmente se realiza para que el usuario interactúe mediante el tacto lo cual hace innovadora a la aplicación generada al utilizar el sintetizador de voz.

5.3 Evaluación de las funciones de la aplicación

Voz – touch gps fue puesta a prueba desde el 2015 hasta el 2016 con diferentes personas de las fundación, inicialmente se probó con la misma población inicial descrita anteriormente, Durante el tiempo de prueba de la aplicación se obtuvieron resultados positivos, tal como se observa en la Tabla 3 donde las personas con discapacidad visual tuvieron una mejora progresiva utilizando el asistente de navegación propuesto.

Tabla 3.

Parámetros para evaluar la autonomía de las personas con discapacidad visual utilizando la aplicación

PARÁMETROS	PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL	
	TOTAL	PARCIAL
Identificar la parada de bus más cercana	16	9
Uso del medio de transporte con éxito	11	8
Comunicación mediante llamadas telefónicas	16	8
Envío de mensajes de emergencia	17	9

Como se puede observar en la Figura 17 de las 30 personas que utilizaron la aplicación la mayoría pudo utilizar la aplicación y ser más independiente, además considerando la Tabla 3 se destaca que de las 30 personas 20 son personas con discapacidad total y 10 parcial, con este dato se puede apreciar que las personas con discapacidad parcial lograron mejores resultados en el uso del medio de transportes que los que tenían discapacidad visual total este dato estadístico se explica más adelante al evaluar esta opción independientemente.

Un factor determinante que es de mucha relevancia para las pruebas posteriores que se realizaron es que en las entrevistas realizadas al culminar las primeras pruebas se detectó que algunas personas obtuvieron esta discapacidad de nacimiento pero otras por accidentes, o por tratamientos médicos fuertes los que produjeron pérdida de visión esta circunstancia de su discapacidad fue un parámetro relevante en la evaluación de las diferentes funciones de la aplicación que se apreciará más adelante.

5.3.1 Escuchar parada de bus más cercana

Para poder determinar si las personas con discapacidad visual identificaban la parada de bus más cercana, lo que se procedió a realizar con la ayuda de las personas encargadas del MIES fue llevarlos a los lugares mencionados en la introducción de este capítulo, de esta manera se pudo observar como interactuaban con la aplicación y como esta les ayudaba específicamente a determinar dicha parada, es importante recalcar que la aplicación posee una opción para escuchar su ubicación más cercana la cual proporciona información del nombre de calles, no se puso como una opción principal ya que esta solo brinda información general de la ubicación y no específicos para poder evadir obstáculos; sin embargo también se evaluó esta opción para que sea tema de trabajos futuros, los resultados que arrojaron esta prueba se presenta a continuación.

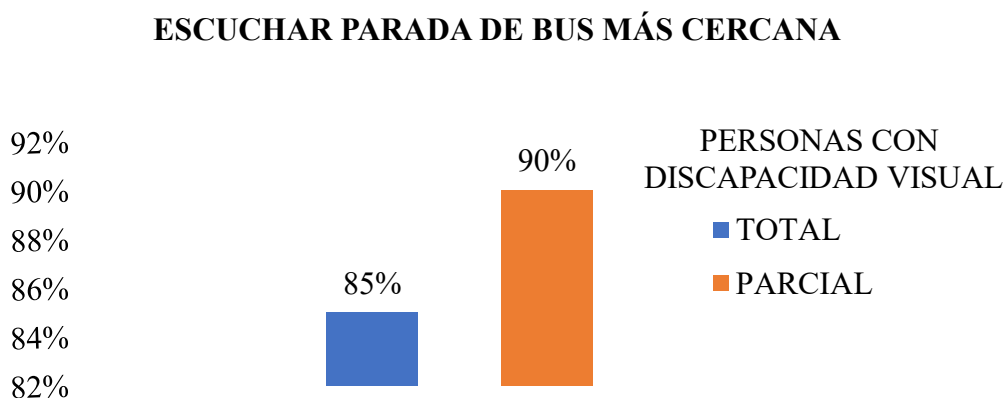


Figura 35: Porcentaje de personas que identificaron la parada de bus más cercana

Las 20 personas con discapacidad visual total poseían problemas para localizar paradas de bus cercanas a ellos, se notó que antes lo que hacían es ir preguntando a las personas a su alrededor lo que esto produce una menor autonomía, el resultado de esta prueba como se observa en la Figura 35 demostró que el 80% de las personas con discapacidad visual total lograron identificar satisfactoriamente la parada de bus más cercana.

Las personas con discapacidad visual parcial que tenían las misma dificultad de encontrar la parada de bus alcanzaron un 90% de éxito para encontrar estas paradas, durante las pruebas se pudo apreciar como lograron llegar sin la ayuda de otras personas de ahí que se evaluara la opción de que posee la aplicación de escuchar ubicación que no es parte del estudio de este proyecto pero que fue un gran aporte para esta la opción de escuchar la parada de bus más cercana, los resultados de esta función auxiliar se presenta a continuación.

ESCUCHAR UBICACIÓN

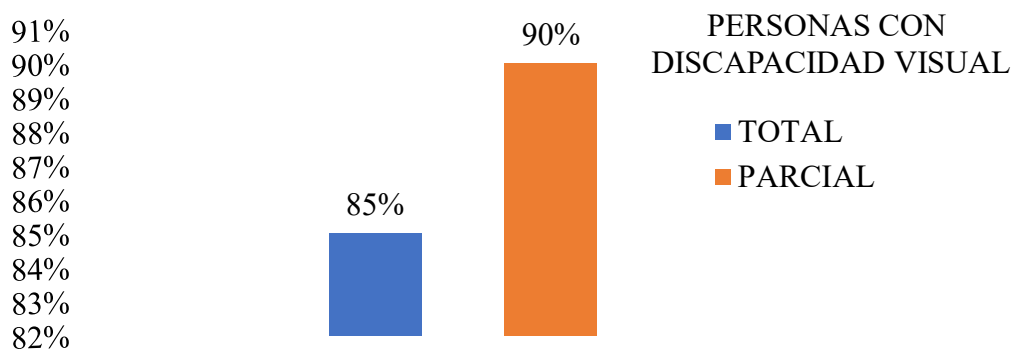


Figura 36: Porcentaje de localización de la parada de bus usando la función auxiliar

El dato estadístico mostrado en la Figura 36 muestra como las personas con discapacidad visual total tenían problemas de saber su ubicación, pero con la ayuda de

esta función auxiliar que usa el acelerómetro pudo ubicar las calles aledañas y por ende la parada de bus más cercana. Sin embargo, el factor por el que no lograron identificar la parada en su totalidad fue el ruido que presentaba el ambiente de prueba.

5.3.2 Escuchar ruta de buses

Para evaluar esta opción se procedió a que las personas con discapacidad visual viajaran con alguna persona de la fundación, como las misma no cuenta con muchos esta opción se realizó durante algunas semanas hasta completar con las 30 personas. La evaluación consistió en que la persona no vidente viaje de un lugar a otro eligiendo una ruta que llegue a su destino entre los lugares aledaños a la fundación, de esa manera determinar si pudieron determinar la ruta y quedarse en alguna parada de su elección, el resultado de esta prueba se presenta a continuación.

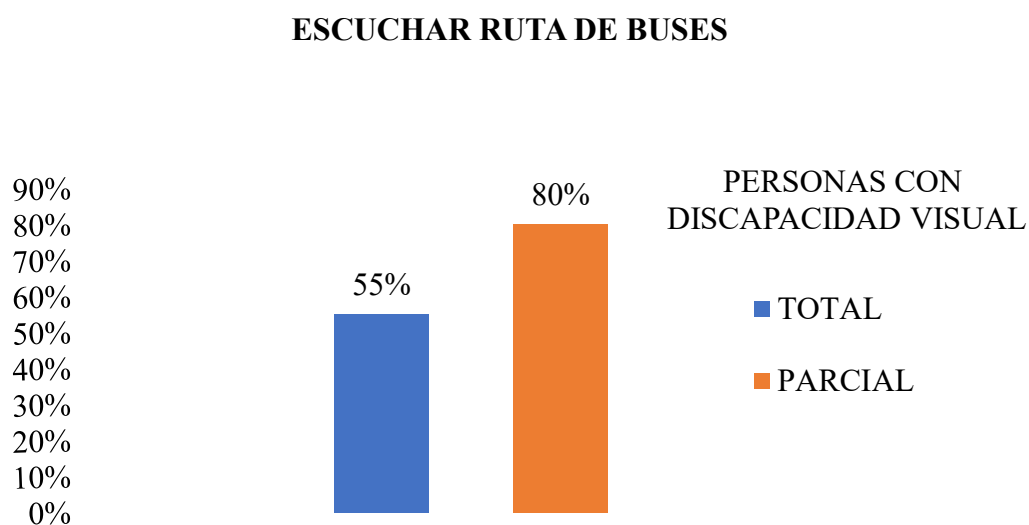


Figura 37: Porcentaje de personas que utilizaron un medio de transporte de forma eficiente

En la Figura 37 se muestra que de las 20 personas con discapacidad visual total 11 que corresponde al 55% lograron trasladarse de un lugar a otro usando la información de ruta de los buses, esto significó una mejoría lenta pero aceptable ya que más del 80% de las personas que realizaban la pruebas no usaban los buses como medio de transporte para desplazarse por la ciudad: sin embargo considerando este dato estadístico donde el 45% de personas restantes no aceptaron usar ningún medio de transporte por ello se procedió a determinar las razones de esta negativa. Mediante las entrevistas realizadas al final de las respectivas pruebas se determinó que para esta función de la aplicación afecto los problemas mencionados en la Figura 17 el cual reflejo que de las 30 personas con discapacidad visual el 50% tenían esta discapacidad de nacimiento mientras que las demás la habían perdido su visibilidad por accidentes o por tratamientos médicos.

Por este dato estadístico y la entrevista realizada se determinó que quienes ya usaban un medio de transporte antes de tener esta discapacidad lograron utilizarlo con menor temor que las que tenían esta discapacidad de nacimiento, esto hizo que la función ruta de buses de voz - *touch gps* más independía en personas que no tengan discapacidad visual o total de nacimiento.

El 80% que corresponde a las personas con discapacidad visual parcial lograron utilizar esta opción sin mayor dificultad, pero después de esta prueba, mencionaron una sugerencia para la versión de voz y es la de utilizar auriculares para mejorar la forma en cómo se da los comandos de voz y de las mismas formas la obtención de la información de la aplicación; luego de esta sugerencia se procedió a habilitar esta opción para las dos versiones.

5.3.3 Realizar llamadas

Para determinar el funcionamiento de esta función se procedió a utilizarlo en calles y medios de transporte para determinar si se puede acceder en un ambiente ruidoso y en el diario vivir de las personas, el resultado de esta prueba tal como se muestra en la Figura 38 se destaca que presentaron resultados similares en los dos niveles de discapacidad obteniendo un 80% de éxito al comunicarse satisfactoriamente con algún familiar, el 20% debido a que no asistieron a las capacitaciones por diferentes factores familiares, médicas por lo que no lograron aprender correctamente el funcionamiento de la aplicación.

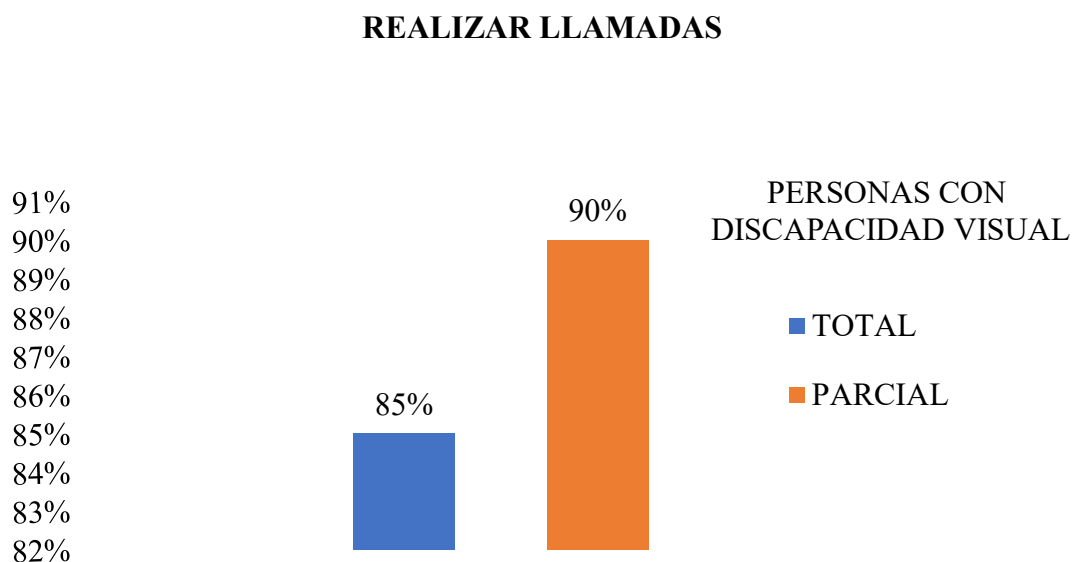


Figura 38: Porcentaje de personas que se comunicaron exitosamente con la aplicación

Este dato estadístico al igual que las entrevistas realizadas reflejaron como los beneficiarios lograron comunicarse eficientemente ya sea con algún familiar o amigo mejorando de esa manera su autonomía y confianza en el uso de dispositivo móviles, cabe recalcar que en esta opción la versión por voz obtuvo mayor acogida ya que mencionaron que les resultó más práctico utilizar los comandos de voz al realizar llamadas.

5.3.4 Enviar mensajes

El cumplimiento exitoso de esta función de la aplicación se debió al trabajo realizado con los profesionales de la fundación ya que en una de sus actividades diarias era el uso correcto de la aplicación tanto de voz como de tacto, esto se pudo observar en los resultados donde las personas con discapacidad visual donde ellos manejaban la aplicación de una manera eficiente en tan solo 1 mes de haber dejado el primer prototipo, la prueba consistió en que puedan utilizar la función desde alguna para concurrir, también se procedió a simular un escenario donde la persona no vidente necesite la opción de emergencia para verificar su funcionamiento; sin embargo no se pudo analizar dicha función en caso de alguna emergencia real, los resultados que se obtuvieron al finalizar esta prueba se presenta posteriormente.

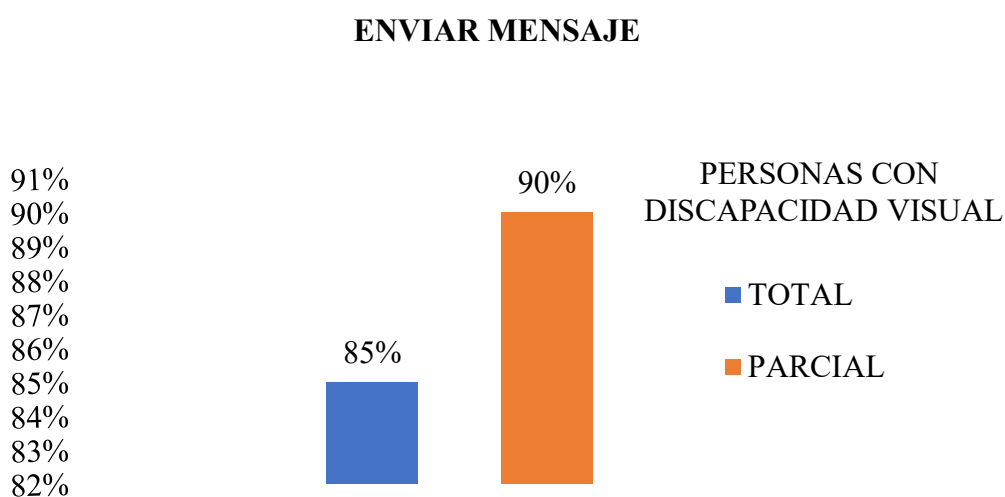


Figura 39: Porcentaje de personas que enviaron con éxito su ubicación mediante un mensaje de texto en un simulacro de emergencia

En la Figura 39 muestra la usabilidad en caso de que se presentara alguna emergencia de ahí que la prueba se lo hiciera simulando un escenario donde la persona no vidente se encontraba perdido y necesitaba ayuda o algún tipo de asistencia, como se puede apreciar de las 20 que corresponde a las personas con discapacidad visual total tenían dificultades en pedir ayuda a un familiar cuando se encontraba extraviado, el 85% de este grupo de personas lograron enviar mensajes satisfactoriamente utilizando el botón de emergencia mientras que las personas con discapacidad visual parcial lograron un 90% pidiendo ayuda a un familiar exitosamente, en esta opción se pudo evidenciar que las personas no videntes utilizaron más la versión por tacto que la de voz porque se sentían más a gusto argumentando que el dar una doble pulsación sería más útil que un comando de voz, el 15% y el 10% de las personas con discapacidad parcial y total respectivamente decidieron reemplazar este servicio por la opción de llamar ya que les parecía más práctico.



Figura 40: Estructura del mensaje de emergencia

Los resultados de esta función como se muestra en la Figura 40 se tuvieron que corroborar con los familiares y en algunos casos personas de la fundación para determinar si el mensaje que se obtuvieron en las pruebas eran los correctos, los resultados fueron que cada persona a quien se eligió les retorno un mensaje de la ubicación de la persona con calles, para cercana y un link de Google maps de la ubicación del beneficiario tal como se detalló en el apartado de diseño.

5.4 Movilización de los usuarios utilizando la aplicación

Para determinar que los usuarios pueden movilizarse por los sectores de prueba utilizando aplicación se procedió a realizas entrevistas continuas al finalizar cada mes de prueba y así evaluar la autonomía de las personas con discapacidad visual por esa razón el testeó de la aplicación duró un año, ya que, en los primeros meses de prueba, sirvió para realizar cambios de diseño e inclusión de algunas opciones extras. La aplicación fue generada desde el 2015, sin embargo, luego de realizar los cambios respectivos por los tutores a cargo se envió el primer prototipo en enero 2016.

La Figura 41 indica los resultados que se obtuvieron, en tres primeros meses no hubo ninguna mejora relevante ya que los utilizó para el rediseño de la aplicación, a medida que las personas no videntes practicaban con la interfaz de navegación tanto para el tacto como por la voz fueron mejorando en el uso de las diferentes opciones el mes de mayo fue significativo ya que pocos beneficiarios se sintieron capaces de subir a un medio de transporte, sin embargo en el mes de agosto bajo a un 10% por razones del clima lluvioso y a que algunas personas no asistieron a las diferentes capacitaciones.

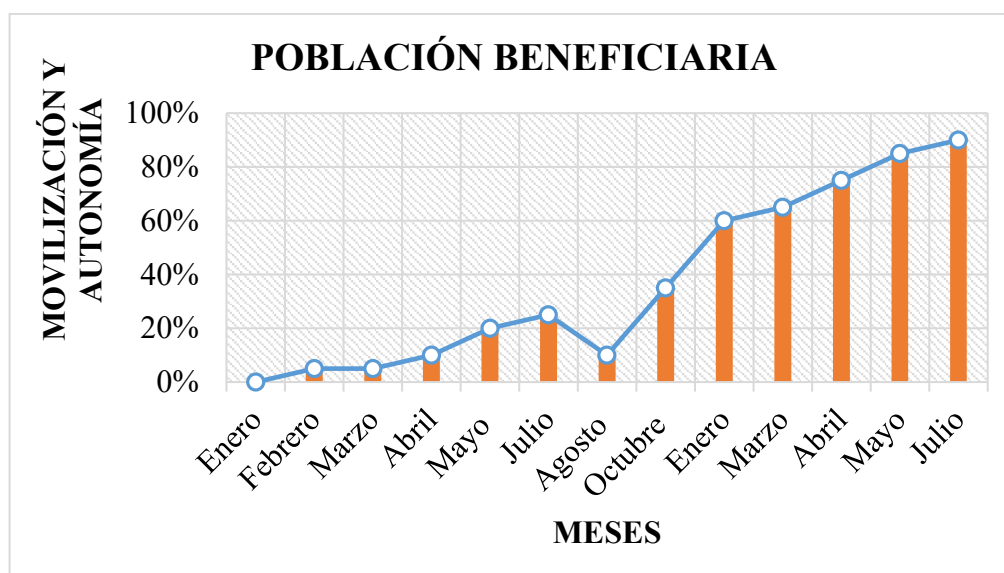


Figura 41: Porcentaje de personas con discapacidad visual con mayor independencia desplazándose de un lugar a otro usando la aplicación

Este dato estadístico también demuestra como la aplicación voz touch GPS ayudó a las personas con discapacidad visual según los objetivos propuestos por esta tesis que estadísticamente solo un 20% de la muestra poblacional lograba trasladarse de un lugar a otro que gradualmente incrementó alcanzado un 90% esto se pudo apreciar cuando los beneficiarios incrementaron su independencia al no estar preguntando a los transeúntes información sobre las paradas y las rutas de los buses.

En los últimos meses de prueba se pudo apreciar que al arduo trabajo que realizaron los profesionales del MIES ya que las personas con discapacidad visual lograron utilizar el sistema de navegación de manera eficiente, esto se logró observar durante el paso de los meses ya que los beneficiarios accedían a las diferentes funciones de la aplicación de una forma rápida esto hizo que los familiares de los usuarios tengan una mayor aceptación por el prototipo inicial y brindarán mayor colaboración para la diferentes pruebas antes descritas.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se diseñó e implementó una aplicación Android para personas con discapacidad visual mediante el Assited gps el cual consiste en diferentes funciones para que las personas con discapacidad visual puedan obtener información de paradas, rutas de buses y servicios de telefonía celular; esto se logró utilizando un lenguaje de programación en la plataforma Android y diferentes métodos para el uso del GPS del celular como la triangulación de antenas.

Con el fin de saber cuál es la opción más eficiente para determinar los valores de geo posicionamiento que serían utilizados para la aplicación se investigó el funcionamiento del GPS en los celulares móviles y de diferentes métodos Android que ayudaron la extracción de los valores de latitud y longitud, al inicio se recurrió por métodos convencionales pero que estaban diseñados para interfaces de mapas visibles por lo que se optó por la utilización de métodos como el *location manager* el cual contiene los servicios de proveedores de GPS y red que necesitaban un modelamiento diferentes; ya que al compilar la aplicación se pudo observar diferentes errores de versionado por lo tanto se pudo concluir que para la versiones inferiores a Mashmallow 6.0 se debían utilizar permisos en el *Android manifest* mientras que para versiones superiores se podía llamar a los métodos directamente, este factor es de gran importancia ya que al ser una aplicación para celulares se debe tener en cuenta que la misma debe funcionar en celulares de mínimo de tres años anteriores es decir con la versión Jelly Bean (4.1).

Se realizaron los algoritmos que permitieran transformar los valores de latitud y longitud en información que se puedan utilizar en la aplicación, esto se logró

mediante la utilización del *web service* y los archivos *JSON* con los cuales se obtuvo la información de calle y de lugares cercanos sin embargo, estos algoritmos no se pudieron utilizar para la función de ruta de buses ya que estos no permitían utilizar la función *polylinePaths* la cual solo sirve para más visibles por esta razón se utilizó la función *newLatLngZoom* que permitió la extracción de los valores de latitud y longitud en un mapa por ello se utilizó el geocoder que ayudo a la transformación de dichos valores a nombres de calles y lugares que posteriormente fue utilizado por la aplicación, de esto se concluye que existen diferentes formas de extraer los valores de geo posicionamiento, pero se notó que utilizando el algoritmo creado sus valores se obtuvieron en menos tiempo que con las funciones convencionales.

Se diseñaron las funciones como escuchar la parada de bus más cercana, escuchar rutas de buses, realizar llamadas y enviar mensajes de su ubicación con la ayuda de las personas con discapacidad visual y los profesionales pertenecientes del MIES por esto se pudo determinar que las aplicaciones para una población vulnerables se las debe realizar en conjunto; ya que el primer prototipo fue rechazado y al averiguar sus necesidades la aplicación pudo adquirir funciones que serían útiles para ellos.

Con el fin de determinar la forma de interacción de la aplicación con las personas no videntes se logró realizar una interfaz que la pueda utilizar mediante el acto es decir con sus dedos y por comandos de voz estos métodos ayudaron a que la aplicación y las diferentes funciones sean de utilidad para los beneficiarios del MIES.

Finalmente se procedió a evaluar la veracidad de la información que brinda la aplicación y si esta brindaba una asistencia a las personas del MIES en el centro diurno de desarrollo integral para personas con discapacidad Quito – Ecuador en sectores aledaños a la fundación a la que pertenecen y determinar la fiabilidad de la información en tiempo real; los resultados que arrojaron las diferentes pruebas fueron satisfactorias con lo que pudo concluir que la aplicación ayudó a las personas con discapacidad visual a moverse utilizando medios de transporte mejorando su independencia

6.2 Recomendaciones

Se recomienda para futuras aplicaciones en Android que se sigan utilizando los métodos y funciones de Android Studio incluyendo el nuevo lenguaje de programación denominado kotlin para que se use un software actual. Para aplicaciones de geoposicionamiento como asistentes de ubicación se recomienda seguir utilizando el *Assited gps* ya que este sistema no solo funciona en exteriores, sino que se la pueden utilizar en medios de transporte donde no hay línea directa con los satélites como el metro.

Para usar correctamente los diferentes métodos y funciones es importante tener en cuenta las versiones de la plataforma Android ya que con el paso del tiempo salen nuevas actualizaciones y los procedimientos de programación cambian, un ejemplo con respecto a este trabajo es que el 6 de julio del 2017 fue el lanzamiento de la nueva versión denominada Android O (8.0).

Referencias

- C, P. R. (1 de Abril de 2013). Virtual Security Zones for Student Tracking and Elderly Fall Alert Based on GPS Watch and Skin Pressure Sensitive Lock. *International Journal of Scientific Engineering and Technology, II*, 145-148 .
- Chakraborty, D. a. (Dec de 2012). BlindGuide: An audio based eyes-free caller guide for people with visual impairment. *Intelligent Human Computer Interaction (IHCI), 2012 4th International Conference on*, 1-6. doi:10.1109/IHCI.2012.6481788
- Coady, N. H. (Nov de 2012). ABLE Transit: A Mobile Application for Visually Impaired Users to Navigate Public Transit. *Broadband, Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA), 2012 Seventh International Conference on*, 402-407. doi:10.1109/BWCCA.2012.72
- Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) / Dirección de Gestión Técnica. (Agosto de 2017). Personas con discapacidad registradas. Ecuador. Obtenido de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>
- Dominguez, O. (2004). *Voz de papel*. Libro Libres.
- Fuentes, S. (2008). Estudio de versiones de softwares para no videntes. Obtenido de <http://www.sachafuentes.com/2008/06/>
- García, E. M. (2008). *Técnicas de Localización en Redes Inalámbricas de Sensores*. Universidad de Castilla-La Mancha , Departamento de Sistemas Informáticos. Obtenido de <http://www.dsi.uclm.es/personal/EvaMariaGarcia/docs/2008-Curso%20Verano.pdf>
- Giri, B. G. (Ene de 2016). La mejora de la precisión de localización de la API Proveedor fusible Ubicación del androide usando Kalman Filter. *2016 Conferencia Internacional sobre Comunicación e Informática (ICCCI)*, 1 -4. doi:10.1109 / ICCCI.2016.7479935
- Gonzales Alejandro. (2011). Aplicaiones kernel en linux. Obtenido de <https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/que-es-android>
- Huderek, P. K. (2016). A new Android application for blind and visually impaired people. En *2016 Signal Processing: Algorithms, Architectures, Arrangements*,

and Applications (SPA) (págs. 152-155). IEEE.
doi:10.1109/SPA.2016.7763604

Huei, Y. C., Swe, T., Xian, L. Z., & Yee, N. S. (3 de Nov de 2012). Enterprise Mobile Tracking and Reminder System: MAE. *International Journal of Interactive Mobile Technologies, VI*, 25-33.

InformaticaHoy. (2016). *Geoposición satelital mediante GSM y GPS*. Obtenido de <http://www.informatica-hoy.com.ar/soluciones-moviles/Localizacion-de-telefonos-celulares-por-GSM-y-GPS.php>

K. Yelamarthi, D. H. (2010). RFID and GPS integrated navigation system for the visually impaired. *IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems*, 1149-1152. doi:10.1109/MWSCAS.2010.5548863

Li, Y. Z. (Nov de 2007). A Map Matching Algorithm in GPS-based Car Navigation System. *Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2007. IHHMSP 2007. Third International Conference on, I*, 77-80. doi:10.1109/IHH-MSP.2007.27

luján Mora, S. (2017). *Lectores de pantalla*. Universidad de Alicante. Obtenido de <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=lectores>

Mayor (Sp) Cueva, L. f. (2014). La dgac incorpora dispositivo electrónico para personas no videntes en varios aeropuertos del país. Obtenido de <http://www.aviacioncivil.gob.ec/?p=4449>

Merino, M. (2014). *Sistemas de comunicaciones en la plataforma Android*. Obtenido de <http://www.ticbeat.com/tecnologias/que-es-una-api-para-que-sirve/>

Ministerio de Salud Pública. (2017). *Personas con discapacidad registradas*. Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) / Dirección de Gestión Técnica. Recuperado el JUNIO de 2017, de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>

Muñoz Sevilla, J. C. (4 de Diciembre de 2011). Making Global Positioning System accessible for people with visual impairment: the HaptiMap. *Integración Revista sobre discapacidad visual, Edición digital*.

Norman, E. (2013). Programación orientada a objetos en Android Studio. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673615001282>

- Penalva Javier. (2007). Servicios satelitales que ofrece el GPS. Obtenido de <https://www.xataka.com/moviles/que-es-el-a-gps>
- Rodriguez, A., & Olmedo, a. D. (2017). Voice #x2014; TOUCH GPS: Navegation and mobility assistant for people with visual disability in Ecuador. 1-7. doi:10.23919/CISTI.2017.7975821
- Roska, K. K. (Nov de 2009). A mobile visual navigation device: New algorithms for crosswalk and pictogram recognition. *2009 2nd International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies*, 1-2. doi:10.1109/ISABEL.2009.5373630
- Sa3enz Romero, S. (2013). *An3alisis del desarrollo de aplicaciones accesibles sobre el sistema operativo Android. Implementaci3n de un sistema de barrido*. Universidad del Pa3s Vasco , Ingenier3a superior en inform3tica Arquitectura y tecnolog3a de computadoras.
- S3nchez, J. L. (2009). Modelo de desarrollo de aplicaciones m3viles basadas en videojuegos para la navegaci3n de personas ciegas. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/509b/25e2723a9d25a616cad6ba7b97e22b8d12d3.pdf>
- Shetty, D. R. (2015). Cloud-assisted GPS-driven dynamic spectrum access in cognitive radio vehicular networks for transportation cyber physical systems. *2015 Conferencia de comunicaciones y redes inal3mbricas IEEE (WCNC)*, 1942-1947. doi:10.1109 / WCNC.2015.7127765
- Studio, Android. (s.f.). *Developers*. Recuperado el 18 de 09 de 2017, de Location Manager:
https://developer.android.com/reference/android/location/LocationManager.html#GPS_PROVIDER
- Takahashi, T. Y. (Junio de 2015). Desarrollo del sistema de navegaci3n por voz m3vil usando mapas m3viles basadas en el usuario anotaciones. *2015 IEEE / ACIS 14ª Conferencia Internacional sobre Inform3tica y Ciencias de la Informaci3n (SICI)*, 373-378. doi:10.1109 / ICIS.2015.7166622