



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
DE LA COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN
(SISTEMAS E INFORMÁTICA)**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN EN ANDROID QUE
PERMITA GEOMULTIHOMING ENTRE REDES WIFI Y DATOS
MÓVILES”**

AUTORES:

**BAUZ ROSAS, VÍCTOR ANDRÉS
LATACUNGA ANDRADE, JORGE STALIN**

DIRECTORA:

ING. GUERRERO IDROVO, ROSA GRACIELA MSC.

SANGOLQUÍ

2017

CERTIFICADO



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN EN ANDROID QUE PERMITA GEOMULTIHOMING ENTRE REDES WIFI Y DATOS MOVILES" realizado por los señores: VÍCTOR ANDRÉS BAUZ ROSAS y JORGE STALIN LATACUNGA ANDRADE, 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 las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permite acreditarlo y autorizar a los señores VÍCTOR ANDRÉS BAUZ ROSAS y JORGE STALIN LATACUNGA ANDRADE para que lo sustenten públicamente.

Sangolquí, 22 de agosto de 2017

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Graciela Guerrero".

Ing. Graciela Guerrero. MSc.
DIRECTORA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, VÍCTOR ANDRÉS BAUZ ROSAS, con cédula de identidad N° 1718775354 y JORGE STALIN LATACUNGA ANDRADE, con cédula de identidad N° 1720484813, declaramos que este trabajo de titulación “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN EN ANDROID QUE PERMITA GEOMULTIHOMING ENTRE REDES WIFI Y DATOS MOVILES” 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 declaramos que este trabajo es de nuestra autoría, en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y el alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 22 de agosto de 2017

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Victor Bauz'.

Víctor Andrés Bauz Rosas
C.C. 1718775354

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Jorge Stalin'.

Jorge Stalin Latacunga Andrade
C.C. 1720484813

AUTORIZACIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
DE LA COMPUTACIÓN**

CARRERA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, VÍCTOR ANDRÉS BAUZ ROSAS y JORGE STALIN LATACUNGA ANDRADE, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN EN ANDROID QUE PERMITA GEOMULTIHOMING ENTRE REDES WIFI Y DATOS MOVILES” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad

Sangolquí, 22 de agosto de 2017

Víctor Andrés Bauz Rosas
C.C. 1718775354

Jorge Stalin Latacunga Andrade
C.C. 1720484813

DEDICATORIA

A mi madre quien con su mano firme y su ternura ha sabido guiarme por cada etapa de mi vida y durante cada situación imposible.

A mi padre por saber instruir en mi la curiosidad científica y el trabajo duro.

Ambos, quienes con su constante sacrificio han buscado para mí siempre lo mejor.

A mis hermanas quienes han sido pilar fundamental en mi vida.

Víctor

DEDICATORIA

A mi madre Alicia, quien desde que comencé mis estudios siempre supo cómo incentivar me para que alcance mis sueños y metas, gracias por ser mi soporte, mi guía y brindarme todo tu apoyo en mis días de desaliento. Te estaré infinitamente agradecido por ayudar a formar mi carácter fuerte de nunca rendirme y seguir adelante a pesar de las adversidades, por estar ahí siempre cuando te necesite y por todo el cariño de madre que me diste.

A mi hermana Estefanía, que supo compartirme sus conocimientos sin ninguna clase de egoísmo desde que éramos niños, siempre te estaré agradecido por todas las palabras de ánimo y por ser un ejemplo de profesional a seguir.

A mi padre Jorge, por saber enseñarme lo importante que es el saber investigar cuando exista duda, por inspirar en mí el deseo de superación personal y profesional.

Este trabajo es por ellos y para toda mi familia ya que sin el apoyo de todos no sería la persona y el profesional que soy.

Jorge

AGRADECIMIENTO

A la prestigiosa Universidad de le fuerzas armadas que me retó durante mi formación y me entrego las herramientas para desenvolverme como un profesional ético y competente.

A mis amigos y compañeros que me brindaron su apoyo durante el extenso camino, algunos quienes me ayudaron a forjarme y a los otros que fueron motivo para no desmayar.

Víctor

AGRADECIMIENTO

Estoy enormemente agradecido con la Ing. Graciela Guerrero, nuestra directora de tesis, ya que con su amistad, ayuda y colaboración se ha realizado el presente trabajo de investigación.

A Nathaly, por acompañarme durante los momentos más difíciles de mi carrera y ayudarme a fortalecer mis habilidades y aprender a confiar en mí mismo.

A mis amigos, compañeros de aula y profesores porque sin ellos nunca podría haber alcanzado el logro de culminar mis estudios de esta linda profesión que me ha apasionado desde la secundaria, gracias a todos por aportar con su granito de arena en mi vida.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, por permitir que logre mis objetivos y metas en sus aulas con sus prestigiosos educadores.

Jorge

ÍNDICE

CERTIFICADO	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. <i>Antecedentes.....</i>	<i>1</i>
1.2. <i>Planteamiento del problema</i>	<i>1</i>
1.3. <i>Justificación.....</i>	<i>2</i>
1.4. <i>Objetivos.....</i>	<i>3</i>
1.4.1. <i>Objetivo General.....</i>	<i>3</i>
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	<i>4</i>
1.5. <i>Hipótesis.....</i>	<i>4</i>
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	5
2.1. <i>Definiciones.....</i>	<i>5</i>
2.1.1. <i>Multihoming</i>	<i>5</i>
2.1.2. <i>Geolocalización.....</i>	<i>6</i>
2.2. <i>Definiciones de los componentes y bases de datos de la aplicación.....</i>	<i>6</i>
2.2.1. <i>Android Foreground Service (Servicio en primer plano).....</i>	<i>6</i>
2.2.2. <i>Intent</i>	<i>7</i>
2.2.3. <i>AlarmManager</i>	<i>7</i>
2.2.4. <i>JobScheduler</i>	<i>7</i>
2.2.5. <i>JobInfo.....</i>	<i>8</i>
2.2.6. <i>SharedPreferences</i>	<i>8</i>
2.2.7. <i>SQLite.....</i>	<i>8</i>
2.2.8. <i>Observaciones</i>	<i>8</i>
2.3. <i>Trabajos relacionados.....</i>	<i>9</i>
2.3.1. <i>Multihoming</i>	<i>9</i>
2.3.2. <i>Geolocalización.....</i>	<i>13</i>
2.4. <i>Otros.....</i>	<i>16</i>
2.4.1. <i>Definiciones.....</i>	<i>16</i>
2.4.2. <i>Trabajos relacionados</i>	<i>17</i>
2.5. <i>Conclusiones</i>	<i>23</i>

CAPÍTULO III	24
ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLANTACIÓN	24
3.1. <i>Arquitectura de la aplicación.....</i>	24
3.2. <i>Historias de Usuario</i>	25
3.3. <i>Requisitos Funcionales.....</i>	27
3.4. <i>Requisitos No Funcionales</i>	27
3.5. <i>Diagrama de Actividad</i>	28
3.6. <i>Diagrama de Clases</i>	30
3.7. <i>Componentes Creados.....</i>	31
3.7.1. <i>Escaneo de redes Wireless</i>	31
3.7.2. <i>Conexión al servidor Interfaz de Ping</i>	33
3.7.3. <i>Interfaz para Velocidad de la Conexión</i>	34
3.7.4. <i>Interfaz GPS.....</i>	35
3.8. <i>Interacción con el usuario.....</i>	36
3.9. <i>Código Fuente</i>	43
3.10. <i>Conclusiones.....</i>	45
CAPÍTULO IV	46
EVALUACIÓN	46
4.1. <i>Evaluación de la aplicación desarrollada</i>	47
4.1.1. <i>Diseño de la actividad empleando la aplicación</i>	47
4.1.2. <i>Diseño de la actividad de la manera tradicional.....</i>	48
4.1.3. <i>Desarrollo de sesiones de evaluación.....</i>	49
4.1.4. <i>Resultados</i>	52
4.1.5. <i>Discusión de Resultados</i>	54
4.2. <i>Evaluación de Usabilidad de la aplicación</i>	55
4.2.1. <i>Diseño de la actividad.....</i>	56
4.2.2. <i>Desarrollo de sesiones de evaluación.....</i>	57
4.2.3. <i>Resultados</i>	59
4.2.4. <i>Discusión de Resultados</i>	62
CAPÍTULO V	64
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LÍNEAS DE TRABAJOS	
FUTUROS.....	64
5.1. <i>CONCLUSIONES.....</i>	64
5.2. <i>RECOMENDACIONES.....</i>	65
5.3. <i>LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO</i>	66
GLOSARIO	67
BIBLIOGRAFÍA.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro Comparativo de las tecnologías de trabajos relacionados.....	21
Tabla 2 Historia de Usuario 1.	25
Tabla 3 Historia de Usuario 2.	26
Tabla 4 Historia de Usuario 3.	26
Tabla 5 Historia de Usuario 4.	27
Tabla 6 Requisitos Funcionales del prototipo.....	27
Tabla 7 Requisitos no funcionales del prototipo.....	28
Tabla 8 Resultados sobre la capacitación de geomultihoming	52
Tabla 9 Resultados de la encuesta usando la aplicación Android.....	53
Tabla 10 Resultados de la encuesta usando la manera tradicional.....	54
Tabla 11 Tiempo de los usuarios al usar la aplicación Android desarrollada.....	59
Tabla 12 Tiempo de los usuarios al usar de manera tradicional	59
Tabla 13 Latín Square de USE.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Arquitectura basada en el enfoque HLP/HIP.....	9
Figura 2 Arquitectura de movilidad y multihoming para HIP.....	10
Figura 3 Arquitectura ABPS.....	10
Figura 4 Ejemplo de redes multihoming, donde los usuarios se pueden conectar simultáneamente a WLAN o a una BS de redes de datos celulares.	11
Figura 5 Arquitectura de red para un juego de Stackelberg para la fijación de precios y la distribución de la carga en multihoming.....	12
Figura 6 Movilidad entre sistemas de una puerta de enlace o interfaz del laboratorio móvil.....	12
Figura 7 Distribución general del sistema.....	13
Figura 8 Visualización de la pantalla principal de la aplicación.....	14
Figura 9 Ejemplo de funcionamiento de la arquitectura de	14
Figura 10 Arquitectura de la app.....	15
Figura 11 Interfaz de la aplicación Android.....	15
Figura 12 Arquitectura del trabajo de tesis.....	17
Figura 13 Esquema general de la aplicación.....	18
Figura 14 Página Principal de la aplicación.....	18
Figura 15 Arquitectura de la aplicación móvil.....	19
Figura 16 Ejemplo de arquitectura MVC.....	19
Figura 17 Interfaz Principal.....	20
Figura 18 Componentes del Framework FREAKING.....	21
Figura 19 Esquema Prototipo Sistema AlphaCore.....	25
Figura 20 Diagrama de Actividad.....	29
Figura 21 Flujo de Eventos de la app.....	30
Figura 22 Diagrama de Clases.....	30
Figura 23 Diagrama de Escaneo de redes Wireless.....	32
Figura 24 Diagrama de Interfaz de Ping.....	33
Figura 25 Diagrama de Interfaz de Velocidad Conexión.....	34
Figura 26 Diagrama de Interfaz GPS.....	35
Figura 27 Pantalla de inicio.....	37
Figura 28 Menú principal de la aplicación Android.....	38
Figura 29 Preferencias WiFi/Data.....	38
Figura 30 Pantalla mis sitios.....	39
Figura 31 Mapa de Conexiones.....	39
Figura 32 Pantalla de gestión de Redes WiFi.....	40
Figura 33 Test de Velocidad.....	41
Figura 34 Nueva Sitio.....	41
Figura 35 Nueva Red.....	42
Figura 36 Sesión de Capacitación de Geomultihoming.....	50
Figura 37 Alumnos de la segunda sesión interactuando con la aplicación Android.....	51
Figura 38 Alumnos de la cuarta sesión. Manera Tradicional.....	52
Figura 39 Diagrama Latin Square.....	56
Figura 40 Interacción con la aplicación Android.....	57
Figura 41 Interacción mediante la manera tradicional.....	58
Figura 42 Grupo 2 interactuando con la aplicación Android.....	58
Figura 43 Tiempos tomados para ejecutar la tarea de conexión.....	60

Figura 44 Evaluación USE	61
Figura 45 Porcentajes resultantes de las dimensiones de USE.....	62

RESUMEN

En este proyecto de investigación se expone una alternativa al concepto tradicional de conexión a internet implementado por el sistema operativo Android, por lo que se plantea la alternancia entre múltiples servicios de red usando geomultihoming para su funcionamiento por lo que hemos acuñado el término. Se desarrolló una aplicación Android que de interfaz minimalista y amigable con la finalidad de proveer al usuario una conexión ininterrumpida, atenuando el impacto al tiempo de vida de la batería, de los radios WiFi y móviles, además se optimizan recursos al aminorar la cantidad de ancho de banda que se usa por lo que se minimizan los costos al usar los datos móviles mientras se mantiene un test periódico, de forma que se puede contrarrestar la falta de conectividad a internet en tiempo real en caso de suscitarse. Además, se permite al usuario, mediante una variedad de opciones hacer uso de la aplicación de forma que se adapte más a sus necesidades específicas, entre estas está la posibilidad de funcionar en un rango definido de tiempo diariamente y la acción que tomará la aplicación al terminar dicho rango de tiempo. La velocidad de la conexión se usa como parámetro principal para la elección de la red por lo que se realiza un test de velocidad de forma que el usuario puede saber en cualquier momento la calidad de la comunicación con el punto de acceso. De forma que se puede comprobar la hipótesis mediante la satisfacción de los usuarios que pudieron probar la aplicación y por lo tanto el concepto.

PALABRAS CLAVE:

- **GEOMULTIHOMING**
- **GEOLOCALIZACIÓN**
- **ANDROID**
- **WIFI**
- **SMARTPHONE**

ABSTRACT

During this current research project an alternative is given for the traditional internet connectivity concept implemented by the Android operative system, so it is used multihoming to shift between multiple network services, a terminology we coin. A mobile application was developed using a minimalist and friendly user interface with a single goal, to provide the user with uninterrupted connectivity attenuating the impact on the device's battery and WiFi/mobile radios, also optimizing resources at lowering the quantity of bandwidth used and so minimizing the monetary cost when using mobile data while maintaining periodic tests, by this way it is possible to counter the lack of internet connectivity on real time if needed. Also it is available for the user through a variety of options to use the application in the best fitting way, between this features it is the possibility to work on a defined time range daily basis and the action the app should take when this period ends. The network's max speed is used as base parameter for choosing the wireless network, for that a net speed test is run and so the user can always know the connection's quality with the access point. By all this we can probe the hypothesis because of the satisfaction the users that tested the application's accuracy and so the main concept.

KEYWORDS:

- **GEOMULTIHOMING**
- **GEOLOCATION**
- **ANDROID**
- **WIFI**
- **SMARTPHONE**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Hoy en día, la exigencia de estar siempre conectado a internet se ha solucionado con la invención de dispositivos móviles o smartphones, vinculado con la implementación y mejora de diferentes tipos de conexiones inalámbricas, como por ejemplo, bluetooth, WiFi y planes de datos móviles, siendo éstas dos últimas las principales y las más usadas. Tras realizar un análisis bibliográfico no se han encontrado estudios similares, relacionados con el desarrollo de una aplicación Android que permita geomultihoming.

Sin embargo, existen proyectos que usan multihoming para diseño y evaluación de transmisión de flujo, consideraciones de energía en un ambiente inalámbrico, tipo de red que debe utilizar una aplicación y movilidad de red para dispositivos móviles. Ninguno de los proyectos anteriormente dichos maneja el intercambio entre las redes WiFi y redes de datos móviles, sin embargo los smartphones hacen uso de un multihoming primitivo, ya que se conectan a la red WiFi más cercana que encuentre, sin considerar la potencia de la red o la configuración de la misma.

1.2. Planteamiento del problema

El problema radica en que, la conexión no es siempre estable ya que muchas personas cuando tienen disponibilidad de red WiFi la usan, cuando salen del alcance de esta red activan los datos móviles, esto genera un problema ya que a muchas personas que utilizan un smartphone les gusta estar en contacto con sus amigos y familia, o a su vez hacen negocios y siempre están a la espera de información valiosa para hacer transacciones y se ve truncado por el hecho que olvidan activar los datos móviles.

Otro problema que se manifiesta, es que, en la actualidad no existe una aplicación que realice de forma autónoma el cambio entre redes WiFi y redes de datos móviles. El componente AlarmManager (Android Developers, AlarmManager, 2012). El componente anteriormente dicho fue creado para el API (Android Developers,

Android Apis, 2012) versión 1, pero el método setExact que se usa para controlar los tiempos en que se hace el cambio de fase (Conexión/Desconexión) corresponde al API 19.

El sistema Android cuando detecta una red WiFi la guarda previamente en el dispositivo móvil, este se conecta a dicha red pero no necesariamente tiene mejor señal, por dar un ejemplo: en un edificio que cuenta con redes WiFi disponibles, un usuario tiene la clave del copropietario del edificio, el dispositivo detecta esta red como la más cercana y se conecta pero la señal no es óptima para navegación en internet. Esto quiere decir que el sistema Android no puede conectarse directamente a la red propia del hogar, solamente se conecta a la red que esté más próxima.

Las posibles soluciones al problema son:

- Realizar un análisis de patrones de localización del usuario para que el sistema evalúe y elija la red a la que el usuario suele conectarse día a día, sin embargo se presenta el problema de que las personas no siempre siguen los mismos hábitos, y por ende no sería una solución óptima, considerando que se requiere mejorar la vida útil de la batería, del radio WiFi incorporado y del plan de datos.
- Otra posible solución es hacer uso de geolocalización continua cada cierto período de tiempo, para evaluar la posición del usuario y con esto poder elegir la red a conectarse, el problema que suscita es que se gasta la batería con gran facilidad y no conseguimos el objetivo de optimizar recursos.
- Finalmente, se podría incorporar más radios al dispositivo smartphone (considérese radios al dispositivo que establece comunicación WiFi y al dispositivo que establece conexión a la red celular), y aunque muchos smartphones hacen uso de esto al portar la tecnología dual-sim (doble chip), suele ser contraproducente ya que a más componentes más capacidad de batería se necesita y por ende más capacidad de procesamiento se requiere.

1.3. Justificación

La propuesta del presente plan de proyecto de investigación es resolver el inconveniente mediante la realización de una aplicación en android, que permita realizar multihoming entre las redes WiFi y redes de datos móviles, las cuales se

activarán de modo automático, para WiFi cuando detecte entre las redes disponibles mediante GPS (Geolocalización), la del hogar se conecta directamente a esta (Jerarquización: puede ver varias redes presentes) y cuando no detecte la red principal se conecte a cualquier red disponible, para los datos móviles cuando ya no esté en zona de conexión inalámbrica. De este modo muchas de las personas seguirán conectadas sin el molesto problema de activar o desactivar las diferentes redes de conexión manualmente, y a la vez que se soluciona el problema de consumo excesivo de batería cuando está activada la conexión y no está en uso. El plus adicional que tiene este trabajo de investigación, es el de optimizar el uso de la batería y demás recursos, sin la necesidad de añadir más hardware o implementar más software del necesario.

Se utiliza la herramienta Android Studio para la realización de este proyecto ya que se posee más conocimiento en este lenguaje de programación, que se basa en JAVA. Nos permite realizar las respectivas pruebas en un entorno simulado del dispositivo móvil y también nos permite realizarlo directamente con un smartphone de forma física.

La metodología a usarse es XP (Xtreme Programming) (Letelier & Penadés, 2016) que es una metodología ágil de desarrollo de software que se basa en la simplicidad, la comunicación y la realimentación o reutilización del código desarrollado. Se enfoca mayormente para programación en parejas para poder incrementar el conocimiento, la experiencia y las ideas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil utilizando la herramienta Android Studio, que permita implementar la técnica de multihoming entre las interfaces que disponga el dispositivo móvil, para garantizar la continuidad del servicio de acceso a internet y minimizar el uso de la batería.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis de estado del arte, con la finalidad de obtener características de análisis de dispositivos móviles y sus interfaces en redes, mediante la búsqueda sistemática de trabajos relacionados acordes a: geomultihoming, geolocalización y trabajos relacionados que involucren las palabras clave: Android, WiFi, smartphone y smart devices.
- Definir herramientas software para diseñar las interfaces de usuario, con el fin de crear las distintas pantallas que tendrá la aplicación y que ésta sea amigable con el usuario.
- Desarrollar una aplicación que permita implementar multihoming para el usuario, a razón de poder realizar la alternancia automática entre redes WiFi cuando estén disponibles y redes de datos móviles, garantizando la conectividad y optimización de recursos.
- Implantar en los dispositivos móviles la aplicación desarrollada, realizando una comparación el tráfico de información de un dispositivo estándar con un dispositivo que contenga la aplicación, con el fin de verificar el óptimo uso de la batería del dispositivo móvil.
- Realizar evaluación de conectividad móvil WiFi y datos móviles, con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis planteada, brindar conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo realizado.

1.5. Hipótesis

H0: La aplicación móvil desarrollada en Android permite utilizar la técnica de geomultihoming de forma transparente al usuario, esta técnica realiza un cambio automático entre las redes WiFi y Datos Móviles, optimizando el uso de batería del dispositivo móvil.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

El presente capítulo se ha estructurado en dos componentes: **a)** marco teórico, apartado que tiene como finalidad dar a conocer conceptos sobre el software y también se presenta definiciones sobre los componentes que nos brinda el sistema operativo Android que se usan en el desarrollo de la aplicación, y que están al final de este capítulo. **b)** Para el segundo componente del presente apartado se expresan las tecnologías que se usan para el desarrollo de este trabajo de investigación, así como trabajos relacionados con las palabras: **multihoming** y **geolocalización**, debido a que **Geomultihoming** es un término que se ha definido estrictamente en el desarrollo del presente trabajo de fin de carrera.

2.1. Definiciones

2.1.1. Multihoming

Multihoming es una situación en donde un punto final tiene varias rutas de comunicación similares, que se pueden utilizar. Es el resultado de 2 cosas, la primera, en donde un host tiene diversas interfaces de red o la segunda, en donde existen vías redundantes entre el host y lo demás de la red (Nikander et al., 2003).

Definen a multihoming como una configuración operacional relacionada, en el que un host tiene varios localizadores a la vez, como se presenta en la movilidad según (Nikander et al., 2008).

Puntualizan que multihoming es una técnica que nos permite brindar mayor disponibilidad a la interconectividad de distintos dispositivos en múltiples redes para proporcionar comunicaciones continuas (Ferretti et al., 2012).

Denominan a multihoming como la técnica en donde los dispositivos móviles con múltiples interfaces podrán mantener conexiones simultáneas con diferentes redes, y aumentar sus velocidades de comunicación de datos agregando el ancho de banda en estas redes (Yun et al., 2015).

2.1.2. Geolocalización

La geolocalización, es la ubicación real de un usuario con un dispositivo móvil, que permite adaptar la aplicación brindando contenidos, publicidad y servicios que sean realmente de utilidad, tomando en cuenta los requerimientos de los usuarios actuales, que a cambio de mucha precisión esperan el menor tiempo posible (Leguizamón et al., 2013).

La geolocalización se define como la identificación del lugar puntual de un objeto o persona, ya sea mediante un dispositivo conectado a internet o cualquier otro dispositivo que sea posible rastrear (Mariño, 2014).

La geolocalización también denominada georreferenciación, es un conjunto constituido de hardware, software y datos geográficos, que está diseñado específicamente para capturar, almacenar, manipular y analizar de todas las formas posibles la información geográfica referenciada, para poder resolver los problemas de planificación y gestión (Robles, 2015).

La geolocalización es un término que apareció durante los avances tecnológicos que hace referencia a la ubicación geográfica de un objeto o sujeto que transmite coordenadas de su posición exacta (Gáloc, 2016).

Como se cita en (Hernández, 2016, pág. 4) geolocalización es la localización según el posicionamiento de un objeto en un sistema de coordenadas geográficas precisas.

2.2. Definiciones de los componentes y bases de datos de la aplicación

En el presente apartado, se expone la descripción de cada componente relevante que se ha considerado trabajar en el proyecto de investigación, así como también se define la base de datos de la aplicación.

2.2.1. Android Foreground Service (Servicio en primer plano)

Un servicio en primer plano es aquel que considera como algo que está haciendo el usuario de consciente, y por ende, el sistema no lo cierra así tenga poca memoria. Un servicio que se ejecuta en primer plano debe proporcionar una notificación para la barra de estado, que se localiza por debajo del título “En curso”, lo que indica que la notificación se no puede eliminar, a menos que el servicio se detenga o se quite del primer plano (Android Developers, 2012).

2.2.2. Intent

Un componente Intent proporciona facilidad para realizar una vinculación de ejecución tardía entre el código en diferentes aplicaciones. Su uso más significativo es el lanzamiento de actividades, que es básicamente una estructura de datos pasiva que contiene una descripción abstracta de una acción a realizar (Android Developers, 2012).

2.2.3. AlarmManager

Esta clase proporciona el acceso al sistema a los servicios de alarma. Dichos servicios permiten programar una aplicación para que se ejecute en algún momento en el futuro. Cuando una alarma se apaga, el componente Intent que había sido registrado por ésta, es emitida por el sistema iniciando automáticamente la aplicación destinada si aún no se está ejecutando.

Las alarmas registradas se mantienen mientras el dispositivo este en reposo, pero se borrará si se apaga o reinicia (Android Developers, 2012).

2.2.4. JobScheduler

Esta es una API que sirve para programar varios tipos de trabajo contra el framework que se ejecutará en el proceso propio de su aplicación. El framework será inteligente acerca de cuándo recibirá sus callbacks e intentará procesarlas y diferirlas a la medida posible.

Normalmente, si no se especifica una fecha límite en su trabajo, se puede ejecutar en cualquier momento en función del estado actual de la cola interna del componente JobScheduler, no obstante, puede ser diferido, siempre y cuando la

siguiente vez que el dispositivo esté conectado a una fuente de poder (Android Developers, 2012).

2.2.5. JobInfo

Es un contenedor de los datos pasados al componente JobScheduler que encapsula completamente los parámetros requeridos para programar el trabajo contra la aplicación llamante. Se debe especificar al menos un tipo de restricción en el objeto del componente JobInfo que está creando. El objetivo es proporcionar una semántica de alto nivel sobre el trabajo que se desea lograr, de lo contrario se lanza una excepción en la aplicación (Android Developers, 2012).

2.2.6. SharedPreferences

Es una interfaz para acceder y modificar los datos de preferencia devueltos por `getSharedPreferences`. Las modificaciones a las preferencias deben ir a través de un objeto `SharedPreferences.Editor` para garantizar que los valores de preferencia permanezcan en un estado y control consistentes cuando estén comprometidos con el almacenamiento (Android Developers, 2012).

2.2.7. SQLite

SQLite es una herramienta de software libre, que permite guardar información en dispositivos empotrados de una forma sencilla, eficaz, potente, rápida y en equipos con pocas capacidades de hardware, como puede ser una PDA o un teléfono móvil (Rómmel, 2015).

2.2.8. Observaciones

Cabe mencionar que el API de google desde la versión 2.3 (API 9), permite usar los fused locations, es decir que la misma API se encarga de proveer la red y el GPS, para garantizar la entrega de un objeto tipo Location, de acuerdo a la sensibilidad configurada por el usuario, gracias a esto se facilita la obtención de la geolocalización y se optimiza el tiempo de respuesta sin necesidad de grandes esquemas de acceso al GPS.

2.3. Trabajos relacionados

Se ha considerado dividir los trabajos relacionados existentes en los términos clave que incluyan en las cadenas de búsqueda los términos: Multihoming, Geolocalización y otros (Android, WiFi, Smartphone), de los cuales se ha investigado sistemáticamente a las investigaciones que estrictamente se acercan al tema de investigación planteada.

2.3.1. Multihoming

En el artículo de (Nikander et al., 2003) a más de haber modificado la arquitectura TCP/IP para poder añadir un nuevo espacio de nombres criptográfico y una nueva capa de protocolo, han proporcionado una arquitectura basada en el enfoque HLP/HIP (Host Layer Protocol/Host Identity Payload) como se observa en la (figura 1) que puede ampliarse con facilidad para operar el multihoming y la movilidad del host final, con la finalidad de resolver los inconvenientes de seguridad involucrados de tal manera que no se requiera de infraestructura adicional.

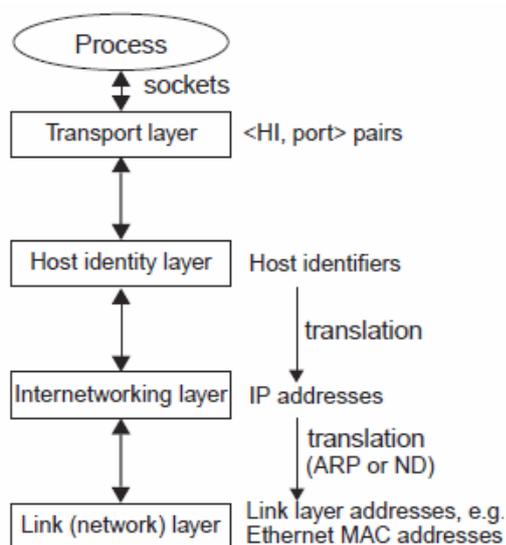


Figura 1 Arquitectura basada en el enfoque HLP/HIP.

Fuente (Nikander et al., 2003)

En el paper de (Nikander et al., 2008) han definido las extensiones de la movilidad y del multihoming para el HIP (Host Identity Protocol), como se puede observar en la (figura 2). Han hecho uso del parámetro LOCATOR, para que el host HIP pueda comunicar a sus pares de localizadores adicionales, los cuales son varios,

acerca de las distintas direcciones a los que puede llegar, y puede cambiar dinámicamente el localizador primario que utiliza para recibir paquetes.

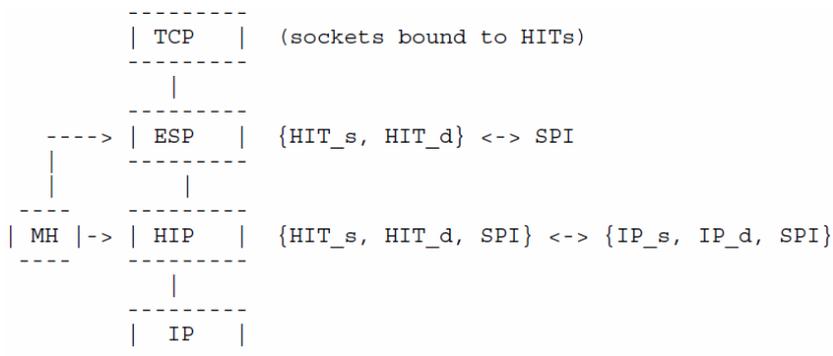
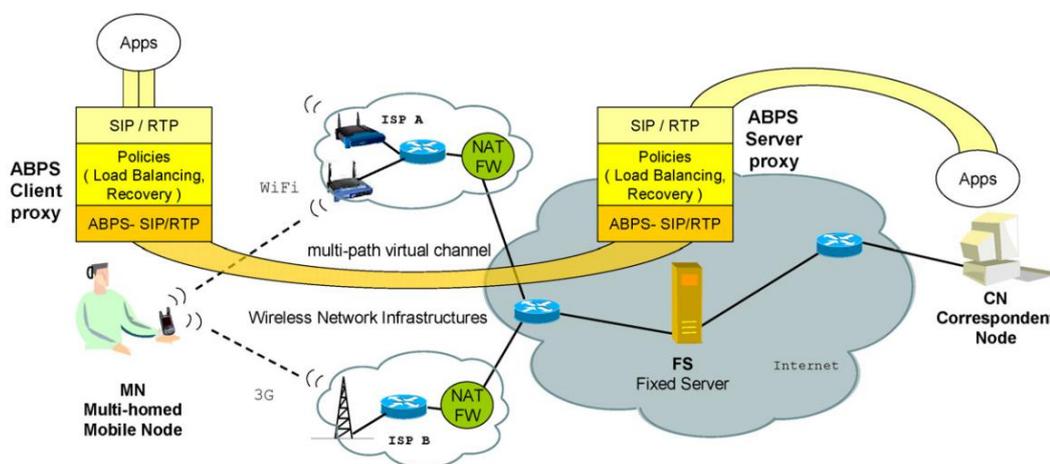


Figura 2 Arquitectura de movilidad y multihoming para HIP.

Fuente (Nikander et al., 2008)

En (Ferretti et al., 2012) para poder lograr soluciones de comunicación efectivas y baratas se despliega servicios inteligentes en otros países, con el fin de construir smart shires efectivos, hacen uso de la arquitectura ABPS (Always Best Packed Switching), el cual es un modo de operación para realizar el traspaso de red de una manera perfecta sin necesidad de cambiar la infraestructura de red actual y su configuración (figura 3), sobre este diseño se enfoca el multihoming para el apoyo de



movilidad de nodos.

Figura 3 Arquitectura ABPS.

Fuente (Ghini et al., 2011)

En la investigación de (Vu et al., 2015) han hecho una investigación de asignación de recursos para redes multihoming, en donde los usuarios puedan transmitir datos simultáneamente a múltiples redes de acceso por radio (RAN)

utilizando variadas interfaces aéreas como: estación base (BS) de redes de datos celulares, red inalámbrica local (WLAN) y red de área metropolitana inalámbrica (WMAN), como podemos ver en la (figura 4). Haciendo énfasis en la maximización de la eficiencia de energía global de la red teniendo en cuenta restricciones individuales, potencia de transmisión y ancho de banda.

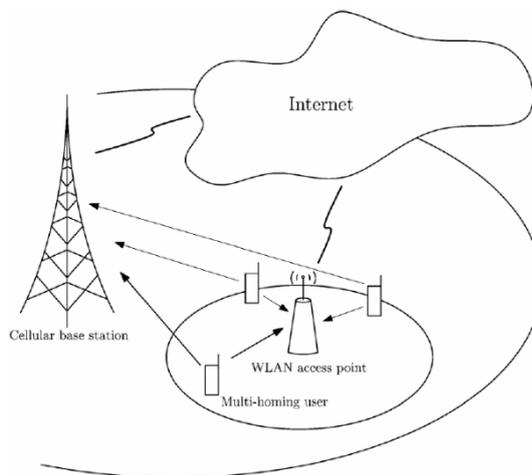


Figura 4 Ejemplo de redes multihoming, donde los usuarios se pueden conectar simultáneamente a WLAN o a una BS de redes de datos celulares.

Fuente (Vu et al., 2015)

En el artículo de (Yun et al., 2015), para mejorar la calidad del servicio en redes inalámbricas, tomando en cuenta que un proveedor de servicios puede tener distintos intereses a los intereses del usuario, han realizado una arquitectura basada en el juego de Stackelberg, en donde se obtiene una solución óptima de ambas partes, analizando la distribución conjunta de precios y carga de multihoming en redes distintas de acceso inalámbrico.

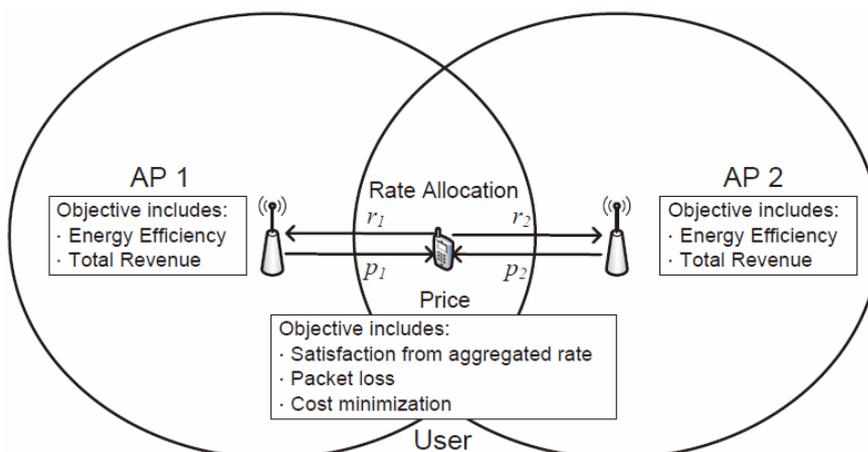
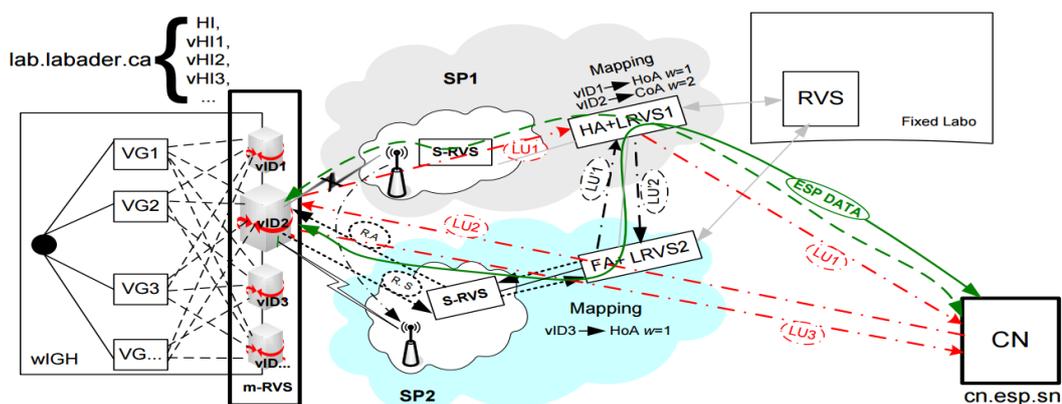


Figura 5 Arquitectura de red para un juego de Stackelberg para la fijación de precios y la distribución de la carga en multihoming.

Fuente (Yun et al., 2015)

En la publicación de (Ngom et al., 2015) han propuesto algunas formas de asegurarse que los componentes de un laboratorio móvil estén siempre conectados a varios puntos de acceso de internet en cualquier momento, en cualquier lugar y donde se disponga de sistemas inalámbricos heterogéneos como se puede ver en la (figura 6). Para lograr este objetivo, han gestionado la multiplicidad de interfaces utilizando un Hipervisor de puerta de enlace inalámbrica de interfuncionamiento (wIGH), sin



necesidad de aplicaciones para elegir la interfaz. Para garantizar la movilidad, han asignado un identificador global (HI) al hipervisor y múltiples localizadores son asociados a cada puerta de enlace o interfaz inalámbrica mapeando el HI para proporcionar el multihoming.

Figura 6 Movilidad entre sistemas de una puerta de enlace o interfaz del laboratorio móvil.

Fuente (Ngom et al., 2015)

2.3.2. Geolocalización

En la investigación de (Leguizamón et al., 2013) han aprovechado la flexibilidad y adaptabilidad que goza la herramienta GPS, para obtener información vial en tiempo real, de manera fácil y amigable, para que el usuario pueda tomar una mejor decisión al momento de viajar al cualquier sitio de Colombia. Han implementado un aplicativo que permite al usuario final disponer de los informes del estado de las vías, clasificando su origen, tamaño de impacto en la movilización y sus coordenadas terrestres a través de un Smartphone. Para la creación del sistema han hecho uso de la metodología Métrica V3.

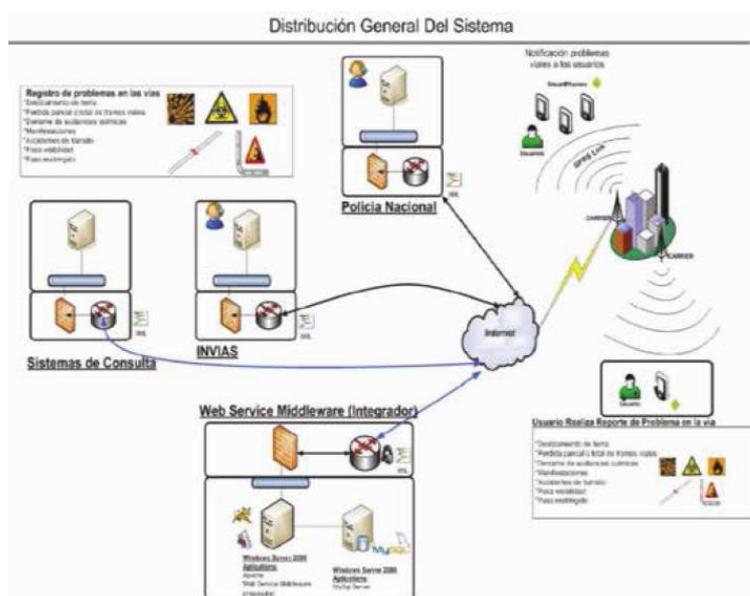


Figura 7 Distribución general del sistema.

Fuente (Leguizamón Páez et al., 2013)

En el trabajo de tesis de (Hellín, 2013) ha creado una aplicación para Android usando realidad aumentada, que permite geolocalizar mediante WiFi, un dispositivo móvil cuando este se encuentre sin señal GPS, ayudándose de la API de google maps, el aplicativo muestre la posición en donde se encuentra el dispositivo (figura 8).



Figura 8 Visualización de la pantalla principal de la aplicación.

Fuente (Hellín, 2013)

En el trabajo final de grado de (Mariño, 2014) ha desarrollado una aplicación que es capaz de acceder al sensor GNSS del dispositivo móvil que realiza los inventarios de forma rápida sobre entornos urbanos y estimaciones de áreas perimetrales. Para la creación de esta aplicación se ha usado la arquitectura de 3 capas (figura 9).

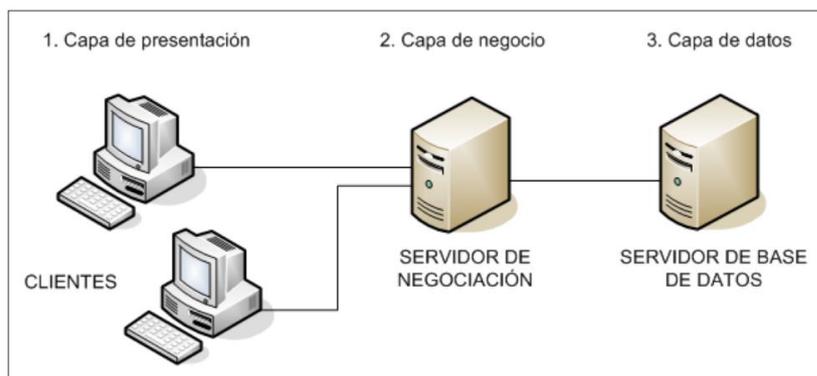


Figura 9 Ejemplo de funcionamiento de la arquitectura de 3 capas.

Fuente (Mariño, 2014)

En la investigación de (Robles, 2015) han creado una aplicación para el sistema operativo Android usando la geolocalización, este aplicativo provee una breve información de los sitios turísticos de la ciudad de Tulcán. Han realizado una arquitectura para el app detallando el diferente hardware y software propio de Android que se utiliza como se puede observar en la (figura 10).

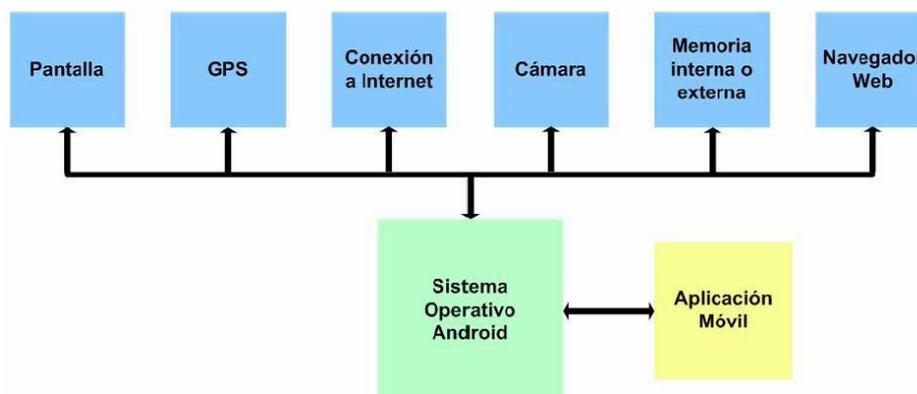


Figura 10 Arquitectura de la app.

Fuente (Robles, 2015)

En el trabajo de (Gáloc, 2016) ha realizado un aplicativo para Android para poder geolocalizar a un usuario a través de su dispositivo móvil dentro de los edificios (figura 11) de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), haciendo uso de la red interna WLAN de la institución.



Figura 11 Interfaz de la aplicación Android.

Fuente (Gáloc, 2016)

2.4. Otros

Se ha considerado realizar la búsqueda de trabajos relacionados con las palabras:

- Android
- WiFi
- Smartphone

Los trabajos relacionados con estas palabras brindan apoyo para el desarrollo del presente trabajo de investigación, también se ha realizado un análisis de trabajos relacionados que tengan similitud con las características de la presente investigación, con la finalidad de adquirir y mejorar características técnicas como un plus adicional.

2.4.1. Definiciones

WiFi es una de las tecnologías que se usa con mayor frecuencia hoy en día, mediante la cual se realiza una conexión entre emisor y receptor sin necesidad de cables, utilizando ondas electromagnéticas en el espacio, basando en el estándar IEEE 802.11 que da servicios redes de área local inalámbricas o también llamas WLAN (Cáceres & Hurel, 2015).

Como se cita en (Troya, 2016, pág. 28) Android es un sistema operativo que se basa en Linux, que ha sido desarrollado para utilizarse en dispositivos móviles como smartphones.

Android es una solución de software de código abierto completo, basado en el núcleo de Linux, el cual contiene un grupo de librerías de bajo y medio nivel y un conjunto principal de aplicaciones que son destinadas para el usuario final (Narváez, 2016).

En (Hernández, 2016, pág. 3) Android es un sistema operativo personalizable y fácil de usar que incluyen miles de millones de dispositivos por todo el mundo.

Como se cita en (Hernández, 2016, pág. 3) Smartphone es un teléfono inteligente y se describe como un celular con pantalla táctil, lo cual permite al usuario.

2.4.2. Trabajos relacionados

En el trabajo de (Desta, 2012) se ha estudiado y analizado las soluciones móviles de descarga de tráfico de datos relacionados con las normas 3GPP, y hablan sobre el uso de la conectividad simultánea con varias redes de acceso como LTE y WiFi. Han realizado modelos de simulación de LTE e IEEE 802.11^a, que indican que cuando se tiene un valor menor de LTE Inter Site Distance es mejor mantener una conexión LTE normal, y que cuando se tenga un valor más grande de LTE Inter Site Distance es preferible conectarse a WiFi, de esta manera los usuarios se benefician del acceso a las redes WiFi.

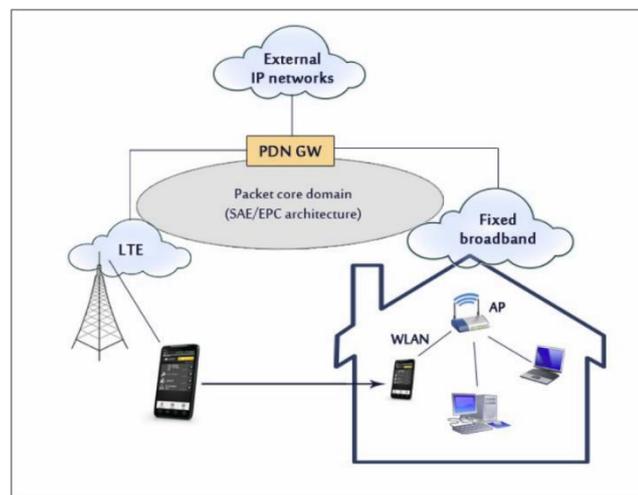


Figura 12 Arquitectura del trabajo de tesis.

Fuente (Desta, 2012)

En la tesis de (Cáceres & Hurel, 2015) se ha implementado una aplicación en Android instalada en una tablet, que permite a todos los miembros de la ESPOL ubicar cualquier lugar dentro de la institución, a través de fotos y de un mapa. Para realizar el cálculo aproximada de la posición han usado trilateración que son puntos de acceso inalámbrico WiFi, ubicados en la universidad, de estar fuera de estos puntos la app realiza una consulta para la estimación en la base de datos del servidor. Además también han usado el algoritmo Dijkstra para determinar el camino más corto.

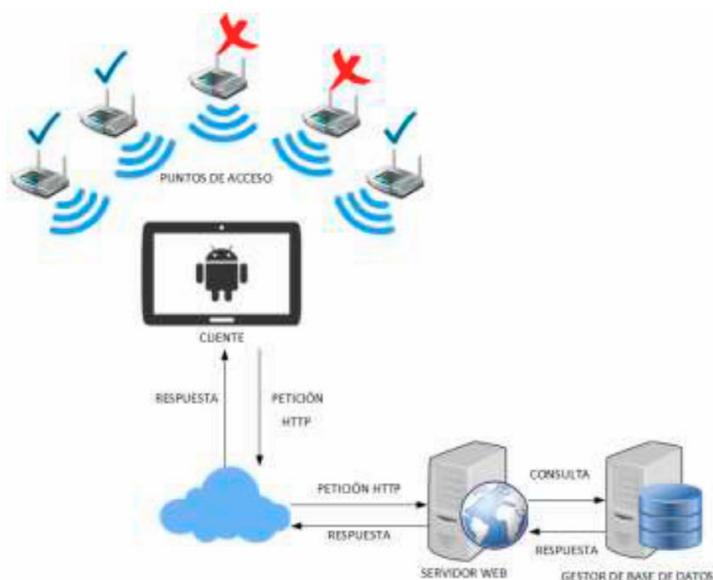


Figura 13 Esquema general de la aplicación.

Fuente (Cáceres & Hurel, 2015)

En el trabajo de (Troja, 2016) ha realizado una solución de tecnología web (figura 14), la cual se puede desplegar en un dispositivo móvil en donde se muestra lugares turísticos en mapas actualizados visualizados a través de GPS, detallando la ubicación geográfica para que los turistas puedan acceder con facilidad a los sitios de interés. Para la elaboración de éste proyecto han hecho uso de la investigación documental-bibliográfica y de campo.



Figura 14 Página Principal de la aplicación.

Fuente (Troja, 2016)

En la tesis de (Narváez, 2016) se ha realizado una aplicación móvil en Android, la cual permite la geolocalización de puntos turísticos de la provincia del Carchi mediante la utilización del GPS a través de datos móviles 3G, 4G y GPRS. La app

guarda la información almacenada en una base de datos e interactúa con un servicio web para la comunicación entre el servidor de aplicaciones de la página web de turismo y la aplicación móvil.

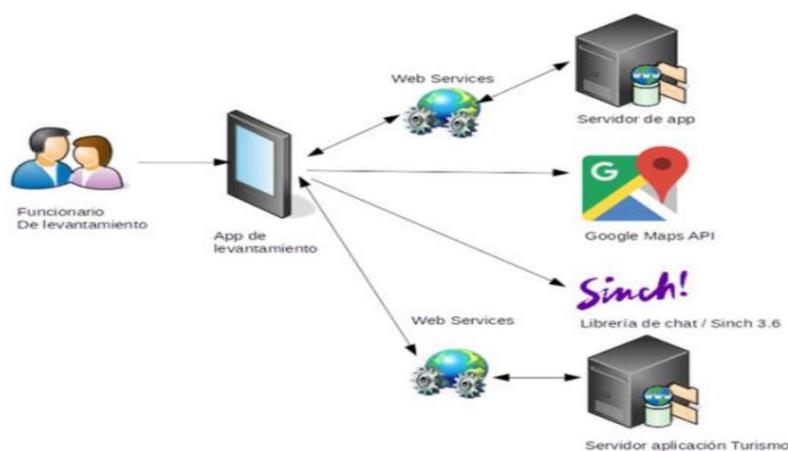


Figura 15 Arquitectura de la aplicación móvil.
Fuente (Narváez, 2016)

En el trabajo de tesis de (Hernández, 2016) se ha hecho una aplicación móvil que realiza agenda de recordatorios basándose en la geolocalización del usuario, utilizando la conexión WiFi del smartphone. Para poder realizar este sistema se ha utilizado la arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC) como se puede ver en la (figura 16), la metodología a usarse es el modelo en Cascada Realimentada, la aplicación guarda la información en la base de datos SQLite que es específicamente para este tipo de aplicativos.

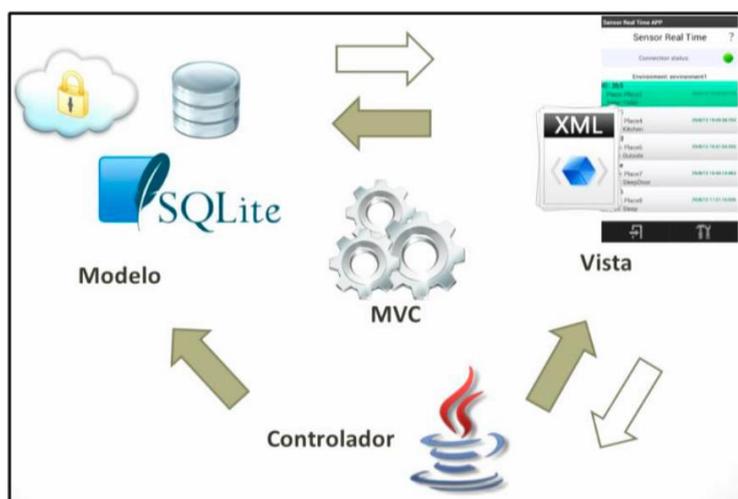


Figura 16 Ejemplo de arquitectura MVC.
Fuente (Hernández, 2016)

En (Vena & Rudenick, 2016) se han realizado una aplicación para el sistema operativo Android el cual recopila información mediante, la minería de datos y patrones de uso del usuario, para poder observar en donde se produce el mayor gasto de energía y encontrar oportunidades de ahorro en las baterías de los teléfonos móviles. Para la implementación de esta app se ha usado servicios web del tipo SOAP para la comunicación entre el dispositivo móvil y el servidor. Para la minería de datos se ha usado el Proceso de Extracción de Conocimiento que se usa en la base de datos.

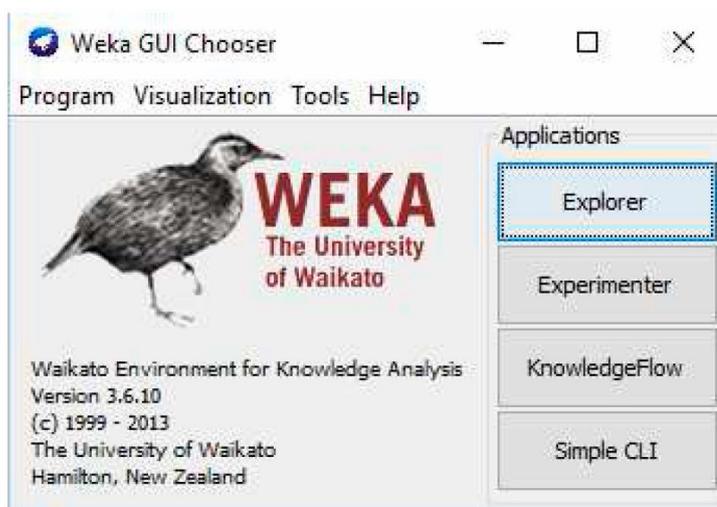


Figura 17 Interfaz Principal.

Fuente (Vena & Rudenick, 2016)

En la investigación de (Lobato et al., 2016) se ha realizado un framework llamado FREAKING (Framework para gestionar redes de rutas e interfaces) como se observa en (figura 18) para Android que gestiona las conexiones de los dispositivos móviles y le permite al usuario elegir el tipo de conexión para cada aplicación, permitiendo el uso simultáneo y automático de más de una interfaz de red.



Figura 18 Componentes del Framework FREAKING.

Fuente (Lobato et al., 2016)

En el siguiente cuadro comparativo (tabla 1) se puede observar las distintas técnicas, metodologías y usos que los autores de los trabajos relacionados analizados en los apartados anteriores, de los cuales se han extraído las siguientes características a considerarse para implementarse en el presente trabajo final de tesis.

Tabla 1
Cuadro Comparativo de las tecnologías de trabajos relacionados.

MULTIHOMING	GEOLOCALIZACIÓN	ANDROID, WIFI, SMARTPHONE, SMART DEVICE
Proporciona una arquitectura basada en HLP/HIP para operar el multihoming y la movilidad para resolver inconvenientes de seguridad (Nikander et al., 2003).	Creación de una aplicación en Android usando la geolocalización para obtener las coordenadas de las vías y poder ubicarse dentro de un mapa de la ciudad de Colombia, usando la metodología Métrica V3 (Leguizamón et al., 2013).	Realiza un estudio de sobre las redes LTE y WiFi, permitiendo saber cuál de las dos redes es la apropiada, ya sea para no consumir muchos datos de la red LTE o beneficiarse de las redes WiFi (Desta, 2012).
Mediante programación hacen uso del parámetro LOCATOR para que el	Aplicación en Android con realidad aumentada que geolocaliza un	Aplicación en Android que usa la geolocalización mediante



Continúa

<p>host HIP pueda recibir paquetes haciendo uso del multihoming para que cambie dinámicamente (Nikander et al., 2008).</p>	<p>dispositivo Android mediante WiFi, ayudándose de la API de google maps (Hellín, 2013).</p>	<p>WiFi para poder ubicar cualquier lugar físico dentro de la ESPOL (Cáceres & Hurel, 2015).</p>
<p>Con el fin de construir smart shires usan la arquitectura ABPS para el traspaso de red sin cambiar la infraestructura de red ni su configuración basándose en la tecnología multihoming para lograr comunicaciones y desplegar servicios inteligentes (Ferretti et al., 2012).</p>	<p>Aplicación en Android con arquitectura de 3 capas, que accede al sensor GNSS del dispositivo para inventariar los entornos de la ciudad y estimaciones de aéreas perimetrales (Mariño, 2014).</p>	<p>Aplicación web que puede desplegar su información en un dispositivo móvil Android, sobre los sitios turísticos usando la geolocalización mediante WiFi (Troja, 2016).</p>
<p>Asignando recursos a redes multihoming, los usuarios pueden transmitir datos por varios tipos de redes heterogéneas simultáneamente, tomando en cuenta la eficiencia de energía global de la red, potencia de transmisión y ancho de banda (Vu et al., 2015).</p>	<p>Aplicación en Android que muestra información de los sitios turísticos de la ciudad de Tulcán usando geolocalización (Robles, 2015).</p>	<p>Aplicación móvil que geolocaliza puntos turísticos de la provincia del Carchi usando el GPS a través de los datos móviles 3G, 4G y GPRS (Narváez, 2016).</p>
<p>Se usa la arquitectura basada en el juego de Stackelberg para la distribución conjunta de precios y carga de multihoming en distintas redes de acceso inalámbrico (Yun et al., 2015).</p>	<p>Aplicación en Android que permite situar a un usuario mediante la geolocalización (Gáloc, 2016).</p>	<p>Aplicación móvil en Android que genera una agenda de recordatorios según el lugar en donde se encuentre el usuario usando la geolocalización mediante WiFi (Hernández, 2016).</p>
<p>Para poder proporcionar multihoming usan la tecnología wIGH que gestiona la multiplicidad de interfaces (Ngom et al., 2015).</p>		<p>Aplicación en Android que usa la minería de datos para observar en donde se produce el mayor gasto de energía y encontrar oportunidades</p>



Continúa

		de ahorro de batería de los dispositivos móviles (Vena & Rudenick, 2016).
		Creación de un framework llamado FREAKING que le permite al usuario elegir el tipo de conexión (redes de datos o WiFi) para cada aplicación en un dispositivo Android (Lobato et al., 2016)

2.5. Conclusiones

- En los trabajos anteriormente mencionados se puede observar que los usos de multihoming, geolocalización en el sistema operativo Android con smartphones son diversos y que se apegan mucho a la propuesta de este trabajo de investigación.
- En el estudio de los diferentes trabajos relacionados a pesar de que utilizan las tecnologías con similares características que se utilizan en el presente proyecto, ninguno ha acuñado el término geomultihoming.
- Al haber realizado un análisis sobre la técnica multihoming, se puede lograr alternancia entre distintas redes WiFi y datos móviles, o incluso se puede transmitir datos simultáneamente por cualquier red, usando WiFi y los datos móviles a la vez.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLANTACIÓN

En este apartado se presenta el análisis de la arquitectura de la aplicación Android que permita realizar geomultihoming entre redes WiFi y datos móviles. En el presente capítulo también se expone la selección de los componentes Android que se han tomado tras la revisión del marco teórico y estado del arte. Adicional, se muestra una sección de requisitos funcionales y requisitos no funcionales por medio de historias de usuario y modelos UML (Sección 3.2), para posteriormente realizar el diseño de la propuesta en base a los componentes seleccionados.

3.1. Arquitectura de la aplicación

Para el prototipo de sistema Multihoming se requiere emplear un componente que permita realizar acciones en base a rangos de tiempo determinados, por lo cual en la API de Android 21 se implementan los objetos tipo Job (JobScheduler [Sección 2.5.4] y JobInfo [Sección 2.5.5]), sin embargo estos nuevos componentes son ejecutados apenas el sistema operativo considera que no se va a utilizar memoria activa en un futuro cercano, por lo que las tareas se ejecutan con un retraso considerable promedio de 5 a 15 minutos (googlesource.com, 2014). Para esto, se ha tomado en cuenta utilizar otro componente: Android Foreground Service (Sección 2.5.1) que será el encargado de gestionar las actividades de alternancia implementando una interfaz para la obtención de la geolocalización y AlarmManager (Sección 2.5.3) que permitirá ejecutar Intents (Sección 2.5.2) en el tiempo exacto que se defina como parámetro.

La aplicación multihoming “AlphaCore” hace uso de 4 interfaces de forma que el servicio Android mhService, pueda acceder a datos de geolocalización, redes Wireless disponibles y comunicación con servicios externos. Se ha llamado AlphaCore a la aplicación Android, Alpha significa primero y Core quiere decir módulo, es nuestro primer módulo ya que la aplicación está pensada a seguir desarrollada en un futuro, se puede seguir añadiendo módulos y más funciones a la aplicación. En el apartado 3.8 se explica a detalle sobre todos los componentes utilizados para la

arquitectura, cuál es su funcionamiento y forma de trabajo en conjunto con los distintos módulos con los cuales opera para que funcione la aplicación Android.

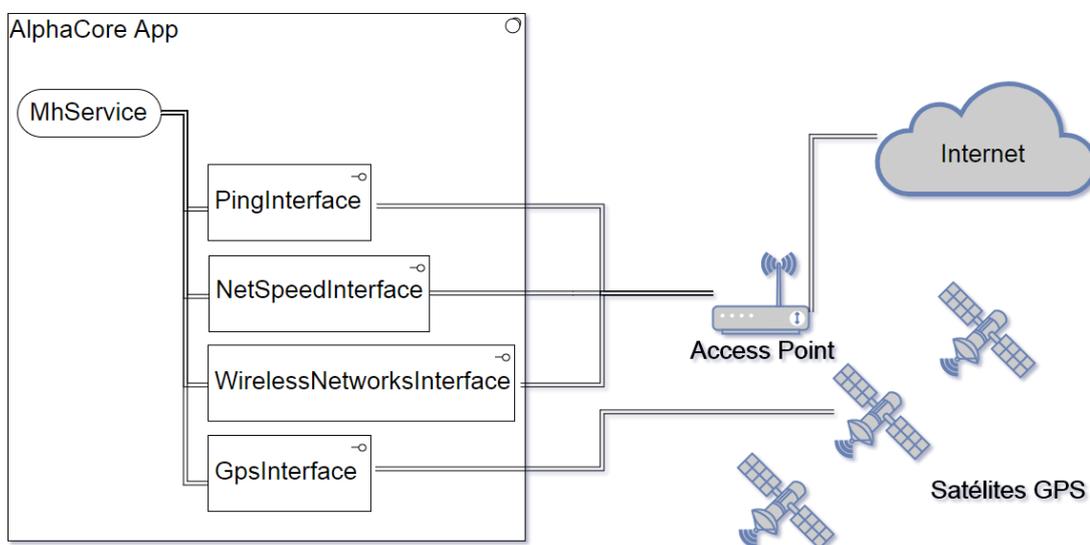


Figura 19 Esquema Prototipo Sistema AlphaCore.

Fuente (Elaboración propia)

A continuación en las siguientes Secciones (3.2 y 3.3) se procede a explicar el levantamiento de requisitos, es decir se representa los requisitos funcionales y no funcionales a manera de tabla, para un mejor entendimiento sobre lo que la persona o usuario necesita en la aplicación Android.

3.2. Historias de Usuario

Para realizar la recolección de la información que permite el desarrollo de los diagramas de caso de uso, secuencia, componentes y modelo de datos de la aplicación que controla el servicio de alternancia se utilizaron las siguientes historias de usuario.

Tabla 2
Historia de Usuario 1.

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: Cliente
Nombre historia: Gestionar redes WiFi.	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Descripción: Se mantendrá una conexión permanente a internet, sin comprometer la vida útil de mi dispositivo Smartphone/Tablet Android.	
Condiciones de completitud: La aplicación permitirá alternancia entre múltiples redes WiFi.	

En la tabla 2, se enuncia la funcionalidad que permite la alternancia entre redes WiFi y el acceso a la red de datos móviles con el fin de mantener una conexión ininterrumpida a internet.

Tabla 3
Historia de Usuario 2.

Historia de Usuario	
Número: 2	Usuario: Cliente
Nombre historia: Interfaz de ping.	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Descripción: Se emitirá notificaciones si las redes WiFi a las que se tenga acceso, no disponen de conexión a internet, de forma que se pueda habilitar el uso de datos móviles.	
Condiciones de completitud: La aplicación generará notificaciones.	

En la tabla 3, se enuncia la funcionalidad que permite generar notificaciones en la barra de navegación de forma que se informe al usuario cuando las redes WiFi cercanas no poseen salida activa a internet de forma que no se interrumpa la conexión y que sea el usuario quien decida si usar su plan de datos o no.

Tabla 4
Historia de Usuario 3.

Historia de Usuario	
Número: 3	Usuario: Cliente
Nombre historia: Definición de horario de funcionamiento.	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Descripción: Se elegirá un rango de horario para que el sistema entre en funcionamiento.	
Condiciones de completitud: La aplicación entrará en funcionamiento durante un rango horario de establecido por el usuario.	

En la tabla 4, se enuncia la funcionalidad que permite que la aplicación entre en acción durante el rango de horario que el usuario considere oportuno.

Tabla 5
Historia de Usuario 4.

Historia de Usuario	
Número: 4	Usuario: Cliente
Nombre historia: Acción al terminar la jornada.	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Descripción: Se elegirá que acción tomara la aplicación al terminar el ciclo de funcionamiento.	
Condiciones de completitud: La aplicación permitirá al usuario elegir si dejar encendido el módulo WiFi o apagarlo al terminar el rango horario establecido.	

En la tabla 5, se enuncia la funcionalidad que permite al usuario seleccionar si el módulo WiFi quedará activo o no al terminar el ciclo de ejecución de la aplicación de estar definido uno.

3.3. Requisitos Funcionales

Una vez descritas las historias de usuario, se procede a extraer los requisitos funcionales de la aplicación Android, presentados en la siguiente Tabla (tabla 6):

Tabla 6
Requisitos Funcionales del prototipo.

No	Requisitos Funcionales
1	La aplicación permitirá alternancia entre múltiples redes WiFi.
2	La aplicación generará notificaciones, para informar al usuario cuando se requiera su intervención.
3	La aplicación entrará en funcionamiento durante un rango horario establecido por el usuario, para optimizar las horas de trabajo solo cuando sea requerido.
4	La aplicación permitirá al usuario elegir si dejar encendido el módulo WiFi o apagarlo al terminar el rango horario establecido, de forma que se tenga un control durante la fase de inactividad al terminar la jornada.

3.4. Requisitos No Funcionales

Definidas las historias de usuario, se presentan los requisitos no funcionales derivados en la siguiente Tabla (tabla 7):

Tabla 7
Requisitos no funcionales del prototipo.

No	Requisitos No Funcionales
1	El dispositivo Smartphone debe tener Android como sistema operativo.
2	El sistema operativo del dispositivo debe tener como mínimo la versión KitKat 4.4 (API 19), ya que el componente de AlarmManager esta implementado desde dicha API.
3	El dispositivo debe tener acceso a por lo menos una red Wireless con conexión activa a internet o acceso a un plan de datos.
4	El dispositivo debe tener activo el módulo GPS todo el tiempo, ya que la consideración de las redes se basa en dicho modulo.
5	El dispositivo deberá tener configurada una cuenta valida de Google, para que el GPS de una aproximación de ± 10 metros.

A partir de los requisitos funcionales y no funcionales, también se han realizado diagramas de secuencia, que se pueden observar en los Anexos A1-A2-A3-A4.

3.5. Diagrama de Actividad

En la figura 20, se considera el flujo de eventos de la aplicación cuando existen interrupciones en la comunicación a internet, así como el criterio utilizado para la determinación de cuando se realizan las actividades de acuerdo al sistema de agendamiento del AlarmManager.

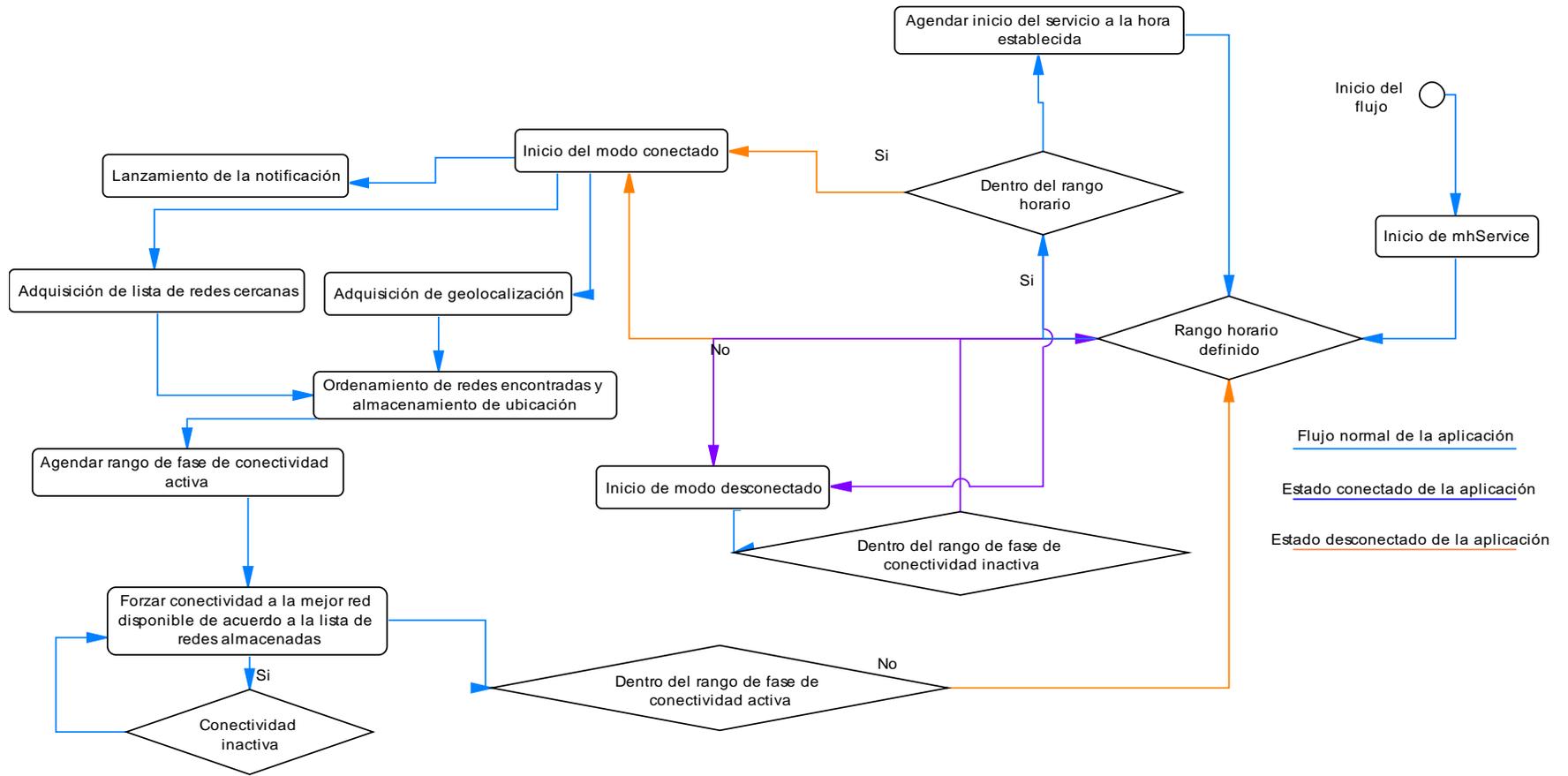


Figura 20 Diagrama de Actividad.
Fuente (Elaboración propia)

En la figura 21, se considera el flujo de eventos de la aplicación cuando se solicita la terminación del servicio mhService del módulo.



Figura 21 Flujo de Eventos de la app.

Fuente (Elaboración propia)

3.6. Diagrama de Clases

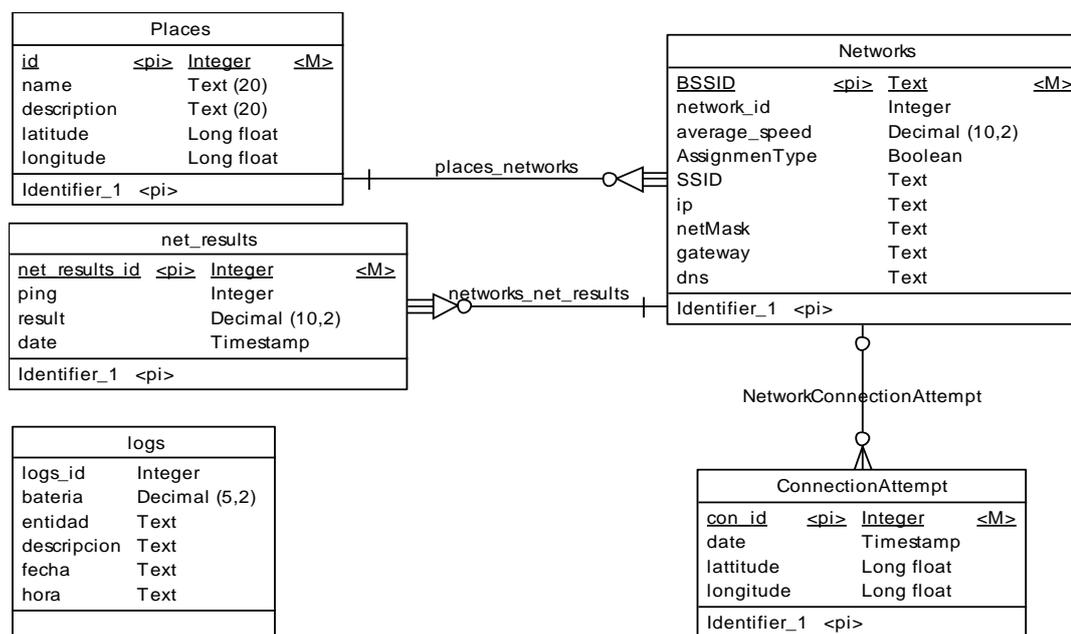


Figura 22 Diagrama de Clases.

Fuente (Elaboración propia)

En la figura 22, se presenta el diagrama conceptual de la base de datos SQLite usada para representar los objetos de persistencia que se utiliza en la aplicación. En la tabla Places (Sitios) se almacena un identificador, un nombre, una descripción y la ubicación en forma de latitud y longitud individualmente. En la tabla Networks (Redes) se almacena el BSSID que es el identificador único de la red (Mac Address), el identificador interno de la red otorgado por el sistema operativo, el tipo de asignación de configuración y la configuración personalizada que el usuario puede colocar si el nivel de Api lo permite. En la tabla Net Results (Resultados de Red) se almacenan datos del test de velocidad como el ping, la velocidad y la fecha. En la tabla ConnectionAttempt (Intento de conexión) se almacenan datos del sistema

estableciendo conexión a una red específica así como datos de la localización para ser usados en el Mapa de Conexiones.

3.7. Componentes Creados

En esta sección se exponen los componentes que se han desarrollado de manera autónoma para la aplicación Android, aquí se describe a detalle la forma de trabajar y la comunicación que existe entre los diferentes módulos desarrollados que son parte de un todo, también se describen las clases a usar en el código del aplicativo. Son 4 subapartados ya que son 4 los módulos creados para el funcionamiento de la aplicación Android, para que se haga uso de la tecnología Multihoming y de geolocalización.

3.7.1. Escaneo de redes Wireless

WirelessNetworksInterface es una clase que registra un componente de tipo Receiver con el parámetro de acción “WifiManager.SCAN_RESULTS_AVAILABLE_ACTION” de forma que se obtengan las redes dentro del alcance del Smartphone, una vez recibida esta lista se notifica al componente que llama a la clase de tipo WirelessNetworksInterface y se detiene la petición de actualización de redes.

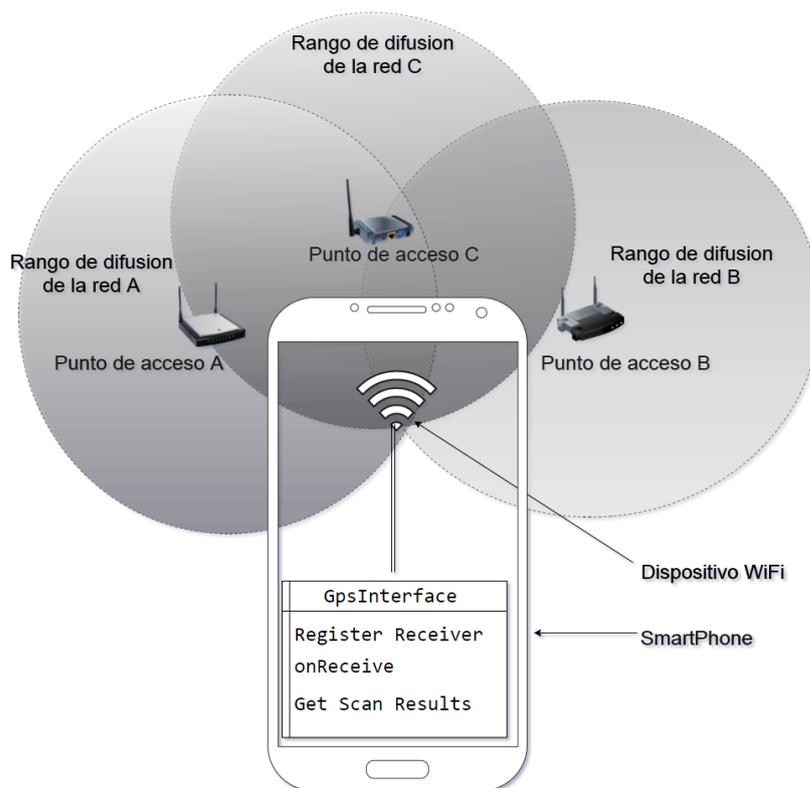


Figura 23 Diagrama de Escaneo de redes Wireless.
Fuente (Elaboración propia)

Para el funcionamiento del módulo Multihoming es necesario poseer una lista de redes disponibles de las cuales el usuario puede elegir (figura 23), para esto el módulo WiFi del dispositivo debe estar habilitado y debe existir por lo menos un red Wireless disponible. El proceso que se realiza es el siguiente:

- a) Se registra un receptor con un Intent específico.
- b) Se inicia el escaneo de redes.
- c) Al recibir la lista de redes, se informa a la clase que implemente la lista de la interfaz de la lista receptada.

Después de este proceso se quita el receptor y se borra el registro del receptor, ya que de otra manera el sistema va a seguir buscando redes y considerando que el flujo ya ha concluido, en consecuencia no se produce la entrega de la lista al hilo principal, de esta manera quedaría consumiendo batería y vida útil del radio WiFi.

Cabe aclarar, que si no se cuenta con los permisos de aplicación la lista que se recepta estará vacía.

3.7.2. Conexión al servidor Interfaz de Ping

PingInterface es una clase que extiende la superclase AsyncTask, de forma que se puedan realizar actividades de red, durante un tiempo específico definido como parámetro, se realizan peticiones de forma que se comprueba una conexión activa con el servidor, de forma que si la conexión falla por un número definido de intentos, se notifica a la clase que implementa un objeto de tipo PingInterface y se detiene la petición de conexión al socket del servidor.

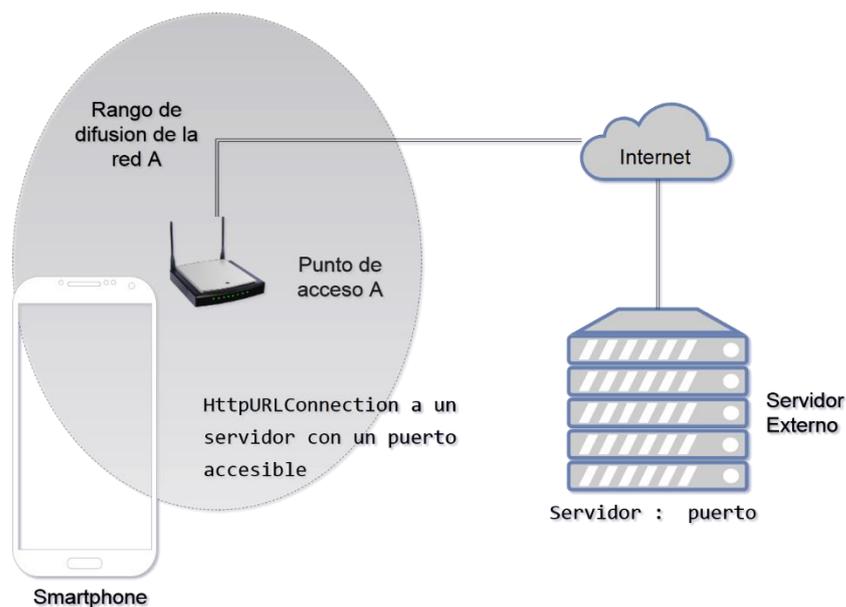


Figura 24 Diagrama de Interfaz de Ping.

Fuente (Elaboración propia)

Para la actividad del módulo multihoming, es necesario verificar que existe una conexión activa a internet, para el efecto de esto, el WiFi del dispositivo debe estar habilitado y debe existir por lo menos una red conexión activa a internet o acceso a un plan de datos (figura 24). El proceso es el siguiente:

- a) Se crea una conexión de red a un puerto disponible en un servidor.
- b) Se verifica que el puerto esté activo.
- c) Se vuelve a repetir la petición durante el tiempo establecido.

Acabado el proceso se cierra la conexión. De no lograr establecer una conexión con el servidor se informa a la clase que implementa esta interfaz, que la conexión actual no permite salida a internet.

3.7.3. Interfaz para Velocidad de la Conexión

NetSpeedInterface es una clase que extiende la superclase AsyncTask de forma que se puedan realizar actividades de red, se crea una conexión a un determinado URL de forma que mediante un objeto de tipo InputStream se pueda contar los bytes recibidos, así como el tiempo en que ha demorado esta transferencia y mediante un cálculo sencillo se pueda obtener un coeficiente de la velocidad de transferencia que viene a representar la velocidad actual de la red inalámbrica.

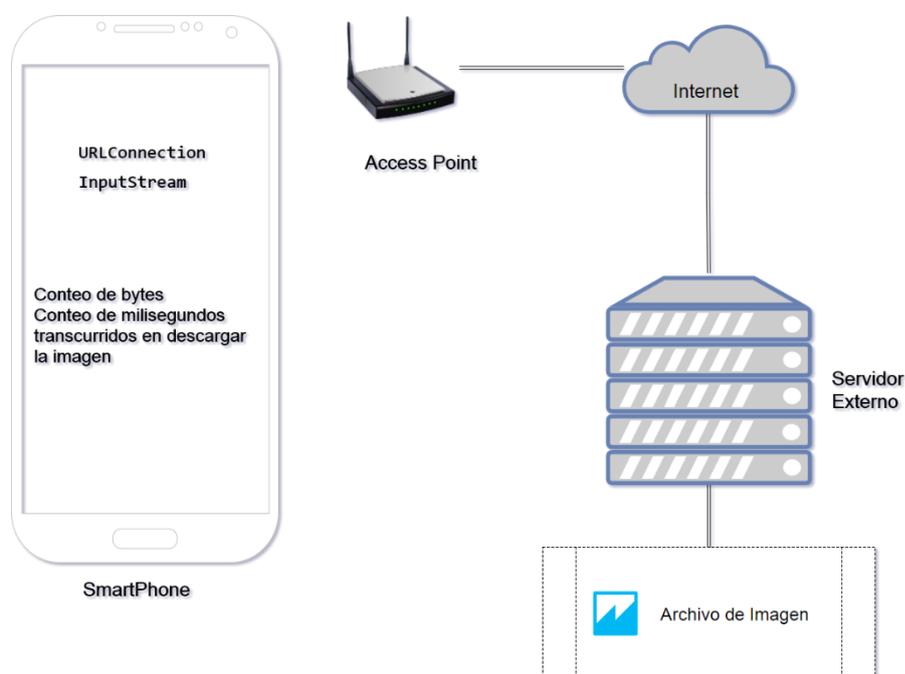


Figura 25 Diagrama de Interfaz de Velocidad Conexión.

Fuente (Elaboración propia)

Para el almacenamiento de una red en la aplicación se necesita verificar la velocidad promedio que esta permite (figura 25). El módulo WiFi del dispositivo debe estar habilitado y debe existir por lo menos una red con conexión activa a internet. El curso del módulo es el siguiente:

- a) Se crea una conexión de red a un puerto disponible en un servidor.
- b) Se realiza la descarga de un archivo determinado.
- c) Se mide el tiempo que toma en descargar el archivo completo.
- d) Se notifica a la clase que implementa esta interfaz de los resultados del test.

De estar definido en el constructor de la clase se desplegará un aviso de los resultados. Si no se logra establecer una conexión con el servidor, la velocidad del test resultante será 0 bytes por segundo.

3.7.4. Interfaz GPS

GpsInterface implementa las clases LocationListener, GoogleApiClient.ConnectionCallbacks, GoogleApiClient.OnConnectionFailedListener de forma que al usarse como parámetros en un objeto de tipo GoogleApiClient.Builder se puede realizar peticiones al dispositivo GPS incorporado al Smartphone con la finalidad de obtener la localización en tiempo real, ya que no es necesaria la constante actualización de esta petición, se detendrá el requerimiento al obtener una localización válida.

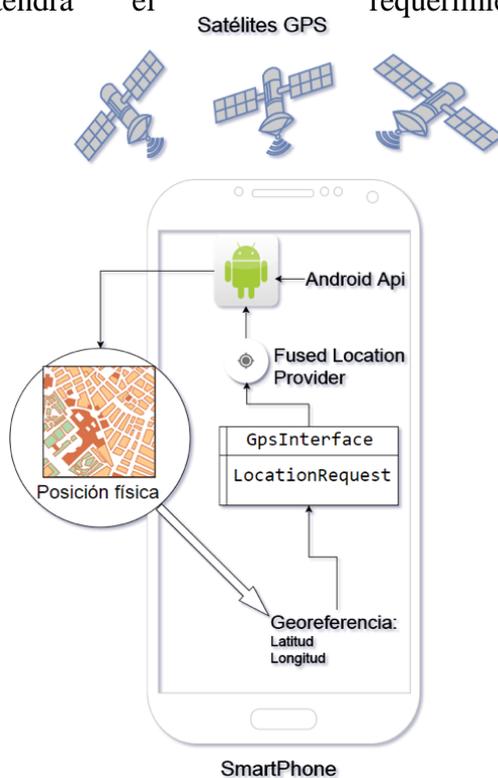


Figura 26 Diagrama de Interfaz GPS.
Fuente (Elaboración propia)

Para la identificación del sitio actual se necesita la geolocalización (figura 26). El módulo GPS del dispositivo debe estar activo. El proceso que realiza es el siguiente:

- a) Se verifica permisos de usuario para obtención de localización.
- b) Se verifica el acceso a una cuenta de google para la obtención del Google Api

Client.

- c) Se realiza la petición de la geolocalización.
- d) Se notifica a la clase que implementa la interfaz de la localización obtenida.

Después de este proceso se detiene la petición de localización. De no contar con el módulo GPS activo, se dispara una notificación para que el usuario proceda a activar el módulo GPS desde el menú de configuración Android.

3.8. Interacción con el usuario

En este apartado se habla sobre la aplicación Android mostrando el diseño o maquetado de la interfaz (mock ups) y así como también los colores en paleta que se ha elegido para usarlos en la interfaz.

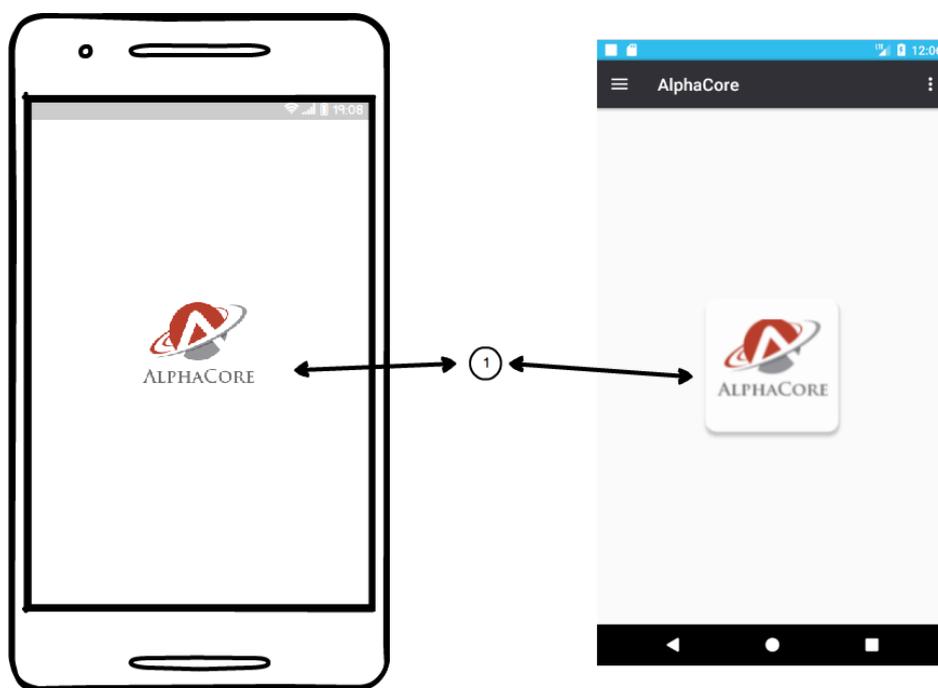
La aplicación trabaja en primero y segundo plano de forma que se complementan, ya que en primer plano tenemos la UI que viene a ser la interfaz de usuario que servirá para recoger los datos de preferencia de configuración que introduzca el usuario para el funcionamiento del módulo Multihoming de acuerdo a sus necesidades así como la visualización gráfica de los sitios y fechas en que el módulo haya entrado en funcionamiento mediante un mapa y el uso de marcadores. Mientras que será durante el uso del segundo plano que la aplicación realice las tareas de conexión a las diferentes redes configuradas.

Ahora en lo que respecta a la interfaz de usuario se ha considerado un diseño minimalista que considere que la mayoría de usuarios leen de izquierda a derecha y de arriba para abajo por lo que el menú principal se ha colocado a la izquierda, tomando en cuenta que se ha usado un diseño propuesto entre los templates de Android Studio por lo que este ya ha sido optimizado por los desarrolladores del IDE en base a sus propios estudios y buenas practicas (Cuello & Vittone, 2013).

Para efectivizar una interfaz de calidad, se ha acudido a realizar un maquetado previo al desarrollo de la aplicación Android. El maquetado y diseño de la interfaz se lo ha realizado para las interfaces de:

- Menú principal de la aplicación Android.

- Ventana de Preferencias de WiFi/Data.
- Ventana de sitios registrados.
- Ventana de gestión de redes WiFi.
- Ventana de mapa de conexiones.
- Ventana de configuración de nueva red.
- Ventana de configuración de nuevo sitio.
- Ventana de test de velocidad.



1 Logo de la aplicación

Figura 27 Pantalla de inicio.
Fuente (Elaboración propia)

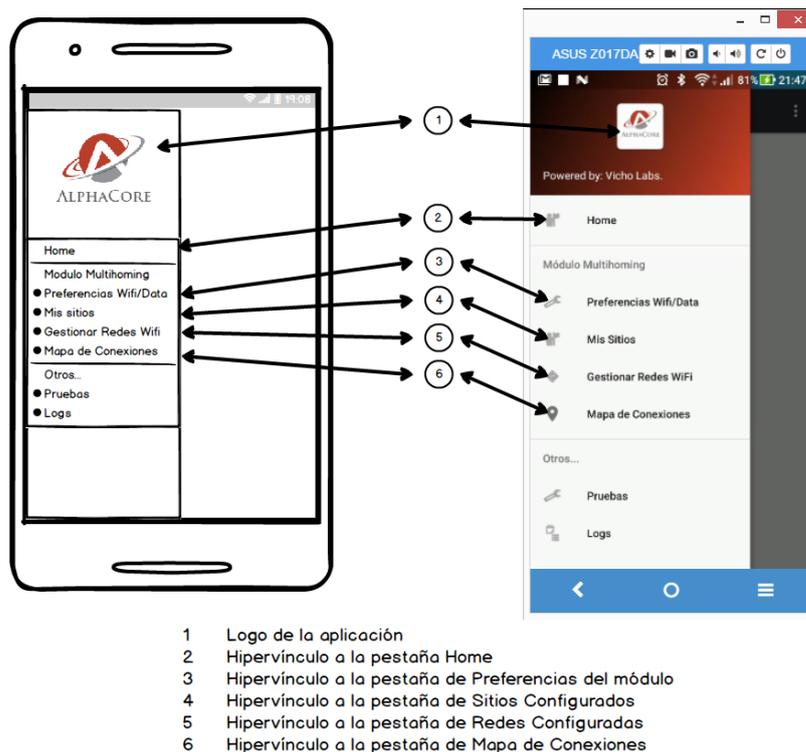


Figura 28 Menú principal de la aplicación Android.

Fuente (Elaboración propia)

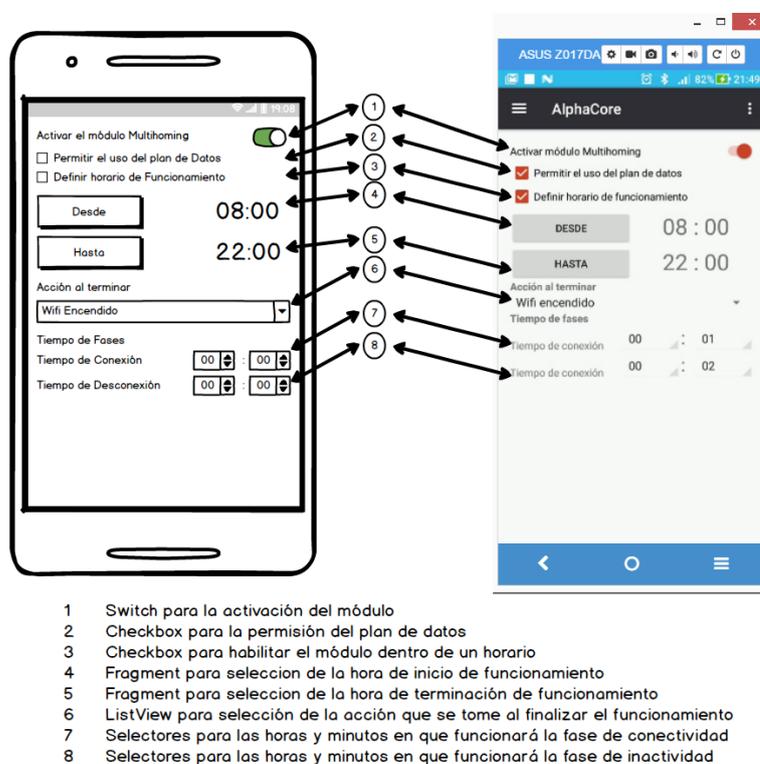
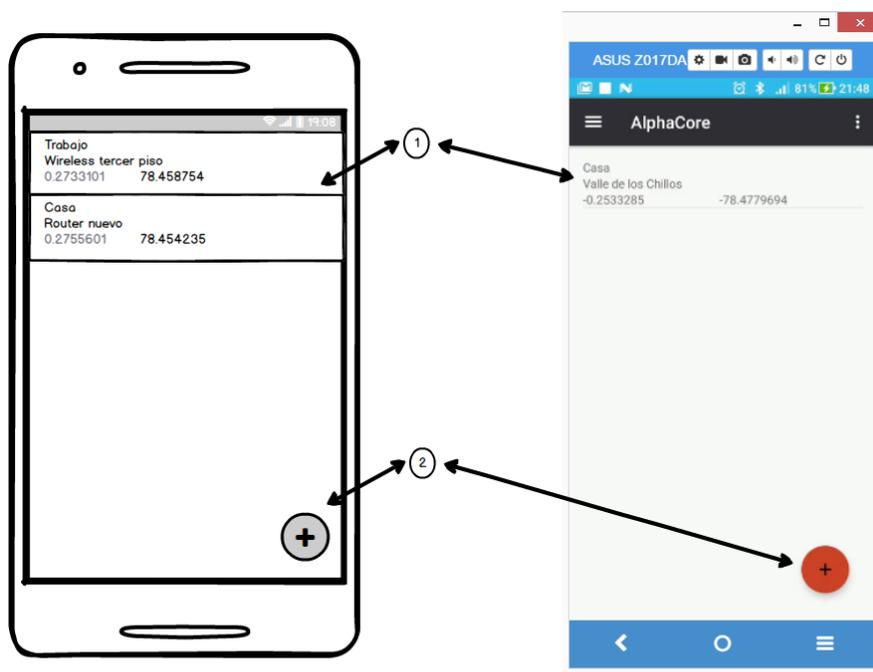


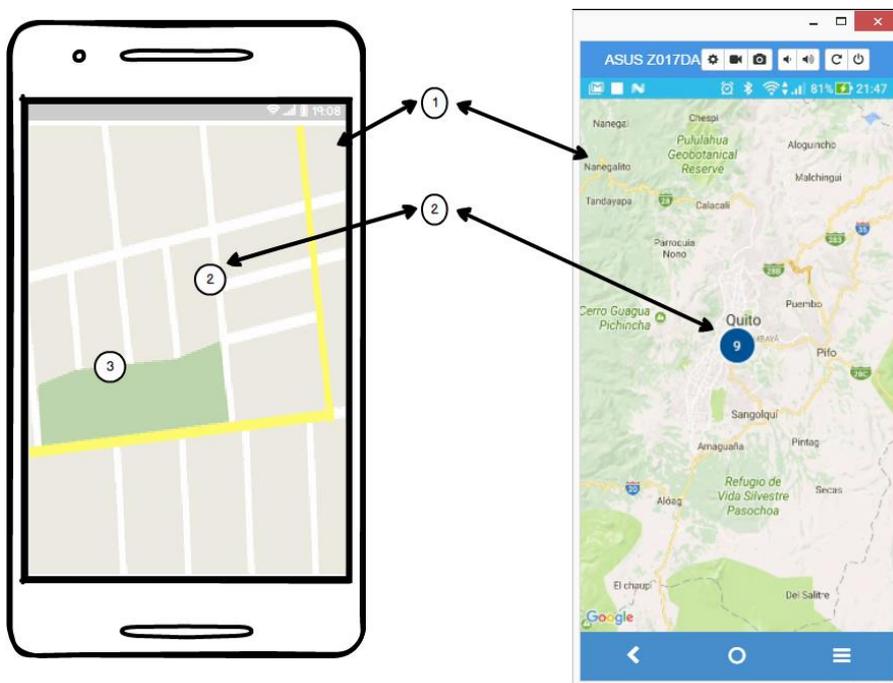
Figura 29 Preferencias WiFi/Data.

Fuente (Elaboración propia)



- 1 Item de tipo Sitio configurado editable
- 2 Botón para ingreso de un nuevo sitio

Figura 30 Pantalla mis sitios.
Fuente (Elaboración propia)



- 1 Mapa centrado en la posición actual
- 2 Cluster que muestra la localización de las conexiones

Figura 31 Mapa de Conexiones.
Fuente (Elaboración propia)

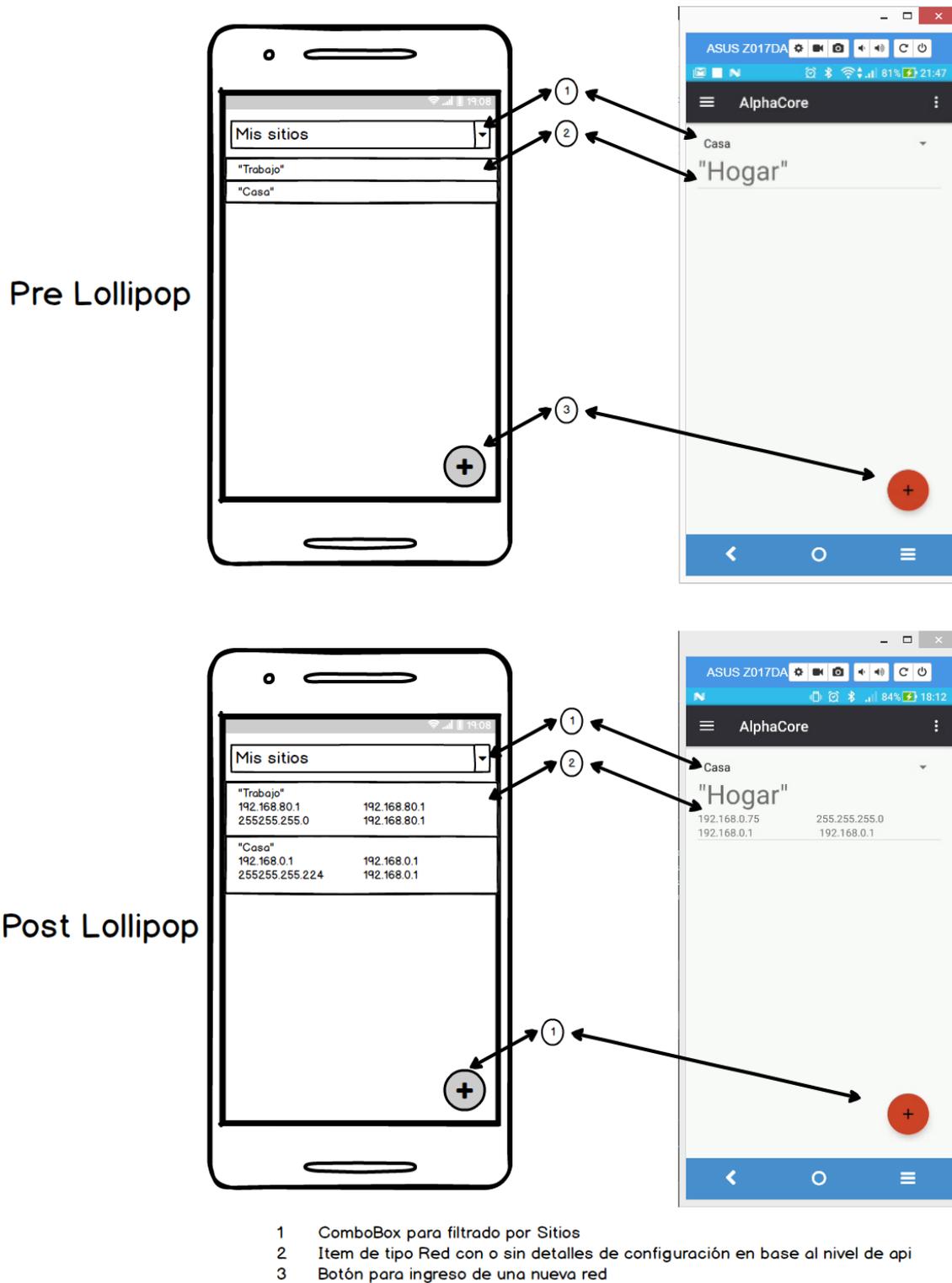
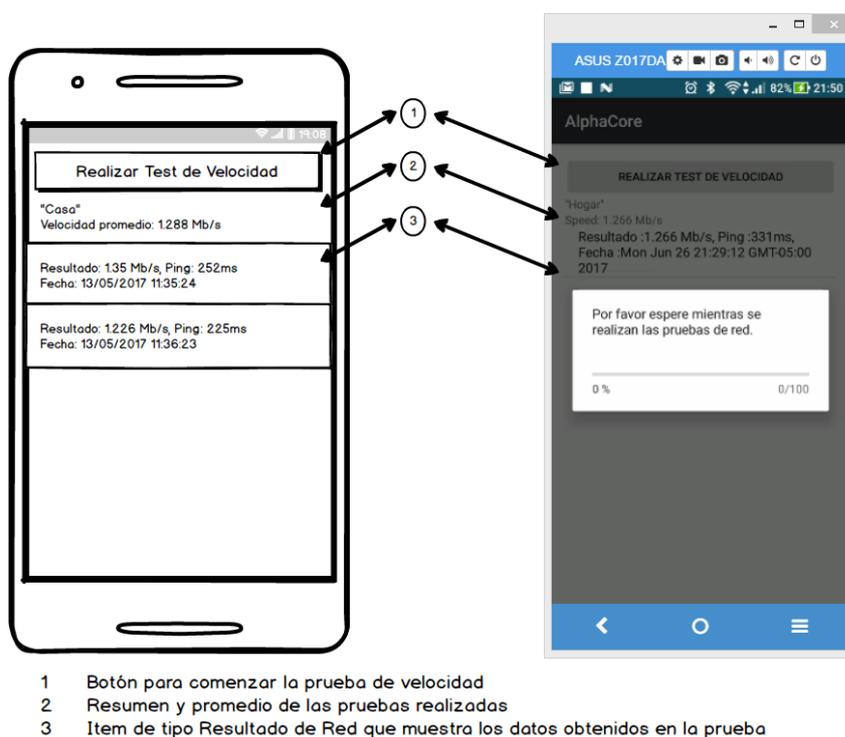


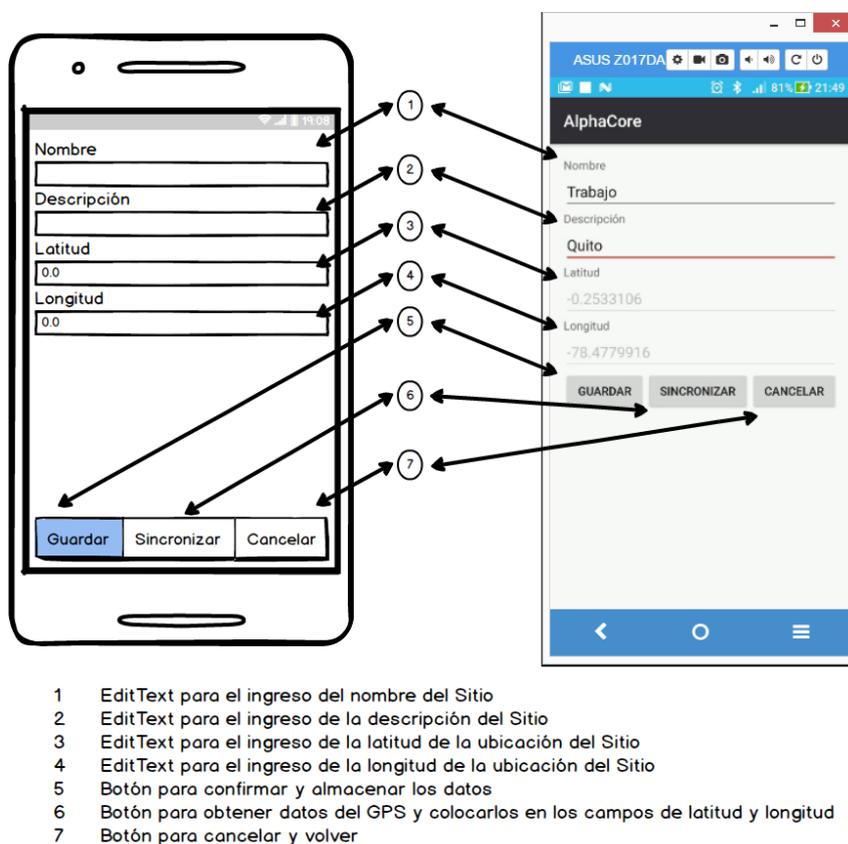
Figura 32 Pantalla de gestión de Redes WiFi.

Fuente (Elaboración propia)



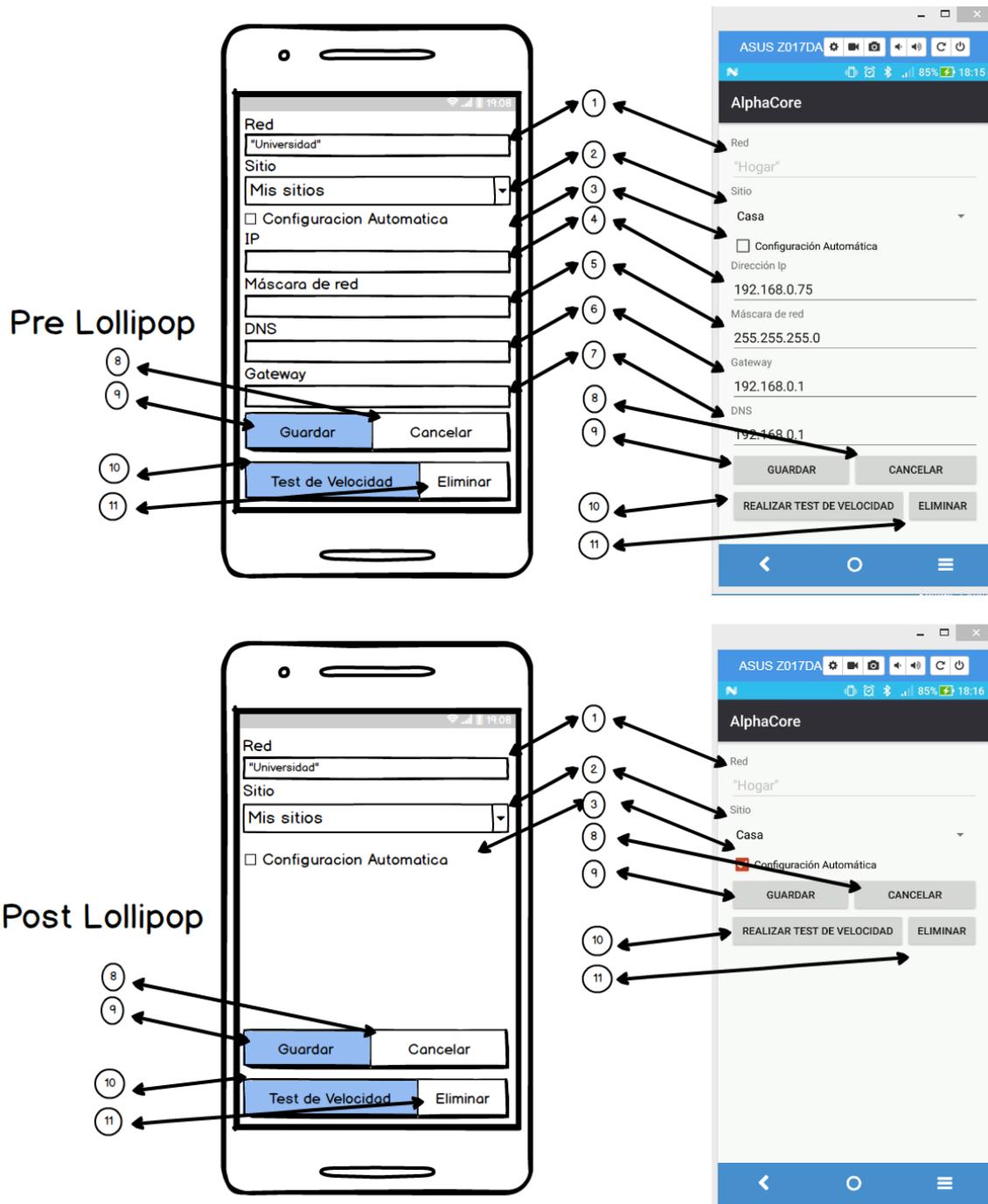
- 1 Botón para comenzar la prueba de velocidad
- 2 Resumen y promedio de las pruebas realizadas
- 3 Item de tipo Resultado de Red que muestra los datos obtenidos en la prueba

Figura 33 Test de Velocidad.
Fuente (Elaboración propia)



- 1 EditText para el ingreso del nombre del Sitio
- 2 EditText para el ingreso de la descripción del Sitio
- 3 EditText para el ingreso de la latitud de la ubicación del Sitio
- 4 EditText para el ingreso de la longitud de la ubicación del Sitio
- 5 Botón para confirmar y almacenar los datos
- 6 Botón para obtener datos del GPS y colocarlos en los campos de latitud y longitud
- 7 Botón para cancelar y volver

Figura 34 Nueva Sitio.
Fuente (Elaboración propia)



- 1 EditText para el ingreso del nombre de la Red
- 2 ComboBox para la selección del sitio al que se le asignará
- 3 CheckBox para selección de configuración manual o automática
- 4 EditText para el ingreso de la IP de la red
- 5 EditText para el ingreso de la Máscara de la red
- 6 EditText para el ingreso de la Puerta de enlace (Gateway) de la red
- 7 EditText para el ingreso del DNS Principal de la red
- 8 Botón para cancelar y volver
- 9 Botón para confirmar y almacenar los datos
- 10 Botón para verificar las pruebas de velocidad realizadas previamente
- 11 Botón para eliminar el registro de la base de datos

Figura 35 Nueva Red.
Fuente (Elaboración propia)

3.9. Código Fuente

En la presente sección se exponen las líneas de código de la aplicación, en las cuales está la programación de levantamiento del servicio mhService, el cual es un servicio de primer plano que gestiona la conectividad y la alternancia entre redes.

```
@Override
public int onStartCommand(Intent intent, int flags, int startId) {
    tinyDB = new TinyDB(getApplicationContext());
    mhModuleData = tinyDB.getMhModuleData();
    Long actual = System.currentTimeMillis();
    switch (intent.getAction()){

    }
    return START_STICKY;
}
```

Inicio y final del Foreground Service, se declaran las variables tinyDB que nos permite realizar labores de persistencia con la base de datos SQLite, la variable “actual” que nos sirve para saber el tiempo de inicio y el switch que servirá para navegar entre las actividades del servicio.

```
case ACTION.START_HM_MODULE_ACTION:
    Log.i(LOG_TAG, "Received Start Foreground Intent ");
    Long mhModStart = fromCalToMillis(mhModuleData.getMhModStartHour(),
    mhModuleData.getMhModStartMin());

    if (mhModuleData.getMhWorkTimeCheck() && actual < mhModStart)
        callAlarmManager(getApplicationContext(), (int) (mhModStart - actual),
        ACTION.CONNECTED_STATE);
    else
        callAlarmManager(getApplicationContext(), 0, ACTION.CONNECTED_STATE);
    break;
```

Para este caso, se imprime un log de que se iniciará el Servicio, se vuelve a medir el tiempo y se revisa si el servicio se encuentra en funcionamiento y que el modulo este seleccionado como activo, entonces se procede a programar la siguiente actividad.

```
case ACTION.STOP_HM_MODULE_ACTION:
    Log.i(LOG_TAG, "Received Stop Foreground Intent");
    stopForeground(true);
    stopSelf();
    break;
```

En caso de recibir la bandera de detención del servicio, se imprime el cese de actividades y se da por finalizado el proceso.

```
case ACTION.CONNECTED_STATE:
    Log.i(LOG_TAG, "Received Connection Foreground Intent ");
    startForeground(NOTIFICATION_ID.MH_FOREGROUND_SERVICE,
    createNotification(mhModuleData.getMhSW()));
    checkTimeLapses(intent.getAction());
```

```
break;
```

En caso de recibir esta bandera se imprime el log de inicio, se inicia el servicio junto al objeto de la notificación que permite que el sistema no elimine el proceso y se programa el inicio del siguiente lapso.

```
case ACTION.DISCONNECTED_STATE:
    Log.i(LOG_TAG, "Received Disconnection Foreground Intent ");
    checkTimeLapses(intent.getAction());
    break;
```

Al recibirse esta bandera se imprime el estado y se hace el cambio de lapsos programando el siguiente.

```
case ACTION.DISPLAY_INFO:
    closeNotificationBar();
    Log.i(LOG_TAG, "Received Info Display Foreground Intent ");

    if (mhModuleData.getMhSW()){
        String log = getMessageInfo(
mhModuleData.getMhState()?R.string.mhModConnPhase:R.string.mhModDisconnPhase,
mhModuleData.getMhState()?mhModuleData.getConnPhaseTime():mhModuleData.getDisconPhaseTime()
        );
        Log.i(LOG_TAG, log);
        Toast.makeText(this, log, Toast.LENGTH_LONG).show();
    }
    break;
```

En esta bandera se realiza una impresión de texto del estado actual de lapsos del servicio de forma que el usuario pueda saber en qué actividad se encuentra.

```
case ACTION.FORCE_CONECTIVITY:
    closeNotificationBar();
    Log.i(LOG_TAG, "Received Force Conectivity Foreground Intent ");
    if (!mhModuleData.getMhState())
        enabledState(getApplicationContext(), intent.getAction(),
            5 * 60 * 1000);
    break;
```

Esta acción indica al receiver que debe iniciar conectividad solamente por 5 minutos de forma que el usuario no necesita activar todo el módulo de multihoming, sino que por tiempo limitado el servicio realizará labores de conectividad y terminará su ejecución.

```
case ACTION.ACTIVITYCALLBACK_ACTION:
    Log.i(LOG_TAG, "Received Main Activity Callback Foreground Intent ");
    MainActivity.setActualFragment(new mhModuleSettingsFragment());
    break;
```

Esta bandera se produce al hacer click en el cuerpo de la notificación por lo que el resultado será que se lanza la aplicación teniendo como fragmento principal las configuraciones del módulo.

```

case ACTION.ON_DAY_END:
    Log.i(LOG_TAG, "Received On Day End Foreground Intent ");
    Object[] sameDay = isSameDay();
    callAlarmManager(getApplicationContext(), (int) ((Long) sameDay[0] - actual),
ACTION.CONNECTED_STATE);

    switch (mhModuleData.getMhEndActionSpinner()){
        case 0:
            NetTools.changeWifiState(getApplicationContext(), false);
            break;
        case 1:
            NetTools.changeWifiState(getApplicationContext(), true);
            break;
    }
    break;

```

Al recibir esta bandera se tiene que tener programado un cese de actividades mediante la definición de un rango horario de trabajo diario, por lo que se programa una nueva actividad al día siguiente en la hora programada.

3.10. Conclusiones

- Es mucho más conveniente separar las funcionalidades macro en interfaces más pequeñas de forma que sean más simples de usar y a la vez más genéricas de forma que se puede reutilizar el código.
- Al hacer uso de tipos de letra y colores llamativos acorde a la funcionalidad de la aplicación, los usuarios muestran mayor interés.
- Es fundamental realizar una revisión del estado del arte así como de los posibles componentes a utilizar de forma que a futuro la aplicación requiera la menor cantidad de cambios o mantenimientos posibles con la finalidad de seguir dando soporte a las APIS un poco discontinuadas.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN

La aplicación desarrollada ha sido diseñada para evaluar a 50 personas dentro de la ciudad de Sangolquí, las mismas que son estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE del Campus de Sangolquí, con un rango de edad de 22 a 25 años, debido a que muchos de los alumnos que estudian en ésta universidad, son procedentes de distintas ciudades del Ecuador, y esto resulta beneficioso ya que cada persona cuenta con diferentes hábitos al momento de utilizar un Smartphone para realizar una conexión a redes WiFi y redes de datos móviles.

Mediante el desarrollo desarrollado de la aplicación móvil, se ha generado una solución a la problemática explicada en el capítulo 1, ya que al estar implementada para el sistema operativo Android se obtuvo mayor facilidad para organizar la programación de los diferentes módulos que compone el aplicativo. Los beneficios con los que cuenta la aplicación es que se tiene una conexión ininterrumpida de acceso a internet mediante la alternancia entre las redes WiFi y redes de datos (Multihoming).

Al conectarse a una red inalámbrica, utilizando la aplicación desarrollada, como primer punto realiza un test de velocidad entre las redes disponibles y se conecta a la red que tenga mayor velocidad de conexión. En el caso de no obtener redes disponibles, la aplicación realizará un escaneo para verificar si existe alguna red a la que pueda conectarse el usuario. Al no encontrar ninguna red disponible, la aplicación envía un aviso, solicitando encender la opción de datos móviles y apagar el radio WiFi para optimizar el consumo de batería. Además la aplicación también guarda el número de veces que se ha conectado a una red WiFi y lo presenta en un mapa (Geolocalización), para que el usuario tenga un log de visualización de las redes a las que se ha conectado. Se podrá hacer uso de un horario para que la aplicación mantenga encendidas las redes, ya sea este para uso de la red inalámbrica o para usar los datos móviles.

Para la evaluación se han diseñado 2 experimentos diferentes:

- 1) Se evalúa una tarea mediante la forma tradicional vs la realización de la misma tarea con la aplicación desarrollada. Para esta forma se cuenta con 40 personas.
- 2) El segundo experimento hace uso del cuestionario de usabilidad USE de la aplicación desarrollada para enfocarse en la interacción del usuario, se aplicará la metodología de evaluación Latin Square (Hart, 2003), la cual consiste en diseñar un cuadrado con un mismo número de filas y columnas, que se puede utilizar para controlar la variación aleatoria de dos factores de modo que todas las combinaciones de valores posibles para las dos variables se puedan probar varias veces, en otras palabras, Latin Square es destinado a evitar resultados polarizados tras la ejecución de la actividad, es decir para garantizar que exista una correcta distribución de soporte según sesión y grupo y no se den sesgos en los resultados.

4.1. Evaluación de la aplicación desarrollada

En esta sección se realiza la evaluación de una tarea específica de la forma tradicional (sin usar la aplicación) versus la ejecución de la misma tarea usando la aplicación desarrollada en el presente trabajo de investigación, esta tarea se evalúa con 40 personas.

4.1.1. Diseño de la actividad empleando la aplicación

El uso de las tecnologías multihoming, geolocalización y permitir una conexión continua a internet se aplican en esta actividad a través del uso de la aplicación para Android.

Objetivo: Evaluar la efectividad de la aplicación Android desarrollada en el presente trabajo de investigación, mediante la obtención de resultados que confirmen que se mantiene una conexión ininterrumpida a internet al alternar entre redes WiFi y datos móviles, que utilizando la manera tradicional.

Participantes: Esta actividad se planificó con la participación de 20 estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática.

Sesiones: Para evaluar esta actividad, se realizaron dos sesiones. En la primera sesión se expuso una presentación acerca del concepto de multihoming y geolocalización, también se explicó sobre la interfaz de la aplicación. Esta sesión se realizó en los cursos de clases de los niveles séptimo, octavo y noveno de la carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. La segunda sesión se realizó con los mismos estudiantes los cuales usaron la aplicación en sus dispositivos Android para realizar la tarea asignada, la cual es:

- a) Acceso a los participantes a un número específico de redes inalámbricas a su alcance y que identifiquen la red con mayor velocidad y el tiempo que se demoran en conectarse.

En el proceso de la actividad los autores del presente trabajo de investigación observan la operatividad de la aplicación y el funcionamiento de los módulos desarrollados. Al finalizar la actividad, los estudiantes completaron un cuestionario sobre las tecnologías usadas y la utilidad que tiene el aplicativo.

Forma de evaluación: Para la evaluación de esta actividad se han considerado como variables: la atención prestada, la satisfacción, la motivación y los resultados de la encuesta tras realizar la sesión. Para recolectar estos datos se usó el cuestionario diseñado para este primer experimento (Anexo B1) como herramienta de medición de los conocimientos adquiridos y la aceptación de la aplicación.

4.1.2. Diseño de la actividad de la manera tradicional

Esta actividad es similar a la actividad descrita en la sección 4.1.1, solo que en este caso se utiliza la metodología tradicional, en lugar de utilizar la aplicación Android desarrollada.

Objetivo: Establecer un grupo de control que realice la misma actividad que el anterior grupo, para obtener información y realizar una comparativa de los resultados obtenidos y comprobar el impacto de la aplicación Android desarrollada.

Participantes: Para esta actividad se planificó la participación de 20 estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, estos estudiantes son diferentes del grupo de usuarios que realizaron la actividad con la aplicación desarrollada.

Sesiones: Para evaluar esta actividad se realizó en dos sesiones. La primera sesión tuvo lugar en los cursos de clases de los niveles séptimo, octavo y noveno de la carrera. Se trabajó con 20 alumnos en parejas, los cuales realizaron la misma tarea (descrita en la sesión 4.1.1 de este capítulo) sin hacer uso de la aplicación Android, solamente usando el radio WiFi propio del Smartphone y redes de datos móviles. En la segunda sesión los participantes llenaron el cuestionario una vez cumplida la tarea.

Forma de evaluación: De igual forma que en la actividad realizada con la aplicación Android (descrito en la sesión 4.1.1. de este capítulo), se procedió a realizar el cuestionario (Anexo B2) diseñado para evaluar la actividad de la manera tradicional.

4.1.3. Desarrollo de sesiones de evaluación

4.1.3.1. Sesión 1: Capacitación de geomultihoming y descripción de la tarea a realizar

La sesión de introducción a geomultihoming se planificó para 20 alumnos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, y contó con la ayuda de la profesora de Proyecto Integrador 4. Para esta sesión se hicieron dos grupos de 10 estudiantes cada uno. Se reservó un tiempo 40 minutos para la primera sesión y 20 minutos para la segunda sesión.

En esta sesión, se capacitó a los estudiantes sobre los conceptos de geolocalización y multihoming de donde viene la palabra acuñada geomultihoming. La tarea principal que se realizó trató sobre entender las tecnologías que se usaron en el presente trabajo de investigación.

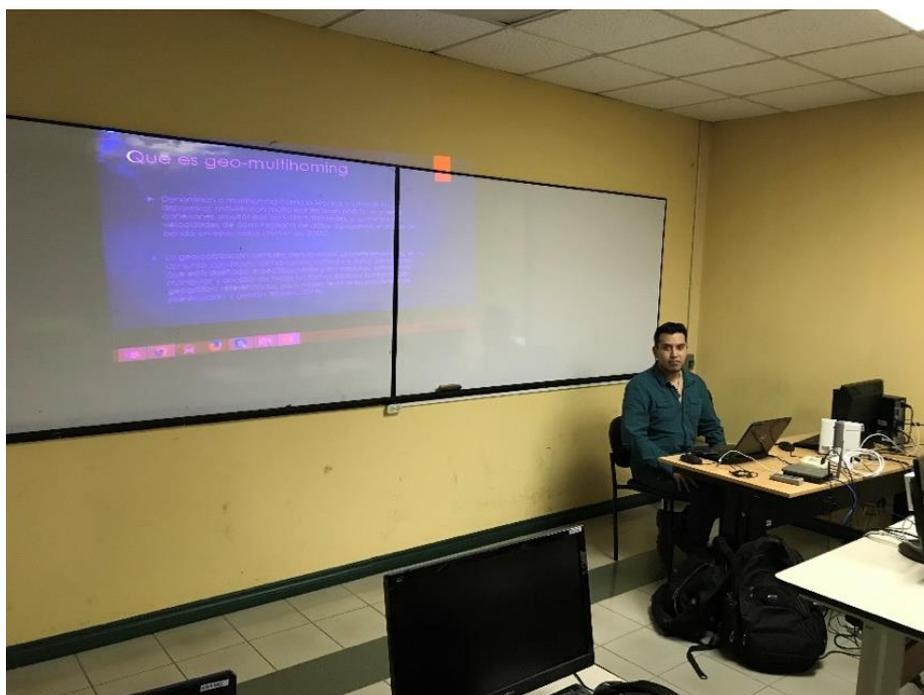


Figura 36 Sesión de Capacitación de Geomultihoming

4.1.3.2. Sesión 2: Ejecución de la tarea descrita

4.1.3.2.1. Ejecución de tarea utilizando la aplicación Android desarrollada

La sesión para la realización de la tarea (descrita en la sesión 4.1.1 de este capítulo), se planificó para 20 estudiantes de los niveles séptimo, octavo y noveno de la carrera. Para esta sesión se trabajó con diez grupos de 2 estudiantes cada uno y se reservó un tiempo de 20 minutos.

En esta sesión se contó de nuevo con la ayuda de la profesora de proyecto integrador 4 y con otro profesor de la misma materia, los cuales que agruparon a los estudiantes en parejas dependiendo de la afinidad entre ellos.

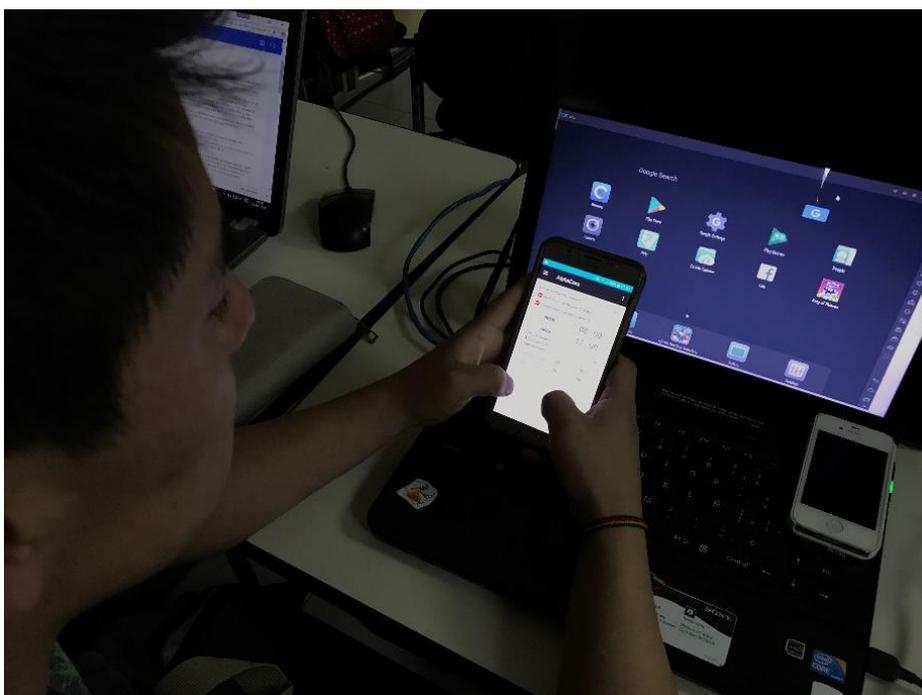


Figura 37 Alumnos de la segunda sesión interactuando con la aplicación Android

En la sesión primero se mostró cómo utilizar el aplicativo en los smartphones y también se observó a los estudiantes muy motivados con la actividad, incluso algunos alumnos deseaban volver a realizar la sesión. Los estudiantes se mostraron independientes, no requirieron ayuda para el manejo de la aplicación, mientras lo manipulaban iban aprendiendo a utilizarlo.

4.1.3.2.2. Ejecución de tarea utilizando la manera tradicional

Para la sesión realizada usando el método tradicional, se contó con 20 estudiantes de séptimo, octavo y noveno nivel de la carrera, que formaron un grupo de control y se reservó un tiempo de 30 a 40 minutos.

Los estudiantes realizaron la actividad propuesta en el aula de clases, donde la profesora de Proyecto Integrador 4 agrupó a los estudiantes mediante parejas de alumnos que presentaban afinidad.



Figura 38 Alumnos de la cuarta sesión. Manera Tradicional

Al realizar la actividad, los alumnos se mostraban impacientes, y se dificultó la observación de cada pareja de estudiantes debido a que utilizaban su propio dispositivo móvil para realizar la actividad.

4.1.4. Resultados

4.1.4.1. Resultados de la sesión 1

Los resultados recogen información de los 20 estudiantes que realizaron la actividad. Para esto se aplicó el método de observación directa con la cual se pudo evaluar la capacitación de geomultihoming (Tabla 8).

Tabla 8
Resultados sobre la capacitación de geomultihoming

Dimensión	Si	No
Satisfacción	20 (100%)	0 (0%)
Motivación	19 (95%)	1 (5%)
Atención Prestada	19 (95%)	1 (5%)

Los resultados de la capacitación de geomultihoming indican que a los alumnos les ha parecido fácil aprender un tema que desconocían. El 95% de estudiantes

comentaron que les gustaría seguir aprendiendo sobre este tema, por lo que pudimos concluir que a través de la sesión introductoria, los alumnos lograron absorber los conocimientos básicos sobre la geolocalización y multihoming (geomultihoming) y estaban listos para utilizar el aplicativo.

4.1.4.2. Resultados de la sesión 2

4.1.4.2.1. Resultados obtenidos utilizando la aplicación Android desarrollada

Se evaluó la resolución de la actividad por parte de 20 estudiantes. Luego de realizar la sesión, se les solicitó llenar una encuesta compuesta de cinco preguntas (Tabla 9) con el objetivo de evaluar el desarrollo de la actividad.

Tabla 9
Resultados de la encuesta usando la aplicación Android

Dimensión	Preguntas	Si	No
Conocimiento Previo	¿Conocías el concepto de multihoming?	1 (5%)	19 (95%)
	¿Consideras que es un concepto aplicable al mundo moderno en que todo se basa en la conectividad al internet?	18 (90%)	2 (10%)
Facilidad de Uso	¿Te ha parecido fácil configurar y usar la aplicación?	17 (85%)	3 (15%)
	¿La combinación de los colores usados te ha causado algún tipo de desmotivación para el uso de la app?	5 (25%)	15 (75%)
Utilidad	¿Crees que el concepto de la aplicación puede usarse en ámbitos transaccionales o con fines recreativos (e-gaming, chat, streamings, social media, etc)?	17 (85%)	3 (15%)

En la tabla 9 se observa que el 95 % de los estudiantes no sabían sobre el concepto de multihoming. El 85% de estudiantes indican que han podido configurar y usar la aplicación Android rápidamente en sus dispositivos móviles. Cabe recalcar que para el uso de la aplicación se realizó una demostración de cómo funciona el aplicativo mientras los estudiantes ya tenían instalada la aplicación en sus smartphones mientras realizaban la actividad.

4.1.4.2.2. Resultados obtenidos utilizando la manera tradicional

Para esta sesión, la evaluación se realizó usando el mismo cuestionario empleado con el grupo que utilizó la aplicación Android, con dos de sus preguntas cambiadas.

Se obtuvo la siguiente tabla con los siguientes resultados:

Tabla 10
Resultados de la encuesta usando la manera tradicional

Dimensión	Preguntas	Si	No
Conocimiento Previo	¿Conocías el concepto de multihoming?	3 (15%)	17 (85%)
	¿Consideras que es un concepto aplicable al mundo moderno en que todo se basa en la conectividad al internet?	14 (70%)	6 (30%)
Facilidad de Uso	¿Te ha parecido fácil usar múltiple redes a la vez?	6 (30%)	14 (70%)
	¿Crees que los participantes que usaron la aplicación lograron realizar las tareas con mayor facilidad?	17 (85%)	3 (15%)
Utilidad	¿Crees que el concepto de la aplicación puede usarse en ámbitos transaccionales o con fines recreativos (e-gaming, chat, streamings, social media, etc)?	13 (65%)	7 (35%)

En la tabla 10, se observa que solo el 15% de los estudiantes sabían o tenían nociones sobre lo que es multihoming. El 70% de los alumnos indican que no les fue fácil usar múltiples redes a la vez solamente usando su dispositivo móvil, mientras que el 85% de los estudiantes afirman que los participantes que usaron la aplicación Android pudieron realizar la tarea de manera más fácil.

4.1.5. Discusión de Resultados

Realizando una comparativa al usar la aplicación Android con respecto al método tradicional, se observa claramente la ganancia en cuenta a ahorro de tiempo y recursos se refiere, mediante el uso de la aplicación Android, el 85% de los alumnos (grupo 1) pudieron realizar la actividad de manera más fácil y rápida, mientras que el 70% de los participantes (grupo 2) no pudo usar múltiples redes a la vez, ya que

tuvieron que realizarlo manualmente en su dispositivo móvil usando la interfaz de usuario estándar que provee el sistema operativo Android.

El grupo de control (grupo 2) de alumnos que realizaron la actividad de la manera tradicional, ayudaron a corroborar que la aplicación Android al momento de realizar multihoming es de gran ayuda y fácil de usar, los alumnos indicaron que los participantes que usaron la aplicación lograron realizar la actividad con mayor facilidad.

Con respecto a lo que conocimientos previos se refiere, solamente el 5% y 3% de participantes de los grupos 1 y 2 respectivamente indicaron que tenían conocimientos referentes a multihoming, por lo que los participantes que desconocían de este tema terminaron revelando que consideran el tema como un concepto aplicable, 90% y 30% respectivamente.

Para lo que se refiere a la facilidad de uso el 85% del grupo 1, le pareció fácil usar la aplicación mientras que el 70% del grupo 2, mostró dificultad al manejar múltiples redes a la vez manualmente.

Finalmente, para la usabilidad el 85% y el 65% del grupo 1 y grupo 2 respectivamente, los alumnos indicaron que la aplicación Android puede usarse para ámbitos transaccionales y educativos.

4.2. Evaluación de Usabilidad de la aplicación

En este apartado se realiza el uso del cuestionario de usabilidad USE de la aplicación desarrollada para un mejor enfoque en cuanto a la interacción con el usuario se refiere. Esta tarea se evalúa con 10 personas utilizando la misma metodología de evaluación Latin Square. La evaluación se realiza con menos personas debido a la extensión de formulario de usabilidad USE.

4.2.1. Diseño de la actividad

La aplicación Android busca mantener una conectividad continua a internet por medio de la alternancia entre las redes WiFi y datos móviles, así como disminuir el uso de la batería del dispositivo móvil.

Objetivo: El objetivo es comprobar si la aplicación desarrollada presenta mayor usabilidad que de la manera tradicional. Para ello se tomaron tiempos en la ejecución de la actividad.

Participantes: Para esta actividad se contó con 10 estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática. Los estudiantes participaron de forma individual.

Sesiones: Como podemos observar en la figura 39, se aplicó un diseño de experimento de tipo Latin Square, destinado a evitar resultados polarizados tras la ejecución de la actividad, es decir para garantizar que exista una correcta distribución de soporte según sesión y grupo y no se den sesgos en los resultados.

Se realizaron dos sesiones. En la primera sesión se dividió a los participantes en dos grupos: un grupo compuesto de 5 usuarios que manejaron la aplicación Android (Grupo 1) y otro grupo compuesto de igual forma por 5 usuarios que hicieron la misma actividad mediante la manera tradicional (Grupo 2).

En la segunda sesión, el grupo 1 realizó la actividad usando la manera tradicional y el grupo 2 manejó la aplicación Android.

	Grupo 1	Grupo 2
Sesión 1	Aplicación Android	Manera Tradicional
Sesión 2	Manera Tradicional	Aplicación Android

Figura 39 Diagrama Latin Square

Cada grupo realizo la tarea (descrita en la sesión 4.1.1 de este capítulo).

Forma de evaluación: Para la evaluación de esta actividad se usó el cuestionario de usabilidad USE (Anexo B3-B4) para las dos sesiones, como

herramienta de medición del impacto de la aplicación desarrollada, además también se usó la metodología de evaluación Latin Square.

4.2.2. Desarrollo de sesiones de evaluación

4.2.2.1. Aplicación Android como herramienta para multihoming VS Manera Tradicional

Para la primera sesión se enseñó cómo utilizar la aplicación Android utilizando un proyector para lograr la actividad. El grupo 1 utilizó el aplicativo (figura 40) y el grupo 2 hizo uso de la manera tradicional (figura 41) para realizar la tarea.



Figura 40 Interacción con la aplicación Android

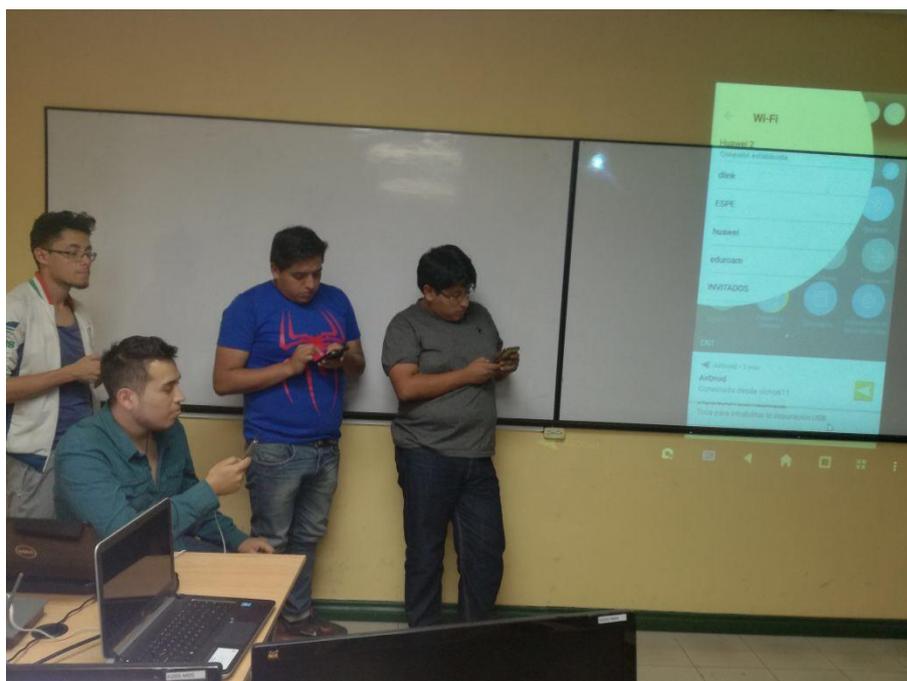


Figura 41 Interacción mediante la manera tradicional

4.2.2.2. Manera Tradicional como herramienta para multihoming VS Aplicación Android

En la segunda sesión se procedió de la misma manera que la primera sesión. Esta vez el grupo 1 utilizó la manera tradicional y el grupo 2 manejó la aplicación Android (figura 42).



Figura 42 Grupo 2 interactuando con la aplicación Android

En esta actividad, se observó que dos usuarios del grupo 1 presentaron un nivel de inconformidad al momento de realizar la actividad usando la manera tradicional, puesto que en la primera sesión se sentían muy satisfechos con el uso de la aplicación Android. En el grupo 2, todos los integrantes indicaron que los tiempos de conexión disminuyeron considerablemente haciendo uso del aplicativo ya que en la sesión anterior tuvieron problemas al hacer la actividad de forma manual (manera tradicional).

4.2.3. Resultados

Los resultados obtenidos pueden observarse en las tablas 11 y 12., donde se reflejan los tiempos obtenidos en cada tarea. Los usuarios que utilizaron la aplicación Android desarrolla para realizar la tarea descrita obtuvieron un promedio de 01 minuto con 26 segundos. En la tabla 12 los tiempos obtenidos reflejan un promedio de 8 minutos con 26 segundos en la realización de las tareas. De la comparación de estas dos tablas se puede decir que, utilizando la aplicación Android desarrollada se logra agilizar el proceso de conexión en redes móviles mediante geomultihoming.

Tabla 11
Tiempo de los usuarios al usar la aplicación Android desarrollada

	Tiempo
Usuario	Tarea 1
1	0:01:30
2	0:01:22
3	0:01:32
4	0:01:27
5	0:01:20
Promedio	00:01:26

Tabla 12
Tiempo de los usuarios al usar de manera tradicional

	Tiempo
Usuario	Tarea 1
1	0:08:17
2	0:08:22
3	0:09:29
4	0:07:57
5	0:08:21
Promedio	00:08:29

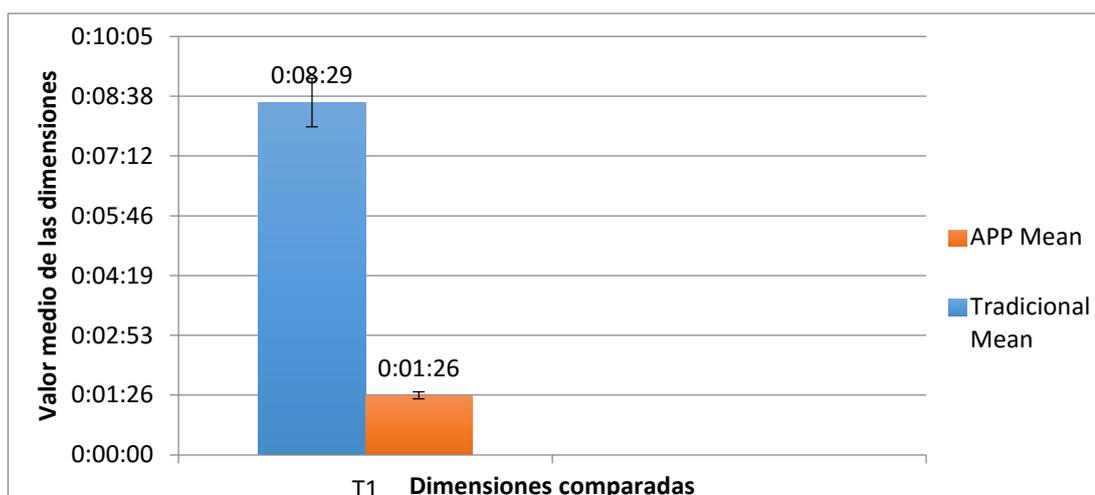


Figura 43 Tiempos tomados para ejecutar la tarea de conexión
Fuente (Elaboración propia)

Aunque en este caso se observa claramente que las diferencias son significativas, se realiza un análisis estadístico, donde se confirma que la aplicación Android desarrollada mejora los tiempos al realizar la tarea de conexión entre las redes WiFi disponibles (figura 43).

En cuanto al cuestionario de usabilidad USE aplicado a los usuarios, en la tabla 13 se observa el porcentaje promedio de las dimensiones de los dos grupos evaluados en cada actividad. Los resultados presentados indican diferencias significativas en tres dimensiones evaluadas. Como se puede observar en la figura 44, especialmente resalta la dimensión de facilidad de aprendizaje que, realizando la diferencia de la ejecución de la tarea entre la aplicación Android desarrollada y la tarea realizada de manera tradicional.

Tabla 13
Latín Square de USE

Grupo 1		Grupo 2	
Con Aplicación		Sin Aplicación	
<i>Dimensión</i>	<i>% Promedio</i>	<i>Dimensión</i>	<i>% Promedio</i>
Usabilidad	82,86%	Usabilidad	61,14%
Facilidad de uso	76,00%	Facilidad de uso	55,20%
Facilidad de aprendizaje	91,00%	Facilidad de aprendizaje	57,00%
Satisfacción	80,57%	Satisfacción	53,14%
Sesión 1		Sesión 2	

Mediante el modelo Latín Square (tabla 13), el grupo 2 al ejecutar la tarea de manera tradicional refleja la usabilidad del 61,14% más alta sobre las otras dimensiones. Un 57% de los usuarios encontraron al entorno tradicional de conexión a redes WiFi, un 55.20% de usuarios encontraron a la interfaz típica fácil de usar. Finalmente, en cuanto a la satisfacción de usuarios obtuvieron el 53.14%. Sin embargo, para el grupo 1, que realizó la tarea utilizando la aplicación Android desarrollada, presentan un promedio de 25.98% entre las cuatro dimensiones, siendo la dimensión más significativa la facilidad de aprendizaje (34%), tomando esta información se presume que la aplicación presenta un entorno accesible y fácil de entender al usuario. La siguiente dimensión más significativa es la satisfacción con un 27,43% mejorado. El usuario encontró un 21.72% más usable a la aplicación desarrollada en Android comparado a la ejecución de la tarea de manera tradicional. Finalmente, la facilidad de uso utilizando la aplicación Android se presenta un 20.8% mejorado.

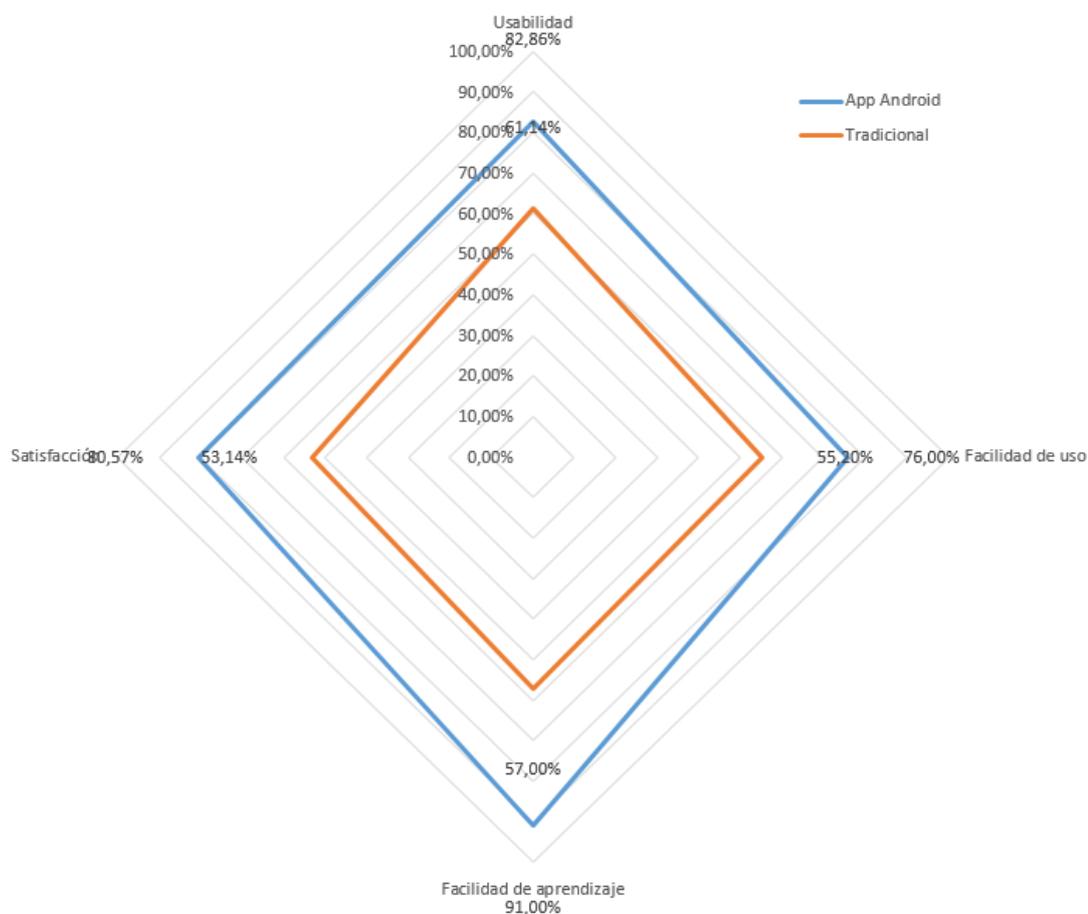


Figura 44 Evaluación USE

Los resultados indican que existe una diferencia significativa en la facilidad de aprendizaje de la ejecución de la tarea propuesta, utilizando la aplicación Android desarrollada (91%) comparado con la herramienta tradicional (57%). La facilidad de aprendizaje, utilidad y usabilidad también reflejan diferencias significativas de un 20% como mínimo.

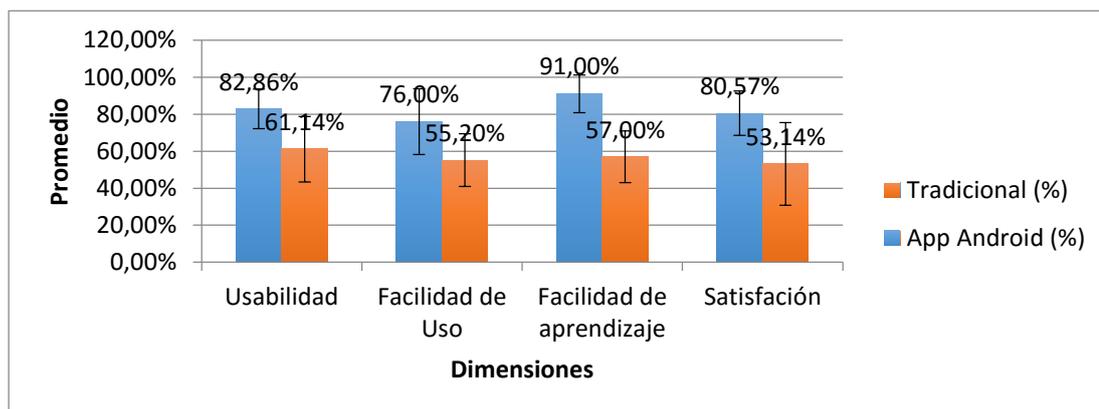


Figura 45 Porcentajes resultantes de las dimensiones de USE
Fuente (Elaboración propia)

En resumen, la aplicación Android desarrollada alcanza un 25.98% de mejoras en las dimensiones de usabilidad, facilidad de uso, facilidad de aprendizaje y satisfacción.

4.2.4. Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos afirman claramente que se han conseguido tres de las características en la propuesta de la aplicación Android: que el aplicativo debe ser fácil de usar, mantiene una conectividad ininterrumpida a internet y optimiza el uso de la batería del dispositivo móvil.

Se puede observar en los resultados del cuestionario de usabilidad USE (figura 43), que existen diferencias demostrativas en cuanto a las dimensiones de facilidad de aprendizaje, facilidad de uso y utilidad, donde la aplicación Android muestra mejores resultados que de la manera tradicional.

En cuanto a los tiempos de conexión que se observa en la tarea realizada, incuestionablemente la aplicación Android desarrollada mejora el tiempo de conexión que de la manera tradicional.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LÍNEAS DE TRABAJOS FUTUROS

Para dar por terminado el presente trabajo de tesis, este capítulo se exponen las conclusiones, recomendaciones obtenidas y los lineamientos para futuros trabajos que se puedan hacer con la aplicación Android desarrollada, todo lo anteriormente dicho es con el propósito de que se le pueda sacar más provecho al proyecto, ya que es un tema relativamente nuevo y no existe ningún trabajo parecido al tema propuesto en este trabajo de investigación, así como exponer los beneficios que se han obtenido.

5.1. CONCLUSIONES

Pese a que existen trabajos relacionados con los conceptos del presente documento, no se encontró estudios que hagan uso del término geomultihoming como tal en dispositivos móviles Android, por lo cual en este presente trabajo de investigación se ha acuñado dicho término.

Geomultihoming es un término compuesto que hace uso de dos técnicas con fines distintos. Multihoming por un lado es una técnica de optimización que hace uso de múltiples interfaces de red para mantener conectividad estable mediante la alternancia de dichas interfaces (considérese WiFi y redes móviles). Y por otro lado la técnica de geolocalización consiste en aprovechar el API nativo de Android para obtener la posición geográfica. Se ha usado estas dos técnicas distintas para poder optimizar recursos del dispositivo como la batería y el ancho de banda para ofrecer al usuario una conectividad ininterrumpida.

Gracias a la planificación oportuna se consideró el uso de componentes genéricos individuales para sintetizar el modulo completo, que permite realizar geomultihoming de forma que se permite reutilizar el código y optimizar el diseño de la aplicación, esta planificación fue factible mediante una revisión exhaustiva del estado del arte y de los posibles componentes actuales, logrando también que a futuro

la aplicación no requiera de cambios o mantenimientos significativos mientras mantiene soporte a APIS no tan actuales.

Al hacer uso de tipos de letra y colores llamativos en conjunto con una interfaz de usuario minimalista y acorde al propósito de la aplicación, los usuarios muestran mayor interés en la utilización de la aplicación así como en explotar todas sus funcionalidades.

Sobre la evaluación de la aplicación desarrollada en ambas sesiones hubo porcentajes altos en cuanto la facilidad de uso, aprendizaje y satisfacción se refiere. Al hacer una comparación entre las dos sesiones se comprueba que haciendo uso de la aplicación Android se mejora los tiempos de conexión y continuidad del servicio de internet.

La evaluación de usabilidad de la aplicación Android, arrojó resultados que afirman que se consiguió que el aplicativo es fácil de usar, mantiene la conectividad continua a internet y optimiza el uso de la batería del dispositivo móvil.

Finalmente, la hipótesis (descrito en la sección 1.5) se acepta, después de haber hecho las respectivas evaluaciones, la satisfacción de los usuarios fue mayor al hacer uso del aplicativo ya que los participantes indicaron que la aplicación Android permite realizar un cambio automático entre las redes WiFi y datos móviles usando la técnica de geomultihoming y también se amenoró el uso de la batería del dispositivo móvil.

5.2. RECOMENDACIONES

Para que exista una mejora continua del presente proyecto de investigación, se recomienda que se siga realizando una búsqueda sistemática con más trabajos relacionados a las palabras claves: geomultihoming, geolocalización y más trabajos relacionados que contengan las palabras clave: Android, WiFi, smartphone y smart devices, para realizar un análisis de estado del arte más extenso.

Otra recomendación, sería desarrollar las interfaces de usuario en otra herramienta software aparte de la ya usada la cual fue balsamiq mockups, que tenga

mucha más versatilidad para poder diseñar y mejorar las distintas pantallas de la aplicación Android y que incluso mejore la interfaz con el usuario.

Se recomienda acuñar el término de geomultihoming, ya que es la primera aplicación Android desarrollada que trabaja con las técnicas de multihoming y geolocalización a la vez, haciendo posible que el aplicativo cumpla con las funcionalidades descritas en el objetivo general.

5.3. LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO

Se considera factible realizar el mismo proyecto de investigación con mira en otras plataformas móviles como WindowsPhone e iOS.

Otro trabajo sería el implementar un algoritmo con inteligencia artificial para que la aplicación pueda decidir qué red sea mejor en función de velocidad y distancia al access point medida por los decibeles de ganancia/perdida de la conexión.

Se planea agregar más módulos como por ejemplo: uno que se capaz de procesar comandos de voz para ordenes básicas como iniciar el reproductor de audio o iniciar notas sin la necesidad del asistente de google ya que este necesita conexión activa internet.

GLOSARIO

A

Android: es una solución de software de código abierto completo, basado en el núcleo de Linux, el cual contiene un grupo de librerías de bajo y medio nivel y un conjunto principal de aplicaciones que son destinadas para el usuario final (Narváez, 2016).

API: conjunto de métodos, funciones y procedimientos para ser utilizado por otro software (Orenstein, 2000).

APP: es una aplicación software que se instala en un dispositivo móvil (Cambridge, 2017).

B

Bluetooth: es una especificación tecnológica para redes inalámbricas que permite la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante una radiofrecuencia segura (Definición.DE, 2017).

D

Data: es una colección de datos orientada a un determinado ámbito (Cambridge, 2017).

G

Geolocalización: La geolocalización se define como la identificación del lugar puntual de un objeto o persona, ya sea mediante un dispositivo conectado a internet o cualquier otro dispositivo que sea posible rastrear (Mariño, 2014).

Geomultihoming: término acuñado para este trabajo de investigación que usa las técnicas de geolocalización y multihoming (Bauz y Latacunga, 2017).

GPS: sistema que puede mostrar la posición exacta de una cosa o persona usando señales de satélites (Cambridge, 2017).

H

Hardware: parte física o electrónica de una computador (Cambridge, 2017).

J

JAVA: es un lenguaje de programación comercializada por Sun Microsystems (JAVA, 2017).

M

Mac Address: es un identificador único de 48 bits para identificar la totalidad de dispositivos de red (Carles, 2014).

Mock Ups: son fotomontajes que permiten a los diseñadores gráficos y web mostrar al cliente cómo quedarán sus diseños (Bravo, 2015).

Multihoming: es la técnica en donde los dispositivos móviles con múltiples interfaces podrán mantener conexiones simultáneas con diferentes redes, y aumentar sus velocidades de comunicación de datos agregando el ancho de banda en estas redes (Yun et al., 2015).

P

Ping: es un programa básico de internet donde el usuario verifica que existe una dirección IP y que puede aceptar peticiones (Rouse, 2012).

S

Smart device: es un dispositivo electrónico que se puede conectar, compartir e interactuar con sus usuarios y otros dispositivos inteligentes (techopedia, 2017).

Smartphone: teléfono móvil que permite la instalación de programas y tiene conectividad a internet (areatecnologia, 2017).

Software: parte no tangible de una computadora como el sistema operativo (Cambridge, 2017).

U

UI: es la interfaz de usuario con la que el cliente interactúa con algún sistema (Alegsa, 2016).

BIBLIOGRAFÍA

- academiaandroid.com. (11 de Diciembre de 2014). *Android Studio y sus principales características*. Obtenido de <http://academiaandroid.com/android-studio-v1-caracteristicas-comparativa-eclipse/>
- Alegsa, L. (23 de Junio de 2016). *Definición de GUI (Interfaz Gráfica de Usuario)*. Obtenido de <http://www.alegsa.com.ar/Dic/gui.php>
- Android Developers. (20 de Junio de 2012). *AlarmManager*. Obtenido de <https://developer.android.com/reference/android/app/AlarmManager.html>
- Android Developers. (20 de Junio de 2012). *Android Apis*. Obtenido de <https://developer.android.com/about/versions/android-4.3.html>
- Android Developers. (20 de Junio de 2012). *Connectivity Manager*. Obtenido de <https://developer.android.com/reference/android/net/ConnectivityManager.html>
- Android Developers. (20 de Junio de 2012). *Location Manager*. Obtenido de <https://developer.android.com/reference/android/location/LocationManager.html>
- Android Developers. (20 de Junio de 2012). *Service*. Obtenido de <https://developer.android.com/reference/android/app/Service.html>
- areatecnologia.com. (2017). *Que es un smartphone*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/Que-es-un-smartphone.htm>
- Bravo, C. (03 de Marzo de 2015). *¿Qué es un Mock Up?* Obtenido de <http://estudioka.es/que-es-un-mock-up/>
- Cáceres Molina, A. L., & Hurel Laaz, C. M. (26 de Octubre de 2015). *Implementación de una aplicación android que usa tecnología Wi-fi para orientar a estudiantes dentro de Espol a encontrar sus aulas de clases*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30799>
- cambridge.org. (2017). *App*. Obtenido de <http://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/app>
- Carles, J. (13 de Agosto de 2014). *Mac Address, ¿Qué es? Usos que tiene y motivos para cambiarla*. Obtenido de <https://geekland.eu/mac-address-que-es-usos-como-cambiarla/>
- Cuello, J., & Vittone, J. (2013). *Diseñando apps para móviles*. Barcelona. Obtenido de <http://appdesignbook.com/es/contenidos/disenio-visual-apps-nativas/>
- definicion.de. (2017). *Definición de bluetooth*. Obtenido de <https://definicion.de/bluetooth/>
- Desta Haileselassie, H. (Junio de 2012). *The Performance of WiFi Offload in LTE Networks*. Obtenido de <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1027085&dswid=-3506>

- Ferretti, S., D'Angelo, G., & Ghini, V. (26 de Abril de 2012). *Smart Multihoming in Smart Shires: Mobility and Communication Management for Smart Services in Countrysides*. Obtenido de <https://arxiv.org/pdf/1604.07701.pdf>
- Gáloc Vilca, J. E. (Junio de 2016). *Diseño e implementación de un sistema de geolocalización en interiores para plataforma Android via la red Enterprise WLAN de la PUCP*. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe:8080/repositorio/handle/123456789/7156>
- Ghini, V., Ferretti, S., & Panzieri, F. (16 de Febrero de 2011). *The "Always Best Packet Switching" architecture for SIP-based mobile multimedia services*. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121211001506>
- googlesource.com. (2014). *Google Git [JobInfo.java]*. Obtenido de <https://android.googlesource.com/platform/frameworks/base/+master/core/java/android/app/job/JobInfo.java>
- Hart, J. D. (2003). *Latin square design*. Obtenido de <http://www.stat.tamu.edu/~hart/652/anova4.pdf>
- Hellín Hernández, A. (09 de Abril de 2013). *Desarrollo de una aplicación para Android de geolocalización y comunicación en exteriores mediante Wifi*. Obtenido de <http://repositorio.upct.es/handle/10317/3214>
- Hernández Horna, I. (06 de Enero de 2016). *WifMember : Aplicación de generación de alarmas y recordatorios para entornos Android basada en geolocalización por Wi-Fi*. Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/45774>
- java.com. (2017). *¿Qué es la tecnología Java y para qué la necesito?* Obtenido de https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml
- Leguizamón Páez, M. A., Ramírez Melo, J. P., & García Chamorro, C. A. (14 de Julio de 2013). *Sistema de georeferenciación y monitoreo del estado vial en Colombia para dispositivos móviles*. Obtenido de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/vinculos/article/view/6475/8011>
- Letelier, P., & Penadés, M. C. (15 de Enero de 2016). *Métodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)*. Obtenido de http://www.cyta.com.ar/ta0502/b_v5n2a1.htm
- Lobato, D., Nakamura, L., Teixeira, M., & Meneguette, R. (16 de Diciembre de 2016). *A Framework to Manage Routes and Network Interfaces for Android Devices*. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7786361/>
- Mariño Ruiz, F. (Julio de 2014). *PROGRAMACIÓN CON DISPOSITIVOS MÓVILES. APLICACIONES EN LA GEOLOCALIZACIÓN*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/49257>
- Narváez Montenegro, O. X. (2016). *Diseño y construcción de un prototipo que permita la geolocalización de puntos mediante la utilización de redes GPS a través de conexiones móviles de datos 3G-4G-GPRS*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12529>

- Ngom, I., Saliah-Hassane, H., Lishou, C., & Ouya, S. (Marzo de 2015). *Hypervisor of Wireless Gateways Interfaces for Mobility and Multihoming of a New Generation of Mobile Laboratory*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Ngom_Ibrahima/publication/273629467_Hypervisor_of_Wireless_GatewaysInterfaces_for_Mobility_and_Multihoming_of_a_New_Generation_of_Mobile_Laboratory/links/5506d0a0cf231de0778ad3d.pdf
- Nikander, P., Henderson, T., Vogt, C., & Arkko, J. (Abril de 2008). *End-Host Mobility and Multihoming with the Host Identity Protocol*. Obtenido de <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc5206.txt.pdf>
- Nikander, P., Ylitalo, J., & Wall, J. (2003). *Integrating Security, Mobility, and Multi-homing in a HIP Way*. Obtenido de <http://www.isoc.org/isoc/conferences/ndss/03/proceedings/papers/6.pdf>
- Orenstein, D. (10 de Enero de 2000). *Application Programming Interface*. Obtenido de <https://www.computerworld.com/article/2593623/app-development/application-programming-interface.html>
- Robles Ruano, J. C. (2015). *DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA EQUIPOS ANDROID, BASADA EN GEOLOCALIZACIÓN PARA OBTENER INFORMACIÓN DE ATRACTIVOSTURÍSTICOS EN LA CIUDAD DE TULCÁN*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7932/Carlos%20Robles%20-%20Desarrollo%20de%20App%20Conoce%20Tulc%C3%A1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rómmel, F. (16 de Febrero de 2015). *SQLite: La Base de Datos Embebida*. Obtenido de <https://sg.com.mx/revista/17/sqlite-la-base-datos-embebida#.WSZHBWiGOUk>
- Rouse, M. (Noviembre de 2012). *Ping*. Obtenido de <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Ping>
- Sabino, C. (Febrero de 2008). *El Proceso de Investigación*. Obtenido de https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf
- Stornaiuolo, L., & Bellavista, P. (13 de Noviembre de 2015). *State-of-the-art multihoming solutions for Android: A quantitative evaluation and experience report*. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7367352/>
- techopedia.com. (2017). *Smart Device*. Obtenido de <https://www.techopedia.com/definition/31463/smart-device>
- Troya Carbajal, C. E. (Diciembre de 2016). *Implementación de un sistema de geolocalización de sitios turísticos mediante tecnología Gps - móvil para la agencia de viajes Ecomontestour de la ciudad de Otavalo*. Obtenido de <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/5263>

- Vena, P., & Rudenick, L. (Septiembre de 2016). *Sistema de recolección de datos de uso en dispositivos Android para la detección de oportunidades de ahorro de batería*. Obtenido de <http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1067>
- Vu, Q.-D., Tran, L.-N., Juntti, M., & Hong, E.-K. (01 de Abril de 2015). *Energy-Efficient Bandwidth and Power Allocation for Multi-Homing Networks*. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7029696/>
- Yun, S., Lee, J., Newaz, S., & Kyun Choi, J. (12 de Marzo de 2015). *Energy efficient pricing scheme for multi-homing in heterogeneous wireless access networks: A game theoretic model and its analysis*. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7127719/>