

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA



TESIS DE GRADO
SISTEMA DE GEORREFERENCIACION PARA SITIOS
DE HOSPEDAJE EN LA CIUDAD DE LA PAZ

Para optar al Título de Licenciatura en Informática

MENCIÓN: Ingeniería de Sistemas Informáticos

POSTULANTE: YESENIA KARLA MIRANDA CAZAS
TUTOR: LIC. FREDDY MIGUEL TOLEDO PAZ
REVISOR: M.Sc. FRANZ CUEVAS QUIROZ

LA PAZ – BOLIVIA

2016



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



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

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

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

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

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

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz que me guía a cumplir cada objetivo y levantarme de cada caída.

A mi padre, mi madre y hermana por la confianza e inspiración que me brindan con su ejemplo de vida.

A mis amigos que a lo largo de mi vida universitaria me brindaron lo mejor de la amistad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi docente tutor Lic. Freddy Miguel Toledo, por impartirme sus conocimientos y experiencia profesional, respaldándome durante la elaboración y conclusión de la presente tesis; colaborándome desinteresadamente, aconsejándome con acierto, permitiéndome presentarles este trabajo. También, agradezco infinitamente a mi docente revisor M.Sc. Franz Cuevas Quiroz, por brindarme su tiempo e incondicional apoyo, por sus observaciones y sugerencias que le dieron forma al trabajo.

CONTENIDO

RESUMEN	XII
SUMMARY	XIII
CAPÍTULO I	1
MARCO REFERENCIAL	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.2.1 ANTECEDENTES DE PROYECTOS CON RELACION AL TEMA ESTUDIADO.....	2
1.2.2 PROYECTOS DE GEOLOCALIZACION INSTITUCIONALES REALIZADOS	3
1.3 PLANTEAMIENTO DE EL PROBLEMA	4
1.3.1 PROBLEMA GENERAL	4
1.3.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS	5
1.4 HIPÓTESIS.....	5
1.5 OBJETIVOS.....	5
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.6 JUSTIFICACIÓN	6
1.6.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	6
1.6.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	7
1.6.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	7
1.7 LÍMITES Y ALCANCES	7
1.7.1 LIMITE TEMPORAL	7
1.7.2 LIMITE TEMATICO	7

1.7.3 LIMITE GEOGRAFICO	7
1.8 METODOLOGÍA	8
1.8.1 MÉTODO DE APLICACIÓN.....	8
1.8.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	8
CAPÍTULO II.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	10
2.2 VECTORIALES.....	12
2.3 RASTER	13
2.4 SISTEMAS DE CORDENADAS	13
2.4.1 CORDENADAS CARTESIANAS	13
2.4.2 CASO TRIDIMENSIONAL	14
2.4.3 CORDENADAS ESFERICAS.....	15
2.4.4 ASOCIANDO UNA SUPERFICIE GEOMETRICA A LA TIERRA.....	16
2.5 FORMULA DE HAVERSINE	17
2.6 GOOGLE MAP MAKER	18
2.7 API DE GOOGLE MAPS	19
2.7.1 LIBRERÍA DE AUTOCOMPLETADO DE LUGARES	19
2.7.2 LIBRERÍA DE DIBUJO.....	20
2.7.3 SERVICIO DE RUTAS	20
2.8 PHONEGAP	20
2.9 ANDROID	22
2.9.1 ARQUITECTURA.....	22

2.10 EMULADOR RIPPLE.....	24
2.10.1 CAPACIDADES DE RIPPLE	24
2.11 JQUERY MOVILE	25
CAPÍTULO III.....	27
DISEÑO METODOLÓGICO.....	27
3.1 APLICACIÓN DE LA FOMULA HAVERSINE.....	27
3.2 PLANIFICACION	28
3.2.1 REQUERIMIENTOS.....	29
3.2.2 LISTA DE TAREAS.....	30
3.2.3 PLAN DE ENTREGAS	31
3.2.4 ASIGNACION DE RECURSOS	32
3.2.5 ARQUITECTURA.....	33
3.3 ANALISIS	34
3.3.1 HISTORIAS DE USUARIO	35
3.4 DESARROLLO	39
3.4.1 TIPOS DE ENTIDADES	39
3.4.2 DESARROLLO DE SOFTWARE MÓVIL HÍBRIDO CON PHONEGAP	44
3.4.3 PROCESO DE DESARROLLO	44
3.4.4 SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN	47
3.4.5 DISEÑO DE INTERFACES	48
3.4.6 APLICACIÓN DE ESTADO DE CODIFICACION	50
3.5 PRUEBAS	51
3.5.1 WORKSHOP DE POST ITERACIÓN.....	51

3.5.2 ADICION DE PUNTOS DE SITIOS DE HOSPEDAJE	51
3.5.3 MODIFICACION DE PUNTOS DE SITIOS DE HOSPEDAJE	52
3.5.4 ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS DE ORIGEN Y DESTINO	52
3.5.5 BÚSQUEDA DE PUNTOS DE SITIOS DE HOSPEDAJE.....	52
3.5.6 DISCRIMINACIÓN DE SITIOS DE HOSPEDAJE.....	53
3.5.7 TRAZADO DE LA RUTA MINIMA ENTRE DOS PUNTOS	53
3.5.8 TEST DE ACEPTACIÓN.....	54
3.5.9 PLAN DE PRUEBAS.....	55
3.5.10 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN POR ITERACIÓN.....	56
3.5.11 RESULTADOS TIEMPOS DE ACCESO	59
CAPÍTULO IV	61
EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	61
4.1 EVALUACIÓN DE LOS CASOS DE PRUEBA.....	61
4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS	61
4.2.1 EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	62
4.2.2 DEFINICIÓN DE LA HIPÓTESIS H0 Y H1	62
4.2.3 DETERMINACIÓN DE LA REGIÓN CRÍTICA.....	63
4.2.4 CÁLCULO DEL ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA	64
4.2.5 TOMA DE DECISIÓN	64
CAPÍTULO V	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1 CONCLUSIONES.....	66
5.2 RECOMENDACIONES.....	67

BILIOGRAFÍA	68
ANEXOS	70
ANEXO A.....	71
TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL.....	71
ANEXO B	72
PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA PROPORCIONES.....	72
DOCUMENTACIÓN	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de tareas	31
Tabla 2: Plan de Entregas.....	32
Tabla 3: Roles y tareas de los usuarios	35
Tabla 4: Historia de usuario	36
Tabla 5: Historia de usuario Actualización de Ubicaciones	37
Tabla 6: Historia de usuario despliegue de ubicaciones de Sitios de Hospedaje.....	38
Tabla 7: Historia de usuario	38
Tabla 8: Hoja de Prueba de Aceptación	55
Tabla 9: Resultados Iteración 1	57
Tabla 10: Resultados Iteración 2	57
Tabla 11: Resultados Iteración 3	58
Tabla 12: Resultados Iteración 4	58
Tabla 13: Resultados Iteración 5	58
Tabla 14: Resumen de resultados de iteraciones.....	59
Tabla 15: Resultado tiempos de acceso	60
Tabla 16: Promedio tiempos de acceso	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Eje de los números reales	13
Figura 2: Sistema cartesiano bidimensional.....	14
Figura 3: Sistema cartesiano tridimensional	14
Figura 4: Coordenadas esféricas	16
Figura 5: Esfera de revolución	16
Figura 6: Triángulo esférico resuelto por la ley de Haversine	18
Figura 7: Características de Google Maps Maker.....	19
Figura 8: Desarrollo de aplicaciones basados en phonegap.....	21
Figura 9: Características de phonegap	21
Figura 10: Arquitectura de Android.....	23
Figura 11: Esquema General de la Geolocalización como proceso de un software móvil híbrido	39
Figura 12: Interfaz con API de localización de Google Maps	41
Figura 13: Diagrama de Actividades	42
Figura 14: Diagrama de Estados	43
Figura 15: Diagrama de Colaboración	43
Figura 16: Arquitectura de desarrollo de una aplicación híbrida.....	45
Figura 17: Inicio de sesion	48
Figura 18: Pantalla de Inicio	48

Figura 19: Interfaz para selección de tipo de hospedaje y selección de radio de búsqueda	49
Figura 20: Elección de punto y trazado de ruta.....	50
Figura 21: Fragmento de código para la implementación de la Fórmula de Haversine ..	53
Figura 22: Región crítica para la hipótesis.....	63
Figura 23: Resultado tabla de la función de distribución normal	64
Figura 24: Distribución de Z_0 y Z_{cen} en el gráfico para la toma de decisión.....	65

RESUMEN

El avance de la tecnología móvil y el desarrollo de dispositivos cada vez más potentes hacen que en el desarrollo de las aplicaciones móviles se presente nuevas características ya que los recursos que se necesitan para ejecutarse son cada vez mayores, uno de estos recursos importantes es la Georreferenciación o Geolocalización que nace gracias a la necesidad de implementar aplicaciones que aprovechen todas sus ventajas y las ponga al alcance de nuestras manos.

El presente trabajo de investigación, ofrece un Sistema cuyo proceso principal se basa en la geolocalización de servicios de sitios de hospedaje, que permita al usuario ubicar al sitio de hospedaje requerido más próximo a su ubicación trazando una ruta según el radio de aproximación requerido.

A fin de alcanzar el objetivo propuesto, se desarrolló dos herramientas de software. Una que se aplica en un entorno web destinada a la gestión y administración de ubicaciones de los diversos sitios de hospedaje. La segunda que se aplica a un entorno móvil destinado al usuario permitiéndole realizar la consulta de ubicaciones referentes a su ubicación actual.

Palabras clave: *Georreferenciación, Phonegap, GPS, Google Maps.*

SUMMARY

The advancement of mobile technology and the development of increasingly powerful devices make in the development of presents new mobile applications features as the resources needed to run are increasing, one of these important resources is the Georeferencing or Geolocation born thanks to the need to implement applications that leverage all its advantages and put them within reach of our hands.

This research provides a system whose primary process is based on geolocation service hosting sites, allowing the user to locate the required hosting site closest to your location tracing a route according to the required radius approximation.

To achieve this objective, two software tools developed. One that applies in a web environment dedicated to the management and administration of locations of various hosting sites. The second applied to a mobile environment allowing the user intended to perform the query locations regarding your current location.

Keywords: *Geolocation, Phonegap, GPS, Google Maps.*

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología móvil y el desarrollo de dispositivos cada vez más potentes hacen que en el desarrollo de las aplicaciones móviles se presente nuevas características ya que los recursos que se necesitan para ejecutarse son cada vez mayores, uno de estos recursos importantes es la Georreferenciación o Geolocalización que nace gracias a la necesidad de implementar aplicaciones que aprovechen todas sus ventajas y las ponga al alcance de nuestras manos.

Actualmente, más del 80% de nuestra población dispone de dispositivos móviles (en particular teléfonos celulares). Según datos del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2014.

Las nuevas tecnologías y la sociedad de la información están creando nuevas vías de comunicación social, en nuestro medio se hace evidente el crecimiento del uso de terminales móviles facilitando el acceso a Internet, produciendo sociedades inteligentes.

En la actualidad la geolocalización o georreferenciación, que es utilizado como un proceso en el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés Geographic Information System), se ha convertido en una poderosa herramienta para obtener ubicaciones según su latitud y longitud. Tal utilidad puede ser utilizada para obtener datos precisos sobre la ubicación de sitios de hospedaje.

Un Sistema de Información Geográfica funciona como una base de datos con información geográfica que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

Uno de los servicios que causo un salto cualitativo en cuanto a georreferenciación es Google Earth, ya que se ha democratizado el uso de información georreferenciada, puesto que puede ser utilizado sobre todos los contenidos de tipo social presentes en la actualidad.

Aún en la actualidad algunos de estos servicios son poco exactos al momento de georreferenciar una ubicación, además de que son de difícil uso. Google Maps como referencia ha mostrado un registro moroso de sitios y lugares, además de inexactitud de ubicaciones.

El presente trabajo de investigación, ofrece un Sistema cuyo proceso principal se basa en la geolocalización de servicios de sitios de hospedaje, que permita al usuario ubicar al sitio de hospedaje requerido más próximo a su ubicación trazando una ruta según el radio de aproximación requerido.

1.2 ANTECEDENTES

A la fecha, mes de noviembre 2015, hecha la revisión de trabajos de tesis y proyectos de grado en la Biblioteca de la Carrera de Informática se encontraron los siguientes trabajos realizados sobre la plataforma del sistema operativo Android que están relacionados con el tema de la geolocalización, los cuales desarrollan aplicaciones que explotan las capacidades del GPS incorporando en los dispositivos móviles y los Sistemas de Información Geográfica.

1.2.1 ANTECEDENTES DE PROYECTOS CON RELACION AL TEMA ESTUDIADO

Tesis/Proyectos Nacionales

- ✓ **Herramienta Android :Guía de Geolocalización de Servicios de Salud y Módulos Policiales de la Ciudad de La Paz** -Marco Antonio Soto Vera ,cuyo objetivo principal implementar una aplicación móvil de uso personal ,orientada a los Servicios Basados en la Localización tales como geolocalización de puntos de interés en particular referido a Servicios de Salud y Módulos Policiales 2014.
- ✓ **Sistema de Administración Comercial Geo-referencial de pre-venta** – Embotelladoras Unidad S.R.L., Maura Carmen Vera Andrade ,cuyo objetivo principal implementar un sistema que ayude a recopilar datos desde el momento en que el pre-

vendedor se encuentra en el punto de venta hasta que se genere las notas de pedidos para luego ser enviados a los puntos de ventas de modo que la distribución de productos sea optima 2011.

- ✓ **Realidad Aumentada Para Dispositivos Móviles Aplicada Al Turismo Patrimonial De La Ciudad De La Paz-** Tesis de Grado, Pedro Alvaro Quisbert Salgueiro ,desarrolla una aplicación diseñada para funcionar en dispositivos móviles basados en el sistema operativo Android ,que utiliza la aplicación Layar , la misma que presta servicios web de apoyo en realidad aumentada .esta aplicación aprovecha las capacidades del GPS que es parte de las características habituales de los Smartphone, para conseguir una geolocalización en un mapa de Google Maps , de determinado punto de interés referido a monumentos e iglesias más emblemáticos de la ciudad de La Paz. 2012.

Tesis/Proyectos Internacionales

- ✓ **Plataforma de Geolocalización de Centros de Salud con Tecnología Móvil Implementando el Protocolo de Comunicación HL7** de Soto (2014) presenta una plataforma de geolocalización encargada de localizar centros de salud. La plataforma incluye: el protocolo de comunicaciones Health Level Seven (HL7), tecnología de telefonía móvil y sistemas de posicionamiento global (GPS). Se construyó una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) estructurada en tres capas: presentación, lógica de negocios y repositorio de data geográfica.

1.2.2 PROYECTOS DE GEOLOCALIZACION INSTITUCIONALES REALIZADOS

En cuanto a grandes proyectos como el Instituto Geográfico Militar en su sección de SIG y teledetección es responsable de la implementación de Sistemas de Información Geográfica y producción de Mapas de imagen satelital, cartografía temática a diferentes escalas de trabajo empleando para ello cartografía base, imágenes de satélite e información clasificada y estadística .En su sección de descargas ofrece mapas 3D de las diferentes Zonas de la ciudad de La Paz.

Por otro lado está el proyecto del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz tenemos el **Sistema de Información Territorial Versión 2 (SIT V2)**, el cual proporciona un servicio de Web territorial utilizando mapas de la ciudad La Paz, permite la ubicación de calles, barrios, colegios, hospitales, etc., el servicio está organizado mediante capas temáticas las cuales deben ser marcadas para que sean referenciadas en el mapa. Disponible únicamente de manera online, no permite descargas.

Finalmente el **Proyecto Geo Bolivia**, financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación COSUDE, que mediante la implementación de la IDE-EPB (Infraestructura de Datos espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia), pretende dotar a instituciones y usuarios en general información geográfica de interés independientemente del dispositivo con cual se acceda.

1.3 PLANTEAMIENTO DE EL PROBLEMA

Mediante el análisis y la respectiva observación del trabajo y la importancia de encontrar un sitio de hospedaje, se determinó la necesidad de implementar un sistema de geolocalización que haga referencia a la información de la ubicación de este tipo de servicio.

1.3.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo podemos localizar mediante georreferenciación sitios de hospedaje?

Una de las características más relevantes de los dispositivos móviles (Smartphone y tabletas) es la de poseer la funcionalidad de proporcionar información acerca de nuestro entorno particularmente la información acerca de la posición geográfica actual o la posición geográfica.

Planteándose así un problema principal de la investigación que es:

¿CÓMO RECIBIR INFORMACIÓN CONFIABLE Y PRECISA SOBRE LA UBICACIÓN Y LA RUTA HACIA UN SITIO DE HOSPEDAJE USANDO TECNOLOGÍAS DE GEORREFERENCIACIÓN Y EL USO DE UN DISPOSITIVO MÓVIL?

1.3.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

La ciudad de La Paz cuenta con servicios de información inadecuados con respecto a consultas de georreferenciación limitándose a mostrar avenidas, calles, plazas y algunas instituciones.

La falta de información sobre la ubicación de sitios de hospedaje más cercano en cualquier lugar a cualquier hora del día y cualquier día de la semana.

El hecho de no conocer la ciudad imposibilita al usuario a tener un fácil acceso a los datos de ubicación del sitio de hospedaje aun teniendo en mano la dirección.

El hecho de conocer la ciudad pero no el nombre de las avenidas y calles imposibilita la ubicación de un sitio de hospedaje teniendo a la mano la dirección de la misma.

Planteándose así un problema principal de la investigación que es:

¿CÓMO RECIBIR INFORMACIÓN CONFIABLE Y PRECISA SOBRE LA UBICACIÓN Y LA RUTA HACIA EL SITIO DE HOSPEDAJE USANDO TECNOLOGÍAS DE GEORREFERENCIACIÓN Y EL USO DE UN DISPOSITIVO MÓVIL?

1.4 HIPÓTESIS

“LOS SITIOS DE HOSPEDAJE SE DEFINEN GEOGRAFICAMENTE MENDIANTE PUNTOS DENTRO DE UN MAPA, Y MEDIANTE UN SISTEMA DE GEORREFERENCIACIÓN EJECUTADO POR UN DISPOSITIVO MÓVIL SE OBTIENE INFORMACIÓN PRECISA SOBRE LA UBICACIÓN Y LA RUTA HACIA CADA UNO DE ESTOS PUNTOS. “

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un software web-móvil utilizando geolocalización que involucre información sobre la ubicación de sitios de hospedaje, y que le brinde al usuario una herramienta confiable y precisa capaz de mostrar la ubicación y trazar la ruta hacia la ubicación del servicio requerido.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para desarrollar una herramienta funcional se pretende cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar un módulo que permita ubicar un tipo de sitio de hospedaje en específico.
- Diseñar una base de datos con los registros de ubicaciones y los detalles de cada uno de los sitios de hospedaje.
- Interacción de la aplicación con Google Maps.
- Implementar un módulo visual de trazado de rutas, que permita ubicar al usuario e indicarle las rutas a través del uso trazados de ruta dentro de un mapa.
- Implementar un módulo visual de ubicación de los sitios de hospedaje indicando el tipo de servicio dentro de un mapa a través del uso de marcadores.
- Implementar un módulo visual que permita identificar sitios de hospedaje próximos mediante el trazado de un radio respecto a la ubicación del usuario.
- Desarrollar una aplicación web para dispositivos móviles, ya sean SmartPhones o Tablets.
- Obtener información básica de determinado sitio de hospedaje.
- Gestionar (altas, bajas y modificaciones) de información de puntos de interés y su ubicación georreferenciada.

1.6 JUSTIFICACIÓN

1.6.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La necesidad de implementar este sistema se centra en el ahorro de tiempo y recursos por parte del usuario al momento de buscar un sitio de hospedaje más cercano referente a su ubicación actual, teniendo a la mano la información de los detalles necesarios que proporciona cada sitio de hospedaje.

1.6.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El presente trabajo se justifica económicamente ya que el costo económico en cuanto al sistema se refiere solamente al mantenimiento, puesto que el software utilizado para el desarrollo e implementación del sistema es de carácter libre.

1.6.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El presente proyecto se desarrolló a partir del framework de Phonegap, que permite desarrollar aplicaciones para diferentes plataformas móviles (Android, IOS, Symbian, blackberry, webOS), basándose en tecnologías web (HTML, CSS, JavaScript, Jquery, Ajax), con el fin de adaptar la compatibilidad con la mayor cantidad de navegadores web y dispositivos móviles.

1.7 LÍMITES Y ALCANCES

1.7.1 LIMITE TEMPORAL

El límite estimado para el desarrollo de la documentación faltante como del prototipo tiene un tiempo estimado de 4 meses.

1.7.2 LIMITE TEMATICO

El trabajo estará sustentado en los conocimientos adquiridos en la carrera, así como investigaciones específicas y teorías aplicadas para el desarrollo de un módulo que permita ubicar un tipo de sitio de hospedaje en específico.

1.7.3 LIMITE GEOGRAFICO

- El software móvil se desarrollará para dispositivos móviles, como SmartPhones y tablets con sistema operativo Android.
- La interacción del software con los mapas de Google Maps y Open Street Maps brindará información confiable y actualizada desde cualquier dispositivo móvil con sistema operativo android.
- Se accederá al sistema desde internet.
- El análisis y diseño del presente proyecto se ha delimitado bajo la tecnología y los datos que se tienen en la ciudad de La Paz de tal manera que el proyecto solo alcanzara un desarrollo como prototipo.

- Debido a que el sistema que se presenta plantea un prototipo, la información almacenada dentro de la base de datos solo toma en cuenta un número mínimo representativo en cuanto a ubicaciones de sitios de hospedaje y no así la totalidad existente dentro de la ciudad de La Paz.

1.8 METODOLOGÍA

1.8.1 MÉTODO DE APLICACIÓN

Las características requeridas para el desarrollo de software móvil se adaptan a metodologías ágiles, ya que se apunta a la necesidad de disponer de un ciclo de desarrollo muy rápido.

La metodología se encuentra enmarcada en cinco fases denominadas: análisis, diseño, desarrollo, estabilización y pruebas de funcionamiento, siendo la misma base para el diseño completo del ciclo de vida.

Las fases definidas deberán cumplir las siguientes características:

- Está diseñada para el desarrollo de aplicaciones móviles.
- Es una metodología con ciclos de desarrollo cortos y para equipos pequeños.
- Facilidad para detectar y resolver tempranamente problemas técnicos.
- Se basa en el desarrollo basado en pruebas que es una de las mejores formas de asegurar la calidad.
- Se logra mejores diseños al basarse en el desarrollo basado en pruebas.
- Tiene un enfoque centrado en la satisfacción del usuario final, permitiendo mejorar el producto al realizar iteraciones cortas.

1.8.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para alcanzar los objetivos propuestos referentes a la presente tesis se procedió a revisar la información centrada en una metodología móvil aplicable que satisfaga los diversos requerimientos específicos que el desarrollo móvil necesita.

Se consultará como se han desarrollado las aplicaciones en el pasado para saber que hay que mejorar o cambiar en cuanto a la aplicación de la metodología en el desarrollo del software móvil.

Se procederá a asignar pasos bien especificados sobre la realización de cada uno de los procesos, documentándose cada avance y cada proceso para que forme parte del manual que se presentará al final del proceso e implementación del software.

Es por ello que se requiere hacer un tipo de estudio aplicado y tecnológico basado en pruebas del objeto de estudio.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La geolocalización o georreferenciación es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas y datos determinados. El proceso de geolocalización se aplica a un SIG que en este caso será Google Maps.

2.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñada para capturar, almacenar, manejar, analizar, modelar y representar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía. (Gutiérrez, 2000)

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de la información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

Hardware

Los ordenadores personales y los dispositivos en telefonía móvil que se ofrecen hoy en cualquier tienda de informática cumplen los requerimientos para la creación y operación de

un SIG. Los dispositivos y periféricos opcionales tienen su utilidad principalmente en la entrada y salida de los datos (módem, escáner, GPS, impresora en color, y otros).

Software

Cada programa (o paquete) de SIG es un conjunto de algoritmos para acceder, analizar y sintetizar datos espaciales y sus atributos asociados. Unas funciones son clásicas y las encontramos en prácticamente todos los paquetes de SIG y otras funciones son más particulares. Existen programas que enfocan más en el manejo de la cartografía vectorial y otros para la cartografía ráster. Casi todos utilizan ya ambos formatos, aunque con predominio de uno de ellos. La elección del programa SIG depende de las aplicaciones y análisis que se pretende realizar. No hay ningún líder entre los programas, algunos tienen muy buenas herramientas para el tratamiento de imágenes de satélite y otros incluyen un amplio rango de módulos para el modelado y evaluaciones estadísticas. Los usuarios experimentados utilizan normalmente varios programas distintos, según características de los datos y aplicaciones.

Los precios se encuentran entre coste cero (software libre) hasta varios miles de dólares. Un buen programa para empezar (y para llegar bastante lejos) es Idrisi, un programa creado en la universidad norteamericana Clark University. Tiene su lado fuerte en el análisis y la modelación en el formato ráster y su lado débil en el formato vectorial y la salida de cartografía. Por otra parte permite acceder a la estructura de los datos, lo que facilita el familiarizarse con los principios del SIG y sus procedimientos. (Duclos, 2010)

Datos

La mayoría de la cartografía digital actual proviene de cartografía tradicional que se ha digitalizado en tableta o escaneado y después vectorizado. Una fuente importante de información son las coordenadas tomadas por un GPS (p.ej. observaciones durante un censo), y otra fuente importante - muy distinta en su estructura a la anterior - son las fotos aéreas e imágenes de satélite. Lo que realmente hace un SIG interesante es la posibilidad de generar nueva cartografía a partir de los mapas iniciales: Un mapa de distancia a la carretera más próxima a partir de un mapa de la red de carreteras, un mapa del índice de erosión a partir de

información sobre de tipo de suelo y cubierta vegetal en combinación con precipitaciones y pendiente del terreno, etc.

Personal

El usuario enlaza con todos estos componentes y pone el SIG en funcionamiento. El éxito de la implementación y del diseño del SIG depende en gran medida de sus conocimientos (tanto del SIG como del tema a analizar), del conjunto de métodos, ideas y modelos que aplica en el proyecto, su capacidad de reconocer y resolver problemas que pueden surgir durante el proceso y de su capacidad de adquirir o convertir información al formato digital para integrarla en el SIG. (Chang, 2010)

A menudo son los componentes de Hardware y Software los que más llaman la atención y en que más dinero se invierte. Sin embargo, los puntos cruciales son los Datos y el/los Usuario(s). Por un lado porque la disponibilidad de los datos sobre que se realizan las operaciones, la precisión y actualidad son lo que determina la salida de resultados. Y por parte de los usuarios porque es imposible aprender hasta las profundidades el manejo de un SIG en un fin de semana, leyendo solo el manual del programa.

2.2 VECTORIALES

Los datos vectoriales se utilizan cuando se quiere dar prioridad a la precisión de los elementos geográficos en el espacio. Por ello, a fin de mantener sus características geométricas y delimitarlos adecuadamente se definen mediante vectores. Utilizan tres tipos de figuras para modelar los elementos geográficos: el punto, la línea y el polígono. El punto se utiliza para representar los elementos del mundo real que pueden ser definidos mediante un punto concreto, como puede ser el pico de una montaña u otros puntos de interés. A escalas pequeñas también sirven para representar poblaciones. La línea se utiliza para medir todo aquello que se caracteriza por su longitud, como pueden ser carreteras, ríos, caminos, vías, ferrocarriles, fronteras, etc. Los datos representados por líneas permiten medir distancias. Por último el polígono sirve para representar elementos del mundo real que abarcan cierta extensión sobre la superficie terrestre: lagos, provincias, ciudades, parques naturales. Permiten calcular el área que abarcan.

2.3 RASTER

El tipo de datos raster se centra más en las propiedades del espacio que en la precisión de las localizaciones. Consiste en dividir el espacio en celdas regulares, a modo de malla, y asignarles un valor. Es el mismo funcionamiento que una imagen, donde a cada pixel se le asigna un color y la unión de todos acaba definiendo la imagen en su totalidad. De hecho una forma de almacenar datos raster es como si de imagen se tratase, con formatos TIFF, JPEG... o también pueden almacenarse en grandes ficheros binarios llamados BLOB.

2.4 SISTEMAS DE CORDENADAS

El sistema de coordenadas más simple es la representación de los números reales por medio de una recta (Figura 1). En ella hay un origen dado en el cero, un sentido usualmente hacia derecha los valores positivos y hacia izquierda los negativos, y una escala dada por la distancia entre dos enteros consecutivos cualquiera. La ubicación de cada punto queda determinada por una única cantidad x que es la distancia medida sobre el eje desde el cero hasta donde él se encuentra.

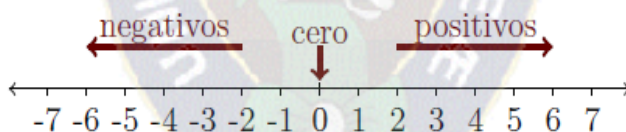


Figura 1: Eje de los números reales

Fuente: www.aularagon.org,2016

2.4.1 CORDENADAS CARTESIANAS

El espacio unidimensional no suele ser muy útil en geofísica cuyas observaciones y modelos suelen hacerse tomando un plano como referencia. Por eso resulta natural que existan dos ejes coordenados X e Y en cuya intersección estará el origen del sistema, se definirá una orientación positiva para los mismos y una escala dada por dos versores (i y j) de igual longitud (Figura 2). La orientación del sistema suele tomarse como positiva cuando el eje X apunta hacia la derecha y cuando el eje Y apuntando hacia arriba, siendo la característica más

importante que los ejes son ortogonales entre si .La ubicación de cada punto puede quedar determinada por el par ordenado (x, y) o (abscisa; ordenada) que representan la distancia ortogonal desde el punto a cada uno de los ejes.

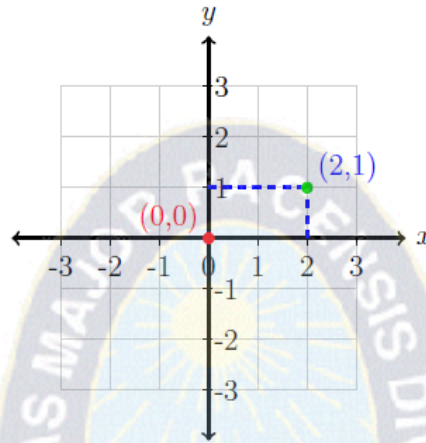


Figura 2: Sistema cartesiano bidimensional

Fuente: www.aularagon.org,2016

2.4.2 CASO TRIDIMENSIONAL

Agregando otro eje ortogonal al plano puede extenderse el sistema de coordenadas al caso tridimensional. Además del origen y la escala, similares al caso anterior, hará falta definir el sentido de los ejes utilizando la regla de la mano derecha para que el sistema sea dextrógiro (Figura 3).

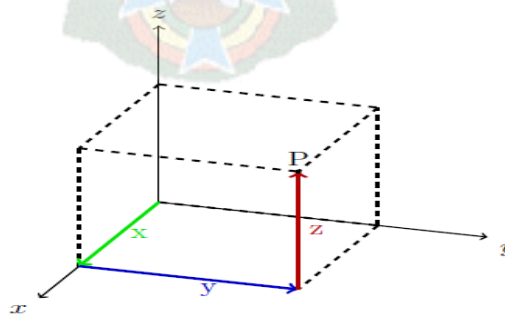


Figura 3: Sistema cartesiano tridimensional

Fuente: www.aularagon.org,2016

2.4.3 CORDENADAS ESFERICAS

El sistema de coordenadas esféricas (Figura 4) es un sistema curvilíneo tridimensional (r, α, β) donde r se define como la distancia radial desde el origen, se define como el ángulo contenido en el plano que pasa por el centro de la esfera y es perpendicular a la línea que une el centro de la esfera con el cenit, y se define como el ángulo vertical. Si este ángulo es medido desde el cenit se lo conoce como ángulo cenital y si es medido desde el plano horizontal es conocido como elevación. Las ecuaciones que relacionan las coordenadas esféricas con las cartesianas notar que damos la versión más utilizada en matemática donde se utiliza el ángulo cenital están dadas por:

Conversión directa:

$$x = r \operatorname{sen} \varphi \cos \lambda$$

$$y = r \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \lambda$$

$$z = r \operatorname{sen} \varphi$$

Conversión inversa:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\lambda = \begin{cases} \arctan\left(\frac{y}{x}\right) & x > 0 \text{ y } y > 0 \\ 2\pi + \arctan\left(\frac{y}{x}\right) & x > 0 \text{ y } y < 0 \\ \frac{\pi}{2} \operatorname{sgn}(y) & x = 0 \\ \pi + \arctan\left(\frac{y}{x}\right) & x < 0 \end{cases}$$

$$\varphi = \begin{cases} \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2+y^2}}{z}\right) & z > 0 \\ \frac{\pi}{2} & z = 0 \\ \pi + \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2+y^2}}{z}\right) & z < 0 \end{cases}$$

Ec. 1

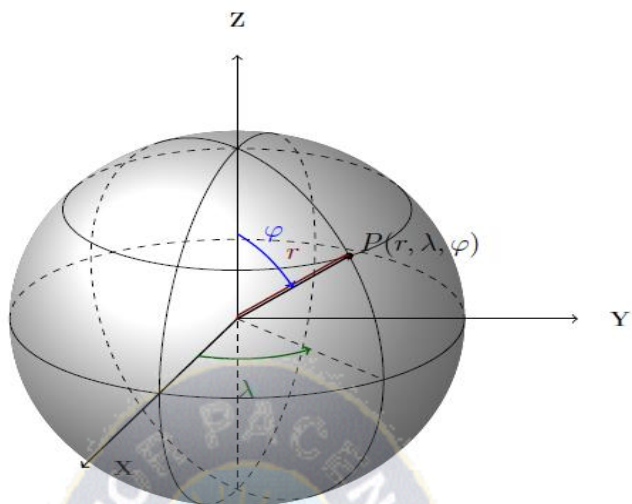


Figura 4: Coordenadas esféricas

Fuente: www.aularagon.org,2016

2.4.4 ASOCIANDO UNA SUPERFICIE GEOMETRICA A LA TIERRA

Si asumimos que la Tierra se asemeja a una esfera de revolución (Figura 5) cuyo centro coincide con el centro de masas de la Tierra podemos utilizar la superficie de esta figura para asociarla a algún tipo de coordenadas. La coordenada radial se modifica midiéndose desde la superficie de la esfera y no desde el centro del mismo. Habitualmente descrita con la letra h notar que se trata de una letra escrita en minúscula la llamaremos altura de esfera.

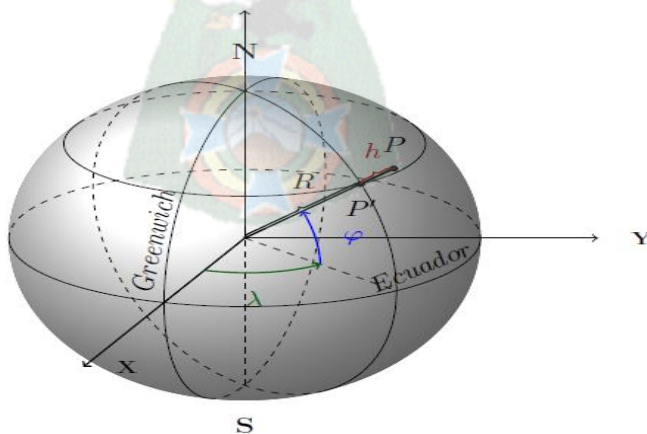


Figura 5: Esfera de revolución

Fuente: www.aularagon.org,2016

2.5 FORMULA DE HAVERSINE

La fórmula del semiverseno es una importante ecuación para la navegación astronómica, en cuanto al cálculo distancia de círculo máximo entre dos puntos de un globo sabiendo sus longitud y latitud. Es un caso especial de una fórmula más general de trigonometría esférica, la ley de los semiversenos, que relaciona los lados y los ángulos de "triángulos esféricos".

Estos nombres se derivan del hecho de que suele expresarse en términos de la función haversine, dada por $\text{haversin}(\theta) = \text{sen}^2(\theta/2)$. Las fórmulas también podrían estar escritas en términos de cualquier múltiple del haversine, como la antigua función verseno (el doble del haversine).

Históricamente, el haversine tuvo, quizás, una ligera ventaja ya que su máximo es "1", por lo que las tablas logarítmicas de sus valores podían acabar con el valor cero. Hoy en día, la forma del haversine también es interesante, ya que no tiene ningún coeficiente delante de la función seno ².

Para cualquier par de puntos sobre una esfera:

$$\text{haversin}\left(\frac{d}{R}\right) = \text{haversin}(\varphi_1 - \varphi_2) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) \text{haversin}(\Delta\lambda) \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde

- *haversin* es la función haversine, $\text{haversin}(\theta) = \text{sen}^2(\theta/2) = (1 - \cos(\theta))/2$
- *d* es la distancia entre los dos puntos (a lo largo de un círculo máximo de la esfera, véase distancia esférica),
- *R* es el radio de la esfera,
- φ_1 es la latitud del punto 1,
- φ_2 es la latitud del punto 2, y
- $\Delta\lambda$ es la diferencia de longitud

Tenga en cuenta que el argumento a la función haversine se supone que debe darse en radianes. En grados, $\text{haversin}(d/R)$ de la fórmula se convertiría en $\text{haversin}(180 \cdot d / \pi R)$.

Entonces se puede resolver por *de* ya sea mediante la simple aplicación de la haversine inversa (si está disponible) o mediante el uso de la arcoseno (arcoseno). (Pratt, 2013)

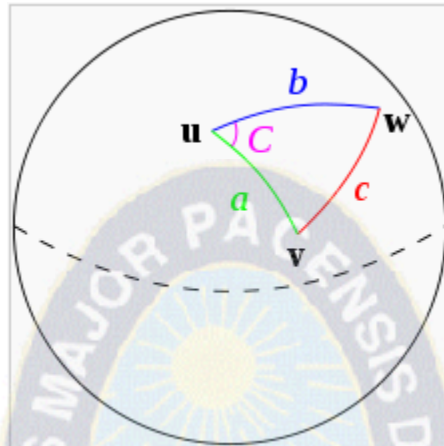


Figura 6: Triángulo esférico resuelto por la ley de Haversine

Fuente: Wikipedia.org

2.6 GOOGLE MAP MAKER

Google Map Maker es un servicio que permite enriquecer o modificar las informaciones y los datos disponibles en Google Maps, al ser un servicio colaborativo da la oportunidad a cada internauta a realizar cuatro tipos posibles de contribución vía Map Maker:

- **Añadir lugares:** Proveer información suplementaria sobre las zonas que le interesan, así como colocar un comercio o establecimiento en el mapa.
- **Modificar la descripción de un lugar para los lugares ya cartografiados:** Esta funcionalidad permite abastecer elementos más precisos de descripción, marcar los límites y los contornos de un edificio por ejemplo.
- **Trazar caminos:** Permite especificar caminos
- **Examinar y comentar las modificaciones aportadas por otros internautas:** Aunque las contribuciones están abiertas a todos, éstas son controladas y corregidas a priori por otros usuarios, expertos regionales así como un equipo de correctores de Google, una vez validadas, son publicadas y visibles en los servicios de Google Maps.

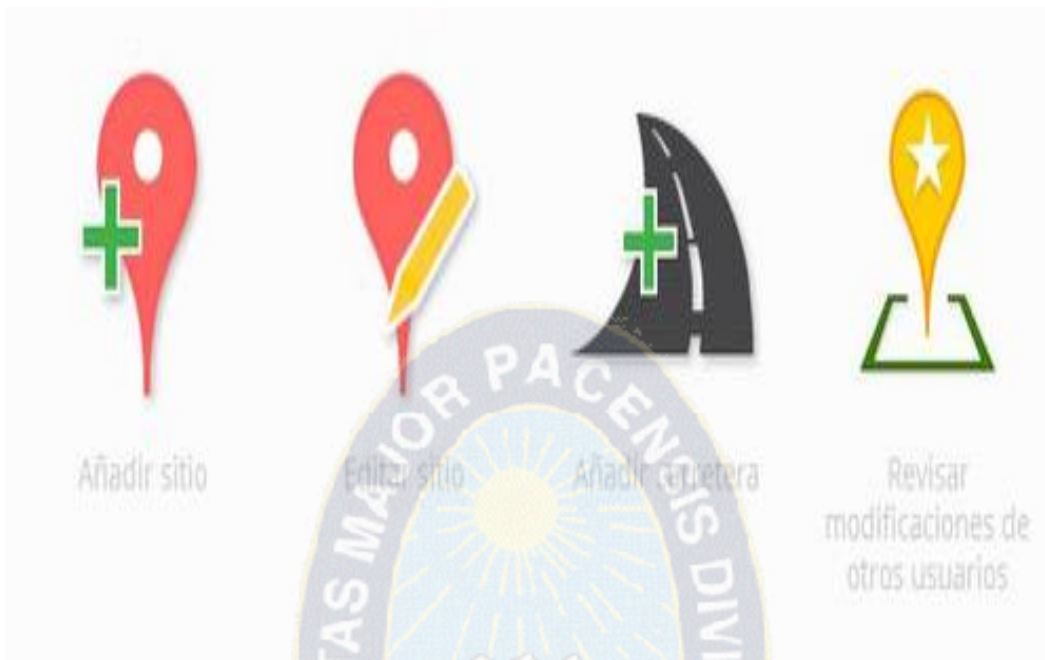


Figura 7: Características de Google Maps Maker

Fuente: Google Maps Maker

Google Maps Maker ha sido la base que ha permitido construir ciudades enteras dentro de Google Maps, gracias al trabajo colaborativo de internautas.

2.7 API DE GOOGLE MAPS

Google Maps provee a los desarrolladores un API capaz de aprovechar los datos disponibles a través del servicio, en el seno de las propias aplicaciones, permitiendo a los desarrolladores programar dentro de mapas basándose en un conjunto de librerías y servicios proporcionadas por la API de Google Maps como se menciona a continuación.

2.7.1 LIBRERÍA DE AUTOCOMPLETADO DE LUGARES

La función de autocompletado de lugares se vincula a un campo de texto de la página web y controla los caracteres que se introducen en ese campo. Al introducir texto, la función de autocompletado envía predicciones de lugares a la aplicación en forma de una lista desplegable de elementos que se pueden seleccionar.

Cuando un usuario selecciona un lugar de la lista, el objeto de autocompletado recibe información sobre el lugar seleccionado, como por ejemplo coordenadas, nombre de ubicación etc.

2.7.2 LIBRERÍA DE DIBUJO

La API de Google Maps proporciona un conjunto de clases que permite el dibujo de figuras geométricas como se presentan a continuación:

a) CÍRCULOS

Google Maps incluye la clase circle que permite trazar círculos en los cuales se puede definir colores, grosores y niveles de opacidad personalizados para el borde del círculo (el "trazo"), así como colores y opacidades personalizados para el área que engloba (el "relleno").

b) POLILINEAS

Google Maps incluye la clase polyline que permite trazar caminos, como la creación de rutas de ciclismo, etc.

Las polilíneas se componen de varias líneas conectadas. Una línea consiste en dos puntos: un punto de partida y un punto de terminal. Estos puntos se componen de coordenadas.

2.7.3 SERVICIO DE RUTAS

El servicio de rutas de Google Maps proporciona la clase directions Service, que despliega una ruta completamente modificable, a la cual se le debe especificar un origen y destino mediante coordenadas geográficas, las coordenadas geográficas se deben representar en base a pares ordenados de latitud y longitud, además esta ruta se adapta automáticamente a calles y avenidas permitiendo describir rutas dentro de Google Maps.

2.8 PHONEGAP

Phonegap es un framework para el desarrollo de aplicaciones móviles producido por Nitobi, y comprado posteriormente por Adobe Systems. Principalmente, PhoneGap permite a los programadores desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles utilizando herramientas genéricas tales como JavaScript, HTML5 y CSS3 como se ilustra a continuación.



Figura 8: Desarrollo de aplicaciones basados en phonegap

Fuente: www.pixelovers.com

PhoneGap permite el desarrollo ya sea ejecutando las aplicaciones en nuestro navegador web, sin tener que utilizar un simulador dedicado a esta tarea, y brinda la posibilidad de soportar funciones sobre frameworks como JQuery Mobile, además nos permite acceder a las funcionalidades nativas de los dispositivos móviles utilizando JavaScript. Así, podemos desarrollar toda la lógica de nuestra aplicación en JavaScript y utilizar la API de PhoneGap para acceder a las funcionalidades nativas del dispositivo como se muestra en la figura5.

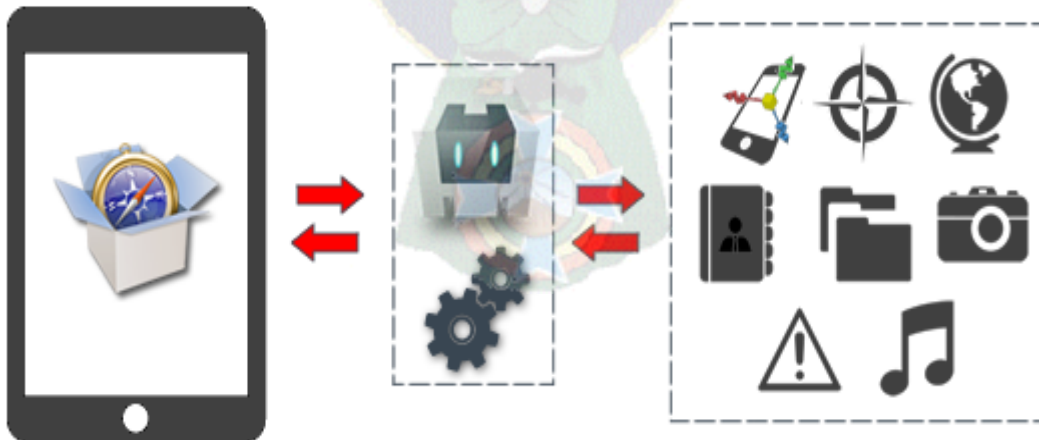


Figura 9: Características de phonegap

Fuente: www.pixelovers.com

Para poder compilar el código generado al código nativo para las diferentes plataformas móviles, PhoneGap nos proporciona el servicio PhoneGap Build que permite subir nuestros archivos con código a un servidor que se encarga de compilar nuestro código al código nativo para las diferentes plataformas móviles.

2.9 ANDROID

Android es una solución completa de software de código libre para teléfonos y dispositivos móviles. Es un paquete que engloban un sistema operativo, un "runtime" de ejecución basado en Java, un conjunto de librerías de bajo y medio nivel y un conjunto inicial de aplicaciones destinadas al usuario final (todas ellas desarrolladas en Java). Android se distribuye bajo una licencia libre permisiva (Apache) que permite la integración con soluciones de código propietario.

Android surge como resultado de la Open Handset Alliance un consorcio de 48 empresas distribuidas por todo el mundo con intereses diversos en la telefonía móvil y un compromiso de comercializar dispositivos móviles con este sistema operativo. El desarrollo viene de la avalado principalmente por Google (tras la compra de Android Inc. en 2005) y entre las compañías encontramos compañías de software (Ebay, LivingImage...) operadores (Telefónica, Vodafone, T-Mobile...), fabricantes de móviles (Motorola, Samsung, acer, LG, HTC...) o fabricantes de Hardware (nVidia, Intel o Texas Instruments). (Spataru, 2010)

2.9.1 ARQUITECTURA

Android presenta una arquitectura basada en 4 niveles (figura 10), que detallamos a continuación por orden ascendente:

- **Un kernel Linux** versión 2.6 que sirve como base de la pila de software y se encarga de las funciones más básicas del sistema: gestión de drivers, seguridad, comunicaciones, etc.
- **Una capa de bibliotecas de bajo nivel** en C y C++, como SQLite para persistencia de datos; Open GL ES para gestión de gráficos 3D, con aceleración 3D opcional y Webkit como navegador web embebido y motor de renderizado HTML.

- **Un framework para el desarrollo de aplicaciones**, dividido en subsistemas para gestión del sistema como el "Administrador de paquetes", el "Administrador de telefonía" (para la gestión del hardware del teléfono anfitrión) o el acceso a APIs sofisticadas de geolocalización o mensajería XMPP. Los desarrolladores tienen acceso completo a los mismos APIs del framework usados por las aplicaciones base. La arquitectura está diseñada para simplificar el reuso de componentes; cualquier aplicación puede publicar sus capacidades y cualquier otra aplicación puede luego hacer uso de esas capacidades (sujeto a reglas de seguridad del framework). Éste mismo mecanismo permite que los componentes sean reemplazados por el usuario. También incluye un sistema de vistas para manejar el interfaz de usuario de las aplicaciones, que incluyendo posibilidad de visualización de mapas o renderizado html directamente en el interfaz gráfico de la aplicación.
- **Aplicaciones:** Las aplicaciones base incluyen un teléfono, cliente de email, programa de envío de SMS, calendario, mapas, navegador, contactos... que pueden a su vez ser usados por otras aplicaciones.



Figura 10: Arquitectura de Android

Fuente: www.adroidruntime.org

2.10 EMULADOR RIPPLE

Ripple es un plugin de iOS, Android y Blackberry para Google Chrome que recrea el entorno y sensores de un dispositivo móvil real dentro del navegador web. Tiene un sistema avanzado de simulación para probar aplicaciones basadas en PhoneGap y Webworks de Blackberry.

Con este plugin y el soporte HTML5 de Google Chrome es posible simular, con bastante aproximación a la realidad, prácticamente cualquier aplicación basada en tecnologías web, incluso si utiliza eventos o sensores exclusivos del móvil como uso de botones o movimientos del acelerómetro.

2.10.1 CAPACIDADES DE RIPPLE

A pesar que Chrome comparte el mismo motor de render (Webkit) que iOS, Android y Blackberry y tiene la posibilidad de mostrar elementos gráficos prácticamente en las mismas condiciones que un equipo móvil, tiene algunas restricciones. Los navegadores carecen de algunos eventos y sensores exclusivos de los dispositivos móviles.

Ripple se encarga de simular estas capacidades para acercarse al máximo posible al verdadero entorno móvil algunas de las capacidades que instala en el navegador son:

Devices: Simula la apariencia, tamaño y resolución de pantalla de múltiples equipos y sistemas operativos móviles. También permite cambiar la orientación del equipo en horizontal ó vertical.

Platforms: Muestra las plataformas y versiones disponibles para emulación: PhoneGap (Apache Cordova), Blackberry Webworks y web móvil.

Information: Despliega información importante sobre el documento y modo de emulación actual.

Accelerometer: Muestra un dispositivo virtual en 3D que se puede rotar libremente sobre todos sus ejes. Al manipular el dispositivo virtual se envía directamente la información a la aplicación para que reaccione de igual manera, simulando así el movimiento real de un dispositivo. La información detallada se muestra en tiempo real para depurar y comprobar los resultados. Incluye también la opción de simular la acción de “sacudida” o “shake”.

Device & Network Settings: Simula la presencia y tipos de conexión a internet propios de un dispositivo móvil.

Geo Location: Permite simular y manipular todos los valores de las coordenadas de geolocalización, desde la latitud y longitud hasta la dirección y velocidad en que se desplaza el móvil. Incluye además un mapa para ubicar gráficamente las coordenadas que se introducen.

Events: Activa eventos específicos de PhoneGap como deviceReady, que señala el momento en que el dispositivo esta listo o backButton, que se activa cuando se presiona el botón de regresar de algunos dispositivos. Esta característica es particularmente útil porque permite emular el comportamiento de una aplicación PhoneGap en un dispositivo móvil real.

2.11 JQUERY MOBILE

jQuery Mobile es un marco de trabajo magnífico para escribir las aplicaciones web móviles. Construido encima del popular jQuery y de la interfaz del usuario jQuery, jQuery Mobile es un marco de trabajo efectivo y unificado para escribir su aplicación web móvil. Con jQuery Mobile puede garantizar una apariencia y un comportamiento consistente a través de las diferentes plataformas móviles. Las características básicas de jQuery Mobile incluyen:

a) SIMPLICIDAD Y FLEXIBILIDAD GENERAL

El marco de trabajo es simple de usar. Puede:

- Desarrollar páginas utilizando principalmente marcas con un mínimo o sin JavaScript.
- Utilizar JavaScript avanzado y eventos.
- Utilizar un solo documento HTML con varias páginas incluidas.
- Separar su aplicación en varias páginas.

b) MEJORAS PROGRESIVASY DEGRADACION NATURAL

Mientras que jQuery Mobile nivela los últimos HTML5, CSS 3 y JavaScript, no todos los dispositivos móviles cuentan con esa compatibilidad. La filosofía de jQuery Mobile consiste en ser compatible tanto con dispositivos de alta gama como con dispositivos menos poderosos, como los que no tienen compatibilidad con JavaScript, y aún así proporcionar la mejor experiencia posible.

c) COMPATIBILIDAD PARA TACTILES Y OTROS METODOS DE INGRESO DE DATOS

jQuery Mobile proporciona compatibilidad para los diferentes métodos de ingreso de datos y eventos: métodos de ingreso de datos del usuario basados en el cursor, mouse y pantallas táctiles.

d) ACCESIBILIDAD

jQuery mobile está diseñado teniendo en cuenta la accesibilidad. Tiene compatibilidad con aplicaciones de internet enriquecidas y accesibles (WAI-ARIA) para que los visitantes accedan a las páginas web a través de tecnologías asistenciales.

e) SIMPLE Y MODULAR

El marco de trabajo es simple con un tamaño total (minimizado y comprimido con Zip Versión 1.0.1) de 24 KB para la biblioteca JavaScript, 7 KB para el CSS, más algunos iconos.

f) ELEMENTOS RELATIVOS A UN TEMA

El marco de trabajo también proporciona un sistema de temas que le permite definir su propio estilo de la aplicación. Con la nueva aplicación ThemeRoller puede crear fácilmente sus propios temas.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 APLICACIÓN DE LA FOMULA HAVERSINE

Calcular la distancia entre dos puntos sobre un plano podría llegar a ser relativamente sencillo. Sin embargo, cuando estos dos puntos los ubicamos sobre la esfera terrestre, es decir, lo que pretendemos es calcular la distancia lineal entre dos posiciones dadas (latitud + longitud), la cosa se complica.

Básicamente se complica porque en el cálculo de la distancia entre ambas posiciones debemos contemplar la curvatura terrestre. Es aquí donde entra en escena la Fórmula del Haversine.

En lugar de haversine, también se puede escribir una fórmula similar, en términos del coseno a veces llamada la ley esférica del coseno, (a no confundir con la ley del coseno para la geometría plana), pero para el caso común de distancias pequeñas, un pequeño error en los datos de entrada de la función "arcos" lleva a un gran error en el resultado final. Esto hace que la fórmula no sea apta para un uso general.

Esta fórmula es sólo una aproximación cuando se aplica a la Tierra, porque la Tierra no es una esfera perfecta: el radio de la Tierra R varía de 6.356,78 kilómetros en los polos hasta 6378, 14 kilómetros en el ecuador. Hay pequeñas correcciones, típicamente del orden de 0,1% (p.e. suponiendo la media geométrica $R = 6.367,45$ kilómetros que se utiliza en todas partes), a causa de esta ligera forma elipsoidal del planeta. Otro método más preciso, que tiene en cuenta la forma elipsoidal de la Tierra, viene dada por las fórmulas de Vincenty.

Pese a que la Fórmula del Haversine es de las más utilizadas para el cálculo de distancias entre dos puntos (además de ésta también se utiliza la Ley Esférica del Coseno, Vincenty entre otras), hay que tomar en cuenta que:

- La fórmula asume que la Tierra es completamente redonda, con lo que cabe esperar una tasa de error que se podría llegar a asumir.

- Se puede afirmar que el uso de la Fórmula del Haversine es menos precisa para cálculo entre dos posiciones cuya distancia es inferior a 20 km (12 millas).
- Para el cálculo de la distancia en millas sería necesario representar el radio de la Tierra en millas náuticas.

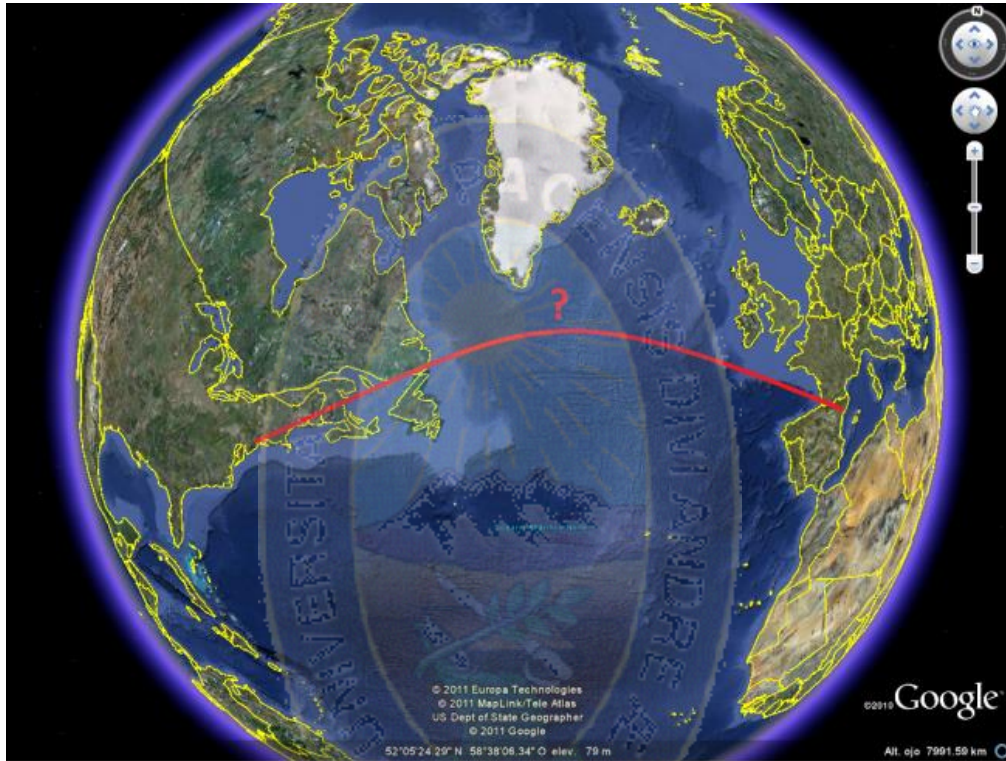


Figura 10: Tierra y la fórmula de Haversine

Fuente: <http://www.genbetadev.com>

3.2 PLANIFICACION

En este apartado se planificara el marco estratégico constituido por los métodos, técnicas (procedimientos), e instrumentos que se empearán en la ejecución del proyecto de investigación para poner a prueba la hipótesis, alcanzar los objetivos de investigación y así dar una respuesta al problema de investigación.

3.2.1 REQUERIMIENTOS

Es una tarea en la cual los requerimientos para el producto son establecidos en nivel apropiado, los cuales pueden ser funcionales o no funcionales. El objetivo es producir la definición inicial general del producto, propósito y funcionalidad.

a) FUNCIONALES

- La aplicación debe ser capaz de mostrar todos los sitios de hospedaje dentro de un radio de distancia definido por el usuario y referente a la posición a la cual el usuario desea referirse.
- La aplicación debe ser capaz filtrar ubicaciones mediante tipo de sitio de hospedaje y rango de precio, ya sean estos hoteles, hostales, residenciales, alojamientos, etc.
- La aplicación debe ser capaz de señalar el sitio de hospedaje requerido por el usuario.
- El módulo de administrador deberá permitir gestionar: adicionar, eliminar y modificar las diferentes ubicaciones de los sitios de hospedaje dentro de la base de datos.
- El módulo administrador deberá permitir administrar: adicionar, eliminar y modificar otros usuarios que tengan acceso al control de la base de datos.
- La base de datos deberá contar con un mínimo representativo de ubicaciones de sitios de hospedaje registrados en la ciudad.
- La aplicación desarrollada debe ajustarse de manera automática a diferentes dispositivos móviles inteligentes.

b) NO FUNCIONALES

- El administrador del sistema deberá ser autenticado mediante algoritmos de seguridad.
- El módulo administrador desplegara mensajes de confirmación acorde a las acciones de adición, eliminación o modificación de las rutas dentro almacenadas en la base de datos.
- El administrador deberá validar todos los campos antes de adicionar, eliminar o modificar información de la ubicación de un sitio de hospedaje dentro de la base de datos mediante el uso de funciones georreferenciadas de uso libre.
- La base de datos que almacena las rutas debe estar en permanente actualización.

Mediante la identificación de identificación de los requerimientos funcionales, se establecieron dos subsistemas que fueron implementados, para cumplir con los objetivos del presente proyecto.

3.2.2 LISTA DE TAREAS

Para llevar con éxito el desarrollo del prototipo, se definió una serie de tareas que fueron desarrolladas cronológicamente en base a prioridades establecidas, como se muestra a continuación en la tabla 6.

TAREA	PRIORIDAD
Requerimientos	1
Diseño de interfaces de usuario	2
Diseño de base de datos	3
Diagrama de Actividades	4
Gestión de Usuarios	5
Gestión de puntos de servicios	6
Establecimiento parámetros de búsqueda	7
Búsqueda de puntos de servicio	8
Discriminación de Puntos de Servicio	9

Trazado de rutas	10
Pruebas	11

Tabla 1: Lista de tareas

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 PLAN DE ENTREGAS

A continuación se muestra el plan de entregas definido en la tabla 2.

	Febrero 2016						Marzo 2016		
	Fecha inicio	Fecha fin	1	2	3	4	5	6	7
Historias de Usuario	1/02/16	2/02/16	■						
*Análisis y Diseño	2/02/16	17/02/16							
--Diseño de interfaces del usuario	2/02/16	5/02/16	■						
--Diseño de la Base de Datos	4/02/16	11/02/16							
Modelo Entidad/Relación	4/02/16	8/02/16		■					
Modelo Relacional	8/02/16	11/02/16							
--Diagrama de Clases	16/02/16	17/02/16							
*Módulo de Administración	16/02/16	23/02/16							



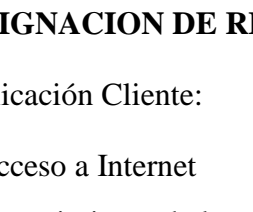




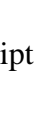
--Gestión de usuarios	16/02/16	19/02/16	
--Gestión de sitios de hospedaje	23/02/16	23/02/16	
* Módulo de Usuario	23/02/16	10/03/16	
--Establecimiento de parámetros de Búsqueda	30/02/16	7/03/16	
--Búsqueda de sitios de hospedaje	6/03/16	8/03/16	
--Discriminación de sitios de hospedaje	7/03/16	8/03/16	
--Trazado de ruta mínima	7/03/16	7/03/16	
*Pruebas de aceptación	10/03/16	15/03/16	

Tabla 2: Plan de Entregas

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 ASIGNACION DE RECURSOS

De la Aplicación Cliente:

- Acceso a Internet
- Conocimiento de lenguaje php, cs3, javascript
- Conocimiento framework Phonegap.

De la aplicación del Administrador:

- Acceso a Internet
- Conocimiento de lenguaje php, cs3, javascript
- Conocimiento de MySql
- Conocimiento del API de Google Maps
- Conocimiento de las ubicaciones de sitios de hospedaje en la ciudad de La Paz.

3.2.5 ARQUITECTURA

Mediante la identificación de los requerimientos funcionales, se establecieron dos subsistemas que fueron implementados, para cumplir con los objetivos del presente proyecto. Su estructura se muestra a continuación en la Figura 11.



Figura 11: Estructura

Fuente: Elaboración propia

Básicamente el prototipo presenta dos módulos plenamente identificados: Administración, destinado a la gestión de los datos del sistema y Usuarios, orientada al uso de la aplicación con interfaces gráficas.

- **Administración:** Esta opción del sistema permite la administración de las ubicaciones de los sitios de hospedaje. Esta opción está habilitada solamente para aquellos usuarios autorizados que conozcan la contraseña de acceso al sistema.

- **Usuario:** Es la parte del sistema destinado a los usuarios, quienes a partir de la interfaz gráfica que tiene la aplicación, éste puede realizar búsquedas de sitios de hospedaje, puede consultar por un determinado punto geográfico concreto (una ubicación dentro de la ciudad), o desde su ubicación actual, ajustando la distancia mínima con la cual se desean realizar las búsquedas mediante la asignación de un radio de búsqueda respecto a la ubicación requerida.

Adicionalmente este módulo contiene algoritmos de búsqueda basados en técnicas matemáticas, como lo es la geometría. Así como el módulo de trazado de ruta que utiliza la fórmula de Harvesine para la aproximación esférica de la distancia entre dos puntos de la superficie terrestre.

3.3 ANALISIS

Las personas que tienen la necesidad de hospedarse en algún sitio de hospedaje dentro de la ciudad de La Paz, ya que necesitan contar con información al alcance de la mano sobre la ubicación de algún servicio requerido de un sitio de hospedaje en particular y la ruta más corta hacia ese hospedaje.

Personas que no conocen la topografía, ni las calles de la ciudad de La Paz, y necesitan información sobre su ubicación actual y la ubicación de un sitio de hospedaje de la cual es necesaria para el cliente.

a) ACTORES

Los actores del sistema involucrados con la construcción del sistema de información de geolocalización de los sitios de hospedaje son principalmente el usuario y el administrador.

b) ROLES Y TAREAS

Para el desarrollo del sistema se han logrado identificar a los siguientes usuarios:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	STAKEHOLDER
Administrador	Es el responsable de guardar y mantener de forma actualizada las ubicaciones de los distintos sitios de hospedaje que serán publicadas para que los usuarios finales puedan utilizarlos.	Administrador
Usuario final	Es el usuario que requiere los servicios de información.	Usuario

Tabla 3: Roles y tareas de los usuarios

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 HISTORIAS DE USUARIO

Siguiendo con la fase de exploración, es necesario realizar una recopilación e identificación clara de los requerimientos funcionales con los que se deben cumplir al finalizar el desarrollo del sistema software y así tener una visión general de lo que se desea crear.

Para esta actividad se realizaron entrevistas dirigidas a los usuarios generando así las siguientes historias de usuario (ver tablas 4 - 7).

ADMINISTRADOR

Historia de usuario	1/Febrero/2016
Historia de usuario N° 001	
Nombre: Información	Prioridad: Alta

Descripción	<p>Deseo mostrar las ubicaciones de sitios de hospedaje ubicadas en la ciudad de La Paz, según información actualizada, recolectada de los sitios web de las mismas.</p> <p>Esta información se debe mostrar de manera rápida utilizando un mapa georreferenciado que muestre las ubicaciones de los sitios de hospedaje.</p>
Estimación	Se estima desarrollar la aplicación en un periodo no mayor a dos meses.
Prueba de aceptación	
	El sistema debe mostrar de forma gráfica usando un mapa georreferenciado la ruta mínima de un punto A y un punto B, que hacen referencia a la ubicación del usuario y la ubicación del sitio de hospedaje elegido.

Tabla 4: Historia de usuario

Fuente: Elaboración propia

ADMINISTRADOR

Historia de usuario	1/Febrero/2016
Historia de usuario N° 002: Administración de Ubicaciones	
Nombre: Información	Prioridad: Alta

Descripción	El constante cambio sobre la demanda de sitios de hospedaje por parte de usuarios dentro de la ciudad, los mismos sitios de hospedaje van ampliando sus puntos de servicio, así como la reubicación de los mismos, para el mejor servicio al usuario, es por eso que la base de datos debe estar en constante actualización y es necesario la administración de la misma.
Estimación	Seis días de trabajo
Prueba de aceptación	
Descripción	El sistema debe ofrecer al administrador la posibilidad de gestionar ubicaciones de sitios de hospedaje.

Tabla 5: Historia de usuario Actualización de Ubicaciones

Fuente: Elaboración propia

ADMINISTRADOR

Historia de usuario		1/Febrero/2016
Historia de usuario N° 003: Despliegue Ubicaciones de sitios de hospedaje.		
Nombre: Consultas		Prioridad: Media
Descripción	Para lograr una mayor aceptación, es necesario disponer de medios gráficos basado en el Google Maps que permitan captar la atención y necesidad de los usuarios. Este proceso debe ser automáticamente realizado por el sistema utilizando funciones y librerías del Google Maps.	

Estimación	Cinco días de trabajo
Prueba de aceptación	
Descripción	El sistema debe tener un sistema de administración de íconos, rutas y puntos fijos establecidos en la aplicación para permitir el manejo sencillo

Tabla 6: Historia de usuario despliegue de ubicaciones de Sitios de Hospedaje

Fuente: Elaboración propia

USUARIO

Historia de usuario	1/Febrero/2016
Historia de usuario N° 005	
Nombre: Control y consultas	Prioridad: Media
Descripción	Deseo que la aplicación me muestre un sitio de hospedaje, con un servicio requerido más próximo a la ubicación que deseo.
Estimación	Cinco días para el desarrollo
Prueba de aceptación	
Descripción	El sistema debe tener un módulo de búsqueda de ubicaciones con una interface de manejo amigable.

Tabla 7: Historia de usuario

Fuente: Elaboración propia

3.4 DESARROLLO

3.4.1 TIPOS DE ENTIDADES

a) DATOS VECTORIALES PUNTUALES

Sitios de hospedaje.

b) DATOS RASTER

Imágenes o fotografías aéreas que se sitúan sobre el territorio.

c) MAPAS DIGITALES

Servicios basados en APIs o integrados en un SIG que nos permiten crear mapas digitales o aplicaciones relativamente complejas basadas en mapas.

LA GEOLOCALIZACIÓN COMO PROCESO DE UN SOFTWARE MÓVIL HÍBRIDO

La geolocalización como base de un software móvil híbrido tiene la capacidad de almacenar, procesar, presentar y manipular la información obtenida referente a los geo datos; ofreciendo datos precisos a usuarios específicos, en nuestro caso a clientes de los distintos sitios de hospedaje que prestan sus servicios en la urbe paceña.

A continuación mostramos un esquema general de uso de este tipo de proceso:



Figura 11: Esquema General de la Geolocalización como proceso de un software móvil híbrido

Fuente: Elaboración propia

PERSPECTIVA DEL SISTEMA

El diseño de procesos toma en cuenta algunos requisitos no funcionales, tales como el desempeño y la disponibilidad, se enfoca en asuntos de concurrencia y distribución, integridad del sistema, de tolerancia a fallas, etc. También determina en cuál hilo de control se ejecuta efectivamente una operación de una clase identificada en la vista lógica. Debido a lo anterior, describe esta vista a través de los diagramas de actividades, estados (véase en las siguientes figuras).



a) INTERFAZ CON API DE LOCALIZACION DE GOOGLE

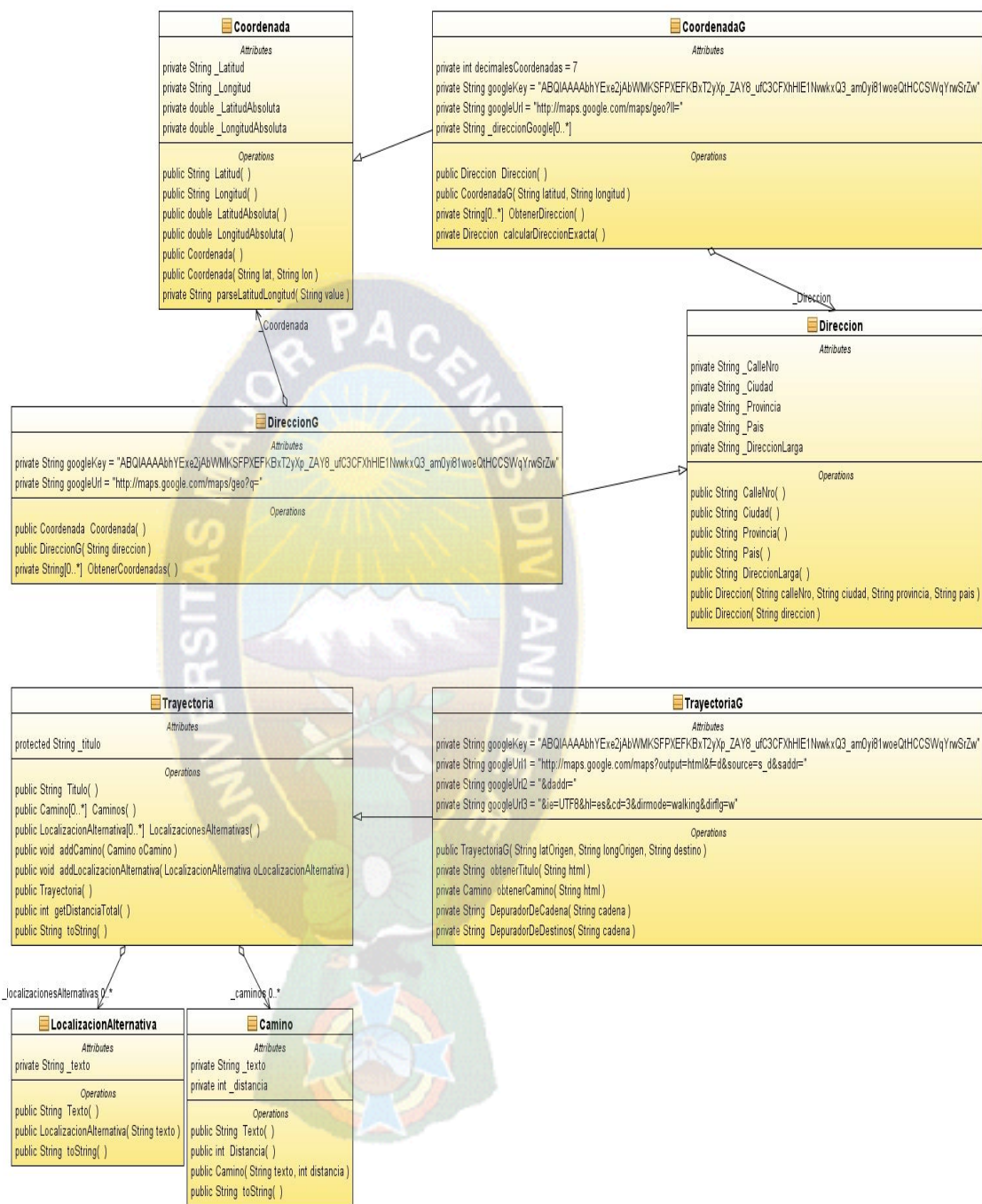


Figura 12: Interfaz con API de localización de Google Maps

Fuente: developers.google.com,

b) DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

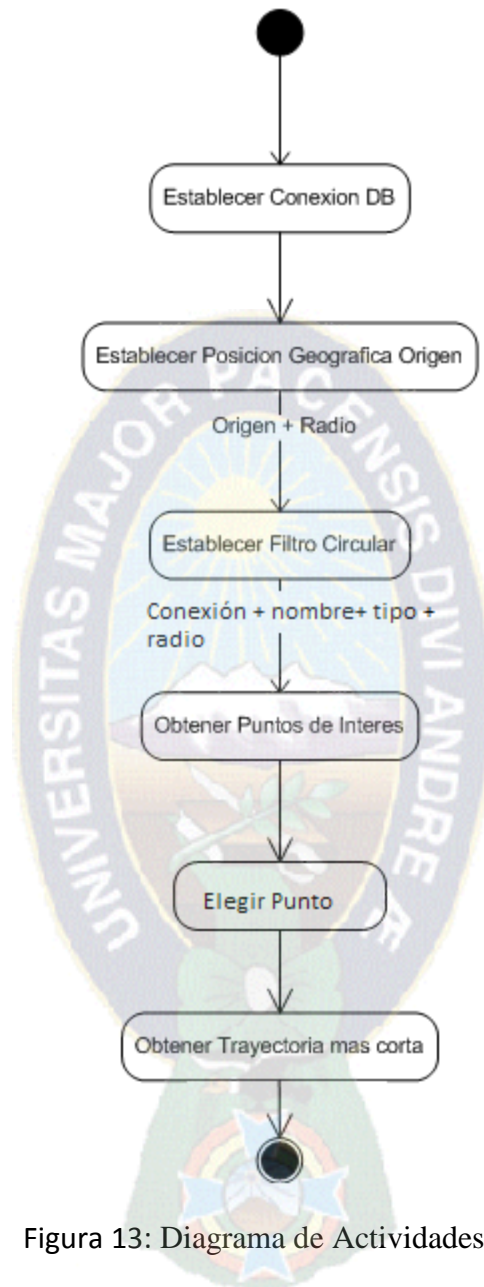


Figura 13: Diagrama de Actividades

Fuente: Elaboración propia

c) **DIAGRAMA DE ESTADOS**

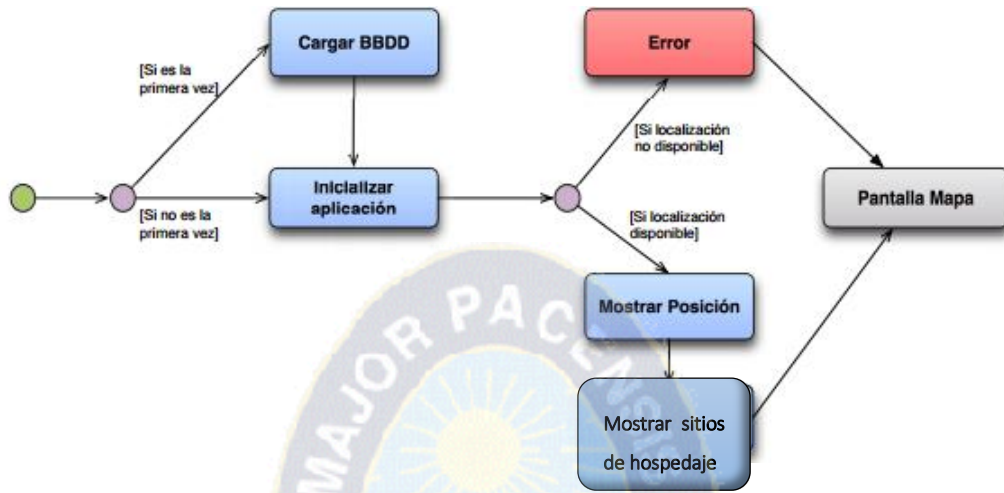


Figura 14: Diagrama de Estados

Fuente: Elaboración propia

d) **DIAGRAMA DE COLABORACION**

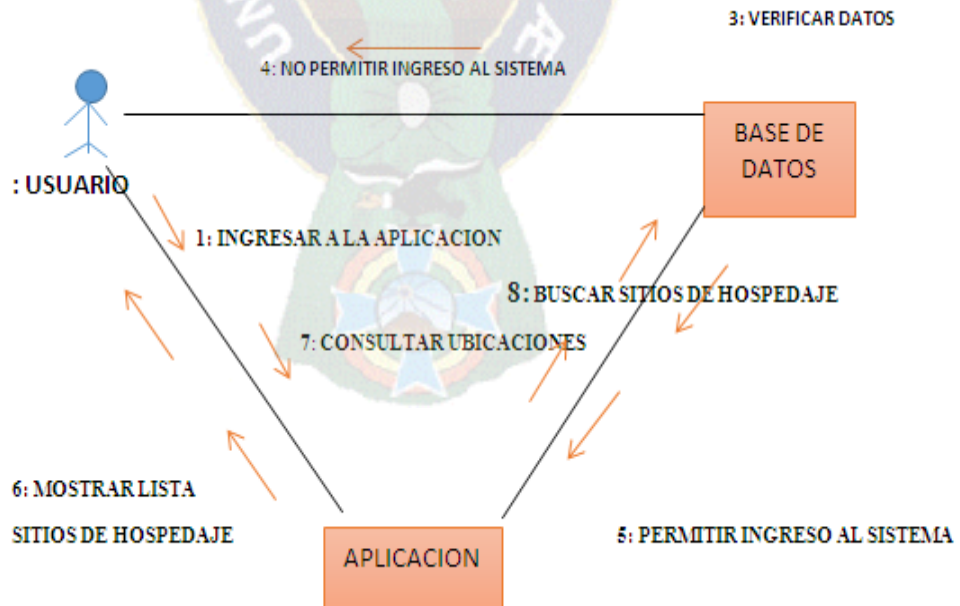


Figura 15: Diagrama de Colaboración

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 DESARROLLO DE SOFTWARE MÓVIL HÍBRIDO CON PHONEGAP

En la mayor parte de las ocasiones relacionamos desarrollos móviles con aplicaciones nativas. Este tipo de desarrollos son desarrollos hechos de forma específica para un determinado sistema operativo.

Pero también encontramos las aplicaciones Web móviles. Que no son más que aplicaciones que corren sobre un navegador web. Pero en este caso, sobre el navegador web de nuestro dispositivo móvil.

También existen lo que llamamos aplicaciones híbridas. Este tipo de aplicaciones son una combinación de ambas: Nativas + Web. Y todo apunta a que este tipo de aplicaciones móviles tienden a ser las más utilizadas.

Phonegap es una plataforma híbrida la cual nos permite el desarrollo de aplicaciones móviles usando tecnologías web (HTML5, JavaScript, CSS). Es de Código Abierto (Open source), está basado en estándares W3C Mobile y cuenta con un API JavaScript para acceder a las características de los dispositivos.

3.4.3 PROCESO DE DESARROLLO

El desarrollo de esta aplicación híbrida permitirá el uso de tecnologías multiplataforma como HTML5, JavaScript y CSS, también permite acceder a una buena parte de los dispositivos y sensores del teléfono.

Un buen ejemplo de aplicaciones híbridas es Facebook. Se descarga de la App Store y cuenta con todas las características de una aplicación nativa pero requiere ser actualizada ocasionalmente.

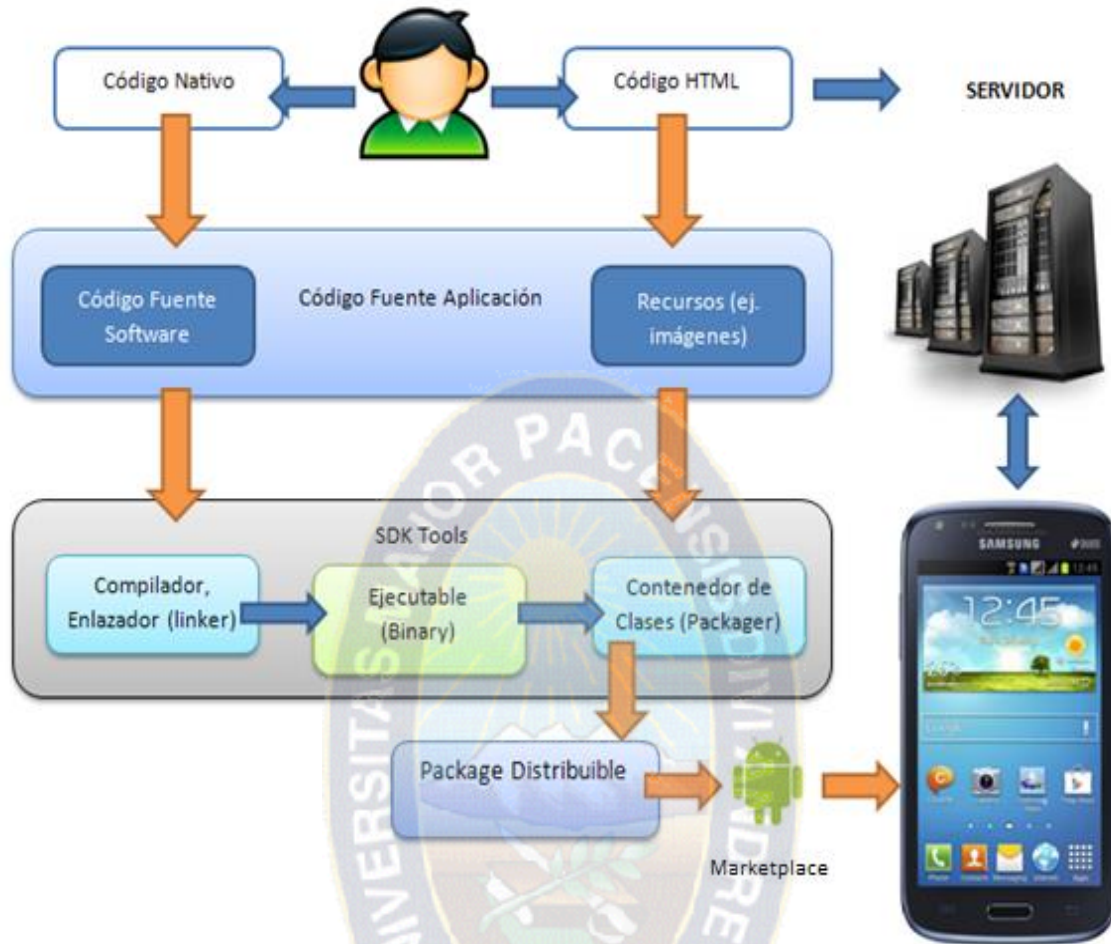


Figura 16: Arquitectura de desarrollo de una aplicación híbrida

Fuente: Elaboración propia

Phonegap tiene dos objetivos; Primero, permite que un código fuente cualquiera se pueda ejecutar en diversas plataformas. Segundo, Phonegap permite que la aplicación web acceda a los diferentes elementos del teléfono.

a) CODIGO NATIVO

Una aplicación móvil implementada en código nativo es mucho más rápida que las aplicaciones implementadas en PhoneGap. Por otro lado, la funcionalidad disponible para PhoneGap es más limitada que la que proporciona el sistema operativo nativo, por tanto la

aplicación desarrollada no contará con muchas de las características de la plataforma nativa. Lo mismo implica que la aplicación puede no adaptarse correctamente a las actualizaciones que se realicen en el sistema operativo nativo

b) CODIGO HTML

El código HTML utilizado para el desarrollo de la aplicación móvil es acompañado por código en JavaScript, para que de esta manera, mediante PhoneGap pueda ajustarse de forma adecuada a la plataforma nativa. Mostrando de esta manera compatibilidad no solo con Android sino con otros sistemas operativos para dispositivos móviles.

c) CODIGO FUENTE APLICACIÓN

El código fuente que se trabajó para el desarrollo del software móvil es único, generándose un programa compatible con todos los posibles sistemas operativos soportados por el entorno de desarrollo.

d) SDK TOOLS

SDK Tools viene siendo el kit de desarrollo de software con el que se procedió a trabajar en el desarrollo del software móvil, permitiéndonos ejecutar un emulador del sistema Android de la versión que sea. Todas las aplicaciones Android se desarrollan en lenguaje Java con este kit.

e) COMPILADOR

PhoneGap Build viene siendo el compilador y complemento perfecto para todo lo que significa PhoneGap también conocido como Apache Córdova. Lo que primero debemos hacer es crear una cuenta, luego PhoneGap Build compila nuestra aplicación híbrida para seis sistemas operativos móviles como son: iOS, Android, BlackBerry OS, Symbian, Web OS y Windows Phone, integrado hace muy poco.

f) PACKAGE

El package aplicado al desarrollo del software móvil es una agrupación de clases afines a Google Maps. Equivale al concepto de librería de Google Maps existente. Una clase puede

definirse como perteneciente a un package y puede usar otras clases definidas en ese o en otros packages.

g) PACKAGE DISTRIBUIBLE

El archivo generado por PhoneGap a partir del código fuente, es una aplicación con extensión .apk (*Application PacKage File*) es un paquete para el sistema operativo Android. Este formato es una variante del formato JAR de Java y se usa para distribuir e instalar componentes empaquetados para la plataforma Android para Smartphones y tablets.

h) MARKETPLACE

Es un sitio a través del cual miles de desarrolladores del mundo entero ofrecen sus productos y millones de usuarios pueden descargar aplicaciones gratuitas o de pago.

3.4.4 SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN

Durante el desarrollo de nuestro software móvil nos vimos a la tarea de identificar los servicios basados de geolocalización. Que son aplicaciones que ofrecen un servicio personalizado en tiempo real al usuario, basándose en la localización geográfica de un dispositivo.

Las operaciones básicas que permiten realizar los LBS (Location Based Services) con la información de localización son:

- **Localizar:** determinar la posición a la que el usuario haga referencia.
- **Buscar:** determinar la posición de sitios de hospedaje.
- **Navegar:** determinar la ruta óptima desde la localización definida por el usuario al punto de sitio de hospedaje elegido
- **Consultar:** explorar las características del sitio de hospedaje
- **Encontrar:** buscar, o explorar servicios de hospedaje cercanos a la localización definida por el usuario

- **Visualizar en un mapa:** ver los resultados de la búsqueda y la propia localización en un mapa, interactuar y navegar en él.

3.4.5 DISEÑO DE INTERFACES

a) DISEÑO DE INTERFACES CON EL ADMINISTRADOR

A continuación se muestra el diseño de interfaces para el administrador, que permite realizar la gestión de las ubicaciones de los puntos de sitios de hospedaje.

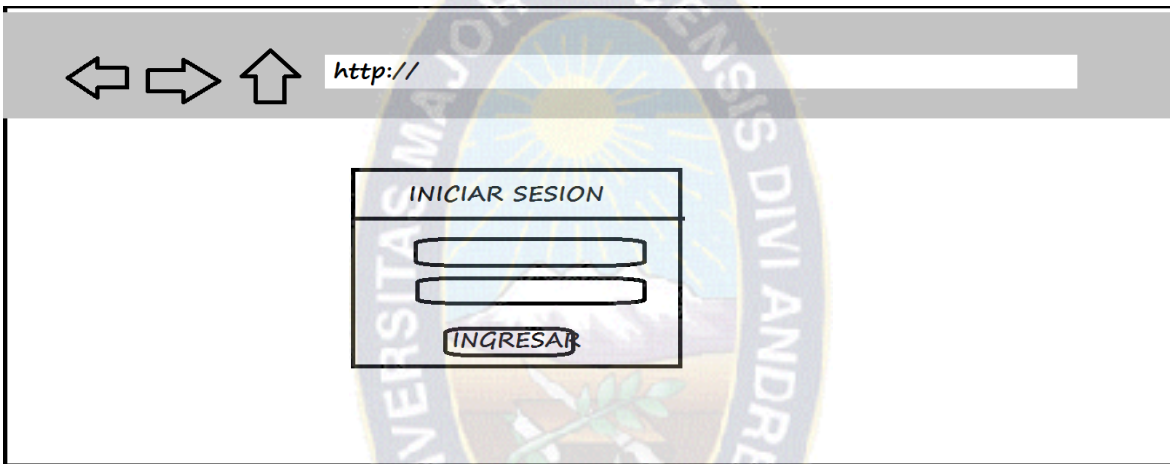


Figura 17: Inicio de sesion

Fuente: Elaboración propia

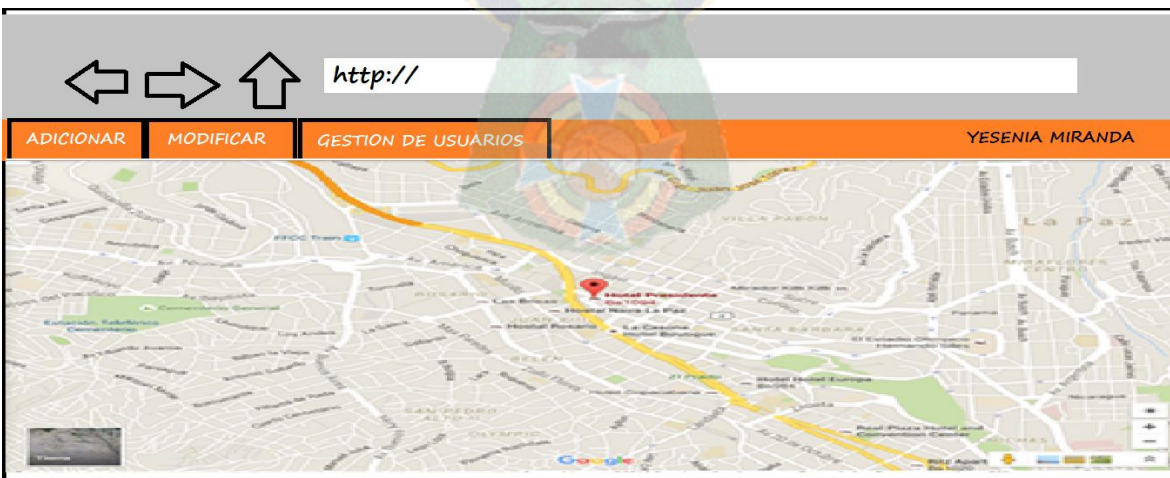


Figura 18: Pantalla de Inicio

Fuente: Elaboración propia

b) DISEÑO DE INTERFACES CON EL USUARIO

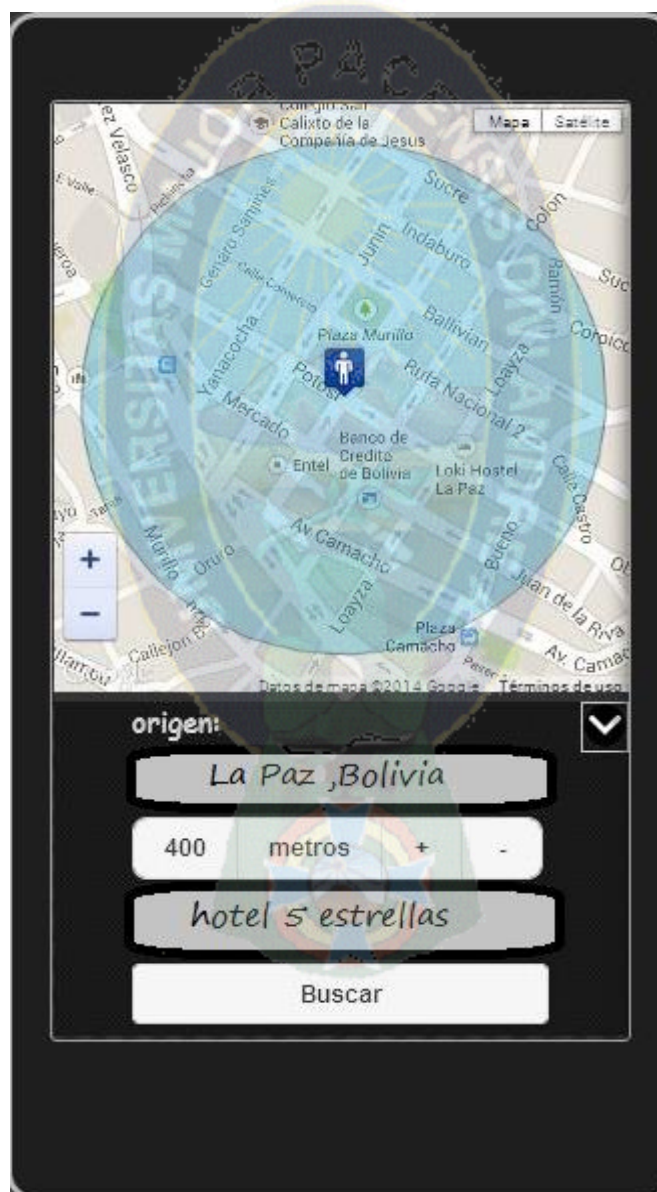


Figura 19: Interfaz para selección de tipo de hospedaje y selección de radio de búsqueda

Fuente: Elaboración propia



Figura 20: Elección de punto y trazado de ruta

Fuente: Elaboración propia

3.4.6 APLICACIÓN DE ESTADO DE CODIFICACION

Este módulo permite realizar el trazado de la ruta mínima entre dos puntos (el de origen y el de destino) dentro de un mapa, a través de una instancia de la clase polilyne, el cual tiene el

método `setpath()` que permite almacenar al vector de coordenadas, esto implementando la fórmula de haversine en la consulta a la base de datos.

3.5 PRUEBAS

En esta sección se procede a estabilizar la correcta funcionalidad del prototipo, se continúa aplicando el desarrollo del ciclo iterativo e incremental asegurándose la calidad del producto.

3.5.1 WORKSHOP DE POST ITERACIÓN

- Mejoras: Se debe mejorar la obtención de los datos de los sitios de hospedaje, al igual que los resultados de las búsquedas.
- Fortalezas: El software móvil funciona con normalidad. Los datos mostrados están referidos a la ubicación del usuario o a la ubicación a la que el mismo desee referirse y el resultado de la búsqueda según los parámetros introducidos por el usuario.
- Las altas, bajas y modificaciones de sitios de hospedaje por parte del administrador funcionan con normalidad.
- Las altas, bajas y modificaciones de usuarios por parte del administrador funcionan con normalidad.
- El trazado de la ruta mínima de los puntos seleccionados por el usuario funciona con normalidad.
- Debilidades: El intercambio de información con el servidor es lenta por el uso de internet mediante tecnología 2G, pero con el uso de tecnologías 3G o superiores la interacción con el servidor cuenta de relativa normalidad.

3.5.2 ADICION DE PUNTOS DE SITIOS DE HOSPEDAJE

Creación del panel de adición de ubicaciones donde puede ingresar los datos de un nuevo tipo de hospedaje ,un nuevo nombre del mismo y rango de precio a la que se hace referencia ,el tipo, nombre, rango que se realizara arrastrando el punto de ubicación(calle o avenida)dentro de Google Maps.

3.5.3 MODIFICACION DE PUNTOS DE SITIOS DE HOSPEDAJE

Creación del panel de modificación que le permite al administrador realizar la modificación de un punto de sitio de hospedaje ubicado dentro de la base de datos, el administrador indica el nombre, visualizando el panel de resultados con todos aquellos puntos que coinciden con el ingreso de esos parámetros, eligiendo posteriormente aquel punto donde se encuentra el sitio de hospedaje el cual desea modificar.

3.5.4 ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS DE ORIGEN Y DESTINO

Este módulo permite al usuario establecer los siguientes parámetros de búsqueda; elegir tipo de hospedaje, definir el rango de precios y definir un determinado radio de búsqueda. Mediante el cual el usuario podrá visualizar todos aquellos puntos a su alrededor los cuales le brinden la información que desea.

Este módulo permite al usuario establecer el punto de origen, este puede ser el punto en el cual se encuentre en el momento utilizando GPS o algún otro punto al cual desee referirse y el punto de destino que se seleccionará de todos los puntos visualizados en el radio de búsqueda.

Para el establecimiento de un punto de origen distinto a la ubicación del usuario, se hace uso del método de Autocomplete de la clase places de Google Maps que permite realizar la búsqueda de un determinado lugar (establecimientos, ubicaciones geográficas o puntos de interés destacados) al hacer uso de la librería **Google Places**, facilitando la búsqueda al contar con la función de autocompletado y sugiriendo al usuario una lista de lugares coincidentes con la entrada de texto.

Una vez seleccionado un lugar de la lista de sugerencias, el marcador correspondiente a la caja de texto se ubica automáticamente en el lugar seleccionado.

3.5.5 BÚSQUEDA DE PUNTOS DE SITIOS DE HOSPEDAJE

El módulo de búsqueda de rutas se encarga de realizar la búsqueda de todos aquellos puntos que cumplen las condiciones de los parámetros de búsqueda ingresados por el usuario.

Para empezar se establece una circunferencia de radio r y con punto de origen en (h, k) a través de la ecuación de la circunferencia (Ec. 2).

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2 \quad (Ec. 2)$$

La circunferencia establecida permitirá identificar aquellos puntos de sitios de hospedaje que estén ubicados dentro de un radio r .

3.5.6 DISCRIMINACIÓN DE SITIOS DE HOSPEDAJE

La discriminación de sitios de hospedaje que ofrecen las mismas, permite clasificar los sitios de hospedaje según el criterio de los parámetros de búsqueda y elección de puntos ingresados por el usuario para así poder determinar aquella ruta que representa un menor recorrido de entre los puntos de origen y de destino.

3.5.7 TRAZADO DE LA RUTA MINIMA ENTRE DOS PUNTOS

Este módulo permite realizar el trazado de la ruta mínima entre dos puntos (el de origen y el de destino) dentro de un mapa, a través de una instancia de la clase polilyne, el cual tiene el método setpath() que permite almacenar al vector de coordenadas, esto implementando la fórmula de haversine en la consulta a la base de datos.

```
// FORMULA DE HAVERSINE
$sql="SELECT tipo,lat,lng, ( 6371 * ACOS(
    COS( RADIANS('".$lat."') )
    * COS(RADIANS( lat ) )
    * COS(RADIANS( lng )
    - RADIANS('".$lng."') )
    + SIN( RADIANS('".$lat."') )
    * SIN(RADIANS( lat ) )
)
) AS distancia
FROM PUNTO_ATENCION
```

Figura 21: Fragmento de código para la implementación de la Fórmula de Haversine

Fuente: Elaboración propia

3.5.8 TEST DE ACEPTACIÓN

Hoja de Prueba de Aceptación	
Test ID	1
Historia	Funcionalidad Software Móvil –Web
Fecha Escrita	02/02/2016
Fecha Corrida	7/03/2016
Paso/Defecto	Paso
Descripción	<ol style="list-style-type: none">1 Modificación de puntos de sitios de hospedaje2 Establecimiento de parámetros de búsqueda3 Establecimiento de puntos de origen y de destino4 Búsqueda de puntos de sitios de hospedaje5 Discriminación de sitios de hospedaje6 Trazado de la ruta mínima entre dos puntos

<p>Resultados esperados</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ingreso de datos por medio de la plataforma web del administrador a la base de datos del servidor. 2 Actualización de la base de datos mediante la plataforma web del administrador 3 Correcta captura de parámetros de búsqueda y posterior envío 4 Correcta captura de coordenadas de puntos definidos para su posterior envío 5 Inspección visual del panel de resultados y comprobación de la base de datos 6 Inspección visual referente a la ruta mínima y comprobación de resultados mediante la revisión de distancias recorridas
------------------------------------	--

Tabla 8: Hoja de Prueba de Aceptación

Fuente: Elaboración propia

3.5.9 PLAN DE PRUEBAS

Para cada pantalla se prueba lo siguiente:

- Datos válidos
- Valores límite
- Datos inválidos
- El diseño debe ser como esta en la documentación
- Los enlaces entre pantallas tanto del software móvil como de la plataforma web deben funcionar tal como se las describe en la documentación.

Para las pruebas de tiempo de carga se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Se tomaron en cuenta los tres requerimientos funcionales más importantes (despliegue del panel de resultados, despliegue de los puntos en el mapa, trazado de la ruta mínima hacia el punto elegido).
- Se midió el tiempo de respuesta

Para las pruebas de tiempo de acceso se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Se tomó en cuenta el requerimiento funcional más importante para la comparación (trazado de la ruta mínima)
- Se considera tiempo de acceso al tiempo desde que un usuario abre una aplicación y recibe totalmente la información deseada.
- Para el acceso a la plataforma web se describen dos escenarios:
 - 1) El usuario accede al sitio mediante un buscador como Google, Bing, etc.
 - 2) El usuario accede al sitio escribiendo directamente la dirección en la barra direcciones del buscador.
- Se realizaron un determinado número de mediciones y entre cada medición se cerró la aplicación.

El Plan de Pruebas de Aceptación describe los pasos que se deben seguir para verificar que el sistema construido satisface los requerimientos.

El Plan de Pruebas de Aceptación es uno de los planes de prueba detallados y corresponde al nivel de pruebas de aceptación del sistema o de la solución. Este plan describe clara y completamente como realizar las pruebas.

Las pruebas de aceptación, involucran al usuario final y pretenden comprobar que la solución cumple con el modelo de negocio para el que fue desarrollado. Detección de defectos del producto entregado y planes de acción para corrección de los mismos.

3.5.10 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN POR ITERACIÓN

Las pruebas de aceptación por iteración, se realizan a los requerimientos funcionales, y a los no funcionales como facilidad de uso, recuperación, eficiencia, entre otros; y se pretende lograr: corrección, vale decir, carencia de ambigüedad; completitud, es decir, especificación

completa y clara del problema; y por último pero no menos importante, consistencia, quiere decir, que no haya requisitos contradictorios.

Resultados Iteración 1

	NÚMERO DE PRUEBAS	PORCENTAJE
Pruebas aceptadas	14	88%
Pruebas reprobadas	2	12%
TOTAL	16	100%
Pruebas Corregidas	2	100%

Tabla 9: Resultados Iteración 1

Fuente: Elaboración propia

Resultados Iteración 2

	NÚMERO DE PRUEBAS	PORCENTAJE
Pruebas aceptadas	13	81%
Pruebas reprobadas	3	19%
TOTAL	16	100%
Pruebas Corregidas	3	100%

Tabla 10: Resultados Iteración 2

Fuente: Elaboración propia

Resultados Iteración 3

	NÚMERO DE PRUEBAS	PORCENTAJE
Pruebas aceptadas	3	75%

Pruebas reprobadas	1	25%
TOTAL	4	100%
Pruebas Corregidas	1	100%

Tabla 11: Resultados Iteración 3

Fuente: Elaboración propia

Resultados Iteración 4

	NÚMERO DE PRUEBAS	PORCENTAJE
Pruebas aceptadas	5	84%
Pruebas reprobadas	1	16%
TOTAL	6	100%
Pruebas Corregidas	1	100%

Tabla 12: Resultados Iteración 4

Fuente: Elaboración propia

Resultados Iteración 5

	NÚMERO DE PRUEBAS	PORCENTAJE
Pruebas aceptadas	4	80%
Pruebas reprobadas	1	20%
TOTAL	5	100%
Pruebas Corregidas	1	100%

Tabla 13: Resultados Iteración 5

Fuente: Elaboración propia

Resumen de resultados de iteraciones

	NÚMERO DE PRUEBAS	PORCENTAJE
Pruebas aceptadas	39	83%
Pruebas reprobadas	8	17%
TOTAL	47	100%
Pruebas Corregidas	8	100%

Tabla 14: Resumen de resultados de iteraciones

Fuente: Elaboración propia

3.5.11 RESULTADOS TIEMPOS DE ACCESO

En base a las mediciones tomadas de los tiempos de acceso a la aplicación móvil y al acceso de un sitio web desde un navegador tradicional, en la siguiente tabla se muestra la comparación del promedio de las mediciones obtenidas al acceder a las funcionalidades de la aplicación móvil y del sitio web.

	Aplicación Móvil	Sitio Web
Tiempo 1	5	4
Tiempo 2	4	5
Tiempo 3	4	5
Tiempo 4	3	6
Tiempo 5	3	4
Tiempo 6	5	2

Tiempo 7	2	5
Tiempo 8	3	2
Promedio	3.625	4.125

Tabla 15: Resultado tiempos de acceso

Fuente: Elaboración propia

	Aplicación Móvil	Sitio Web	Diferencia
Promedio	3.625	4.125	0.5

Tabla 16: Promedio tiempos de acceso

Fuente: Elaboración propia

Las pruebas de tiempos de acceso se realizaron desde un teléfono Samsung Galaxy S5 con versión sistema operativo android 5.0.1 con tecnología LTE. Para el sitio web se utilizó el navegador Google Chrome 51.0.2704.106.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En los siguientes acápite se presenta el desarrollo de las pruebas y el análisis del cumplimiento de los requerimientos, dando lugar a la prueba de la hipótesis planteada y por tanto el cumplimiento de los objetivos planteados.

4.1 EVALUACIÓN DE LOS CASOS DE PRUEBA

En este punto recordaremos el resumen de los resultados obtenidos mediante las pruebas de aceptación por iteración desarrolladas en el anterior capítulo, siendo estos los siguientes:

Pruebas totales:	47
Pruebas aceptadas:	39
Pruebas reprobadas:	8
Porcentaje de éxitos:	83%
Porcentaje de fracasos:	17%

Como se observa en los resultados, el porcentaje de éxitos es menor al 83% esperado al momento de plantearse la Hipótesis, pero para comprobar de manera cuantificable se este valor se asemeja al valor esperado, se realiza una prueba de hipótesis estadística.

4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Una hipótesis es una suposición que se establece como base de una investigación que puede confirmar o negar su validez, su función principal es demarcar el problema que se va a investigar considerando componentes tales como lugar, características de los sujetos, tiempo, etc.

4.2.1 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Para determinar si el porcentaje de éxitos obtenido en las pruebas puede ser considerado cercano al 85% de nivel de confianza esperado, se hará uso de una PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA PROPORCIONES, la cual se encuentra detallada en el anexo B.

Las variables usadas en dicha prueba serán las mismas mencionadas en la evaluación de casos de prueba:

$$p_0 = 85$$

$$q_0 = 15$$

$$p = 83$$

$$n = 47$$

N es el número total de sujetos en el espacio muestral y no se conoce. Además que se tomará un nivel de significancia α del 5%.

4.2.2 DEFINICIÓN DE LA HIPÓTESIS H_0 Y H_1

Recordando la hipótesis planteada:

H_0 : LOS SITIOS DE HOSPEDAJE SE DEFINEN GEOGRAFICAMENTE MENDIANTE PUNTOS DENTRO DE UN MAPA, Y MEDIANTE UN SISTEMA DE GEORREFERENCIACIÓN EJECUTADO POR UN DISPOSITIVO MÓVIL SE OBTIENE INFORMACIÓN PRECISA SOBRE LA UBICACIÓN Y LA RUTA HACIA CADA UNO DE ESTOS PUNTOS.

H_1 : RECHAZA H_0 .

En este caso se espera que el porcentaje de éxitos sea igual o mayor a 85%:

$$H_0: p \geq p_0 H_1: p < p_0$$

Es decir:

$$H_0: p \geq 0.85 H_1: p < 0.85$$

HIPÓTESIS NULA H_0 : SE AFIRMA EL VALOR CERCANO AL 85% DE EFECTIVIDAD.

HIPÓTESIS ALTERNA H_1 : AFIRMACION DE QUE SE ACEPTARA SI LOS DATOS DE PRUEBA PROPORCIONAN EVIDENCIA DE QUE LA HIPÓTESIS NULA ES FALSA.

4.2.3 DETERMINACIÓN DE LA REGIÓN CRÍTICA

La región crítica para la hipótesis planteada, es la siguiente:

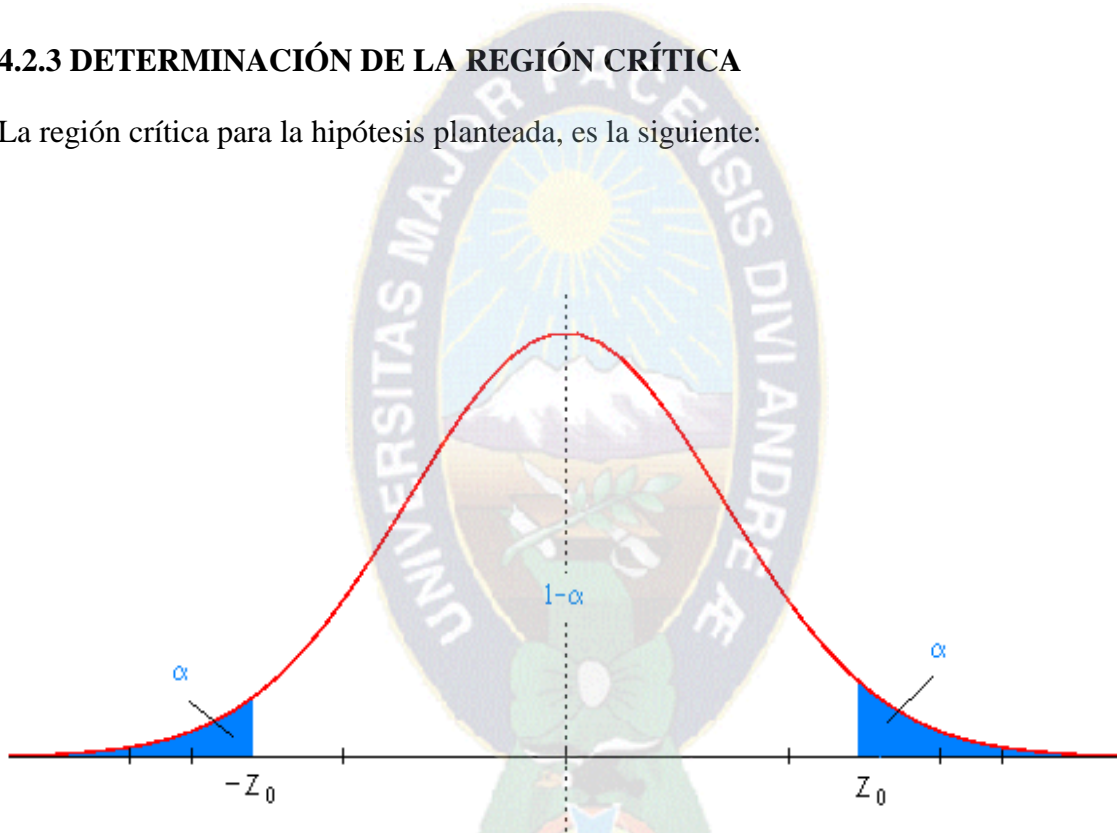


Figura 22: Región crítica para la hipótesis

Fuente: Elaboración propia

Como n se refiere en este caso al número de pruebas, en este caso 47, el punto crítico a usar es $-Z_0$ y se determina mediante:

$$-Z_0 = -Z_{1-\alpha} = -Z_{1-0.05}$$

$$-Z_0 = -Z_{0.05}$$

Este valor se halla de la tabla de la función de distribución normal, la cual se encuentra en el anexo A. Para obtener el valor de z se elige de la tabla mencionada el valor más cercano a 0,95; el cual esta ubicado en la fila 1,6 y columna 0,04.

z	...	0,04
...		↓
1,6	→	0,94950

Figura 23: Resultado tabla de la función de distribución normal

Fuente: Elaboración propia

El valor de z se obtiene sumando ambos valores:

$$-Z_{0,95} = -(1.6 + 0.04) = -1,64$$

4.2.4 CÁLCULO DEL ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA

Como se conoce el número total de individuos en el espacio muestral, el valor del estadístico de la prueba se obtiene mediante la fórmula:

$$Z_c = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}} = \frac{0.83 - 0.85}{\sqrt{\frac{0.85 * 0.15}{47}}} = -0.384$$

4.2.5 TOMA DE DECISIÓN

Al comparar el valor de los estadísticos Z_0 y Z_c , se observa que el valor del estadístico de la prueba no se encuentra dentro de la región crítica, por lo tanto se acepta la hipótesis nula H_0 .

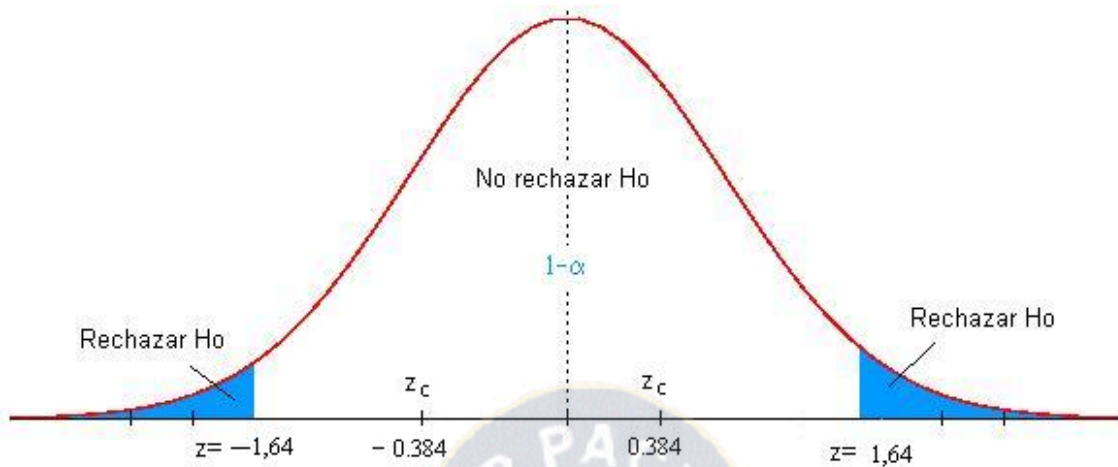


Figura 24: Distribución de Z_0 y Z_c en el gráfico para la toma de decisión

El promedio de éxito del prototipo al momento de reconocer las muestras se acerca al 85%. Por tanto como no se rechaza H_0 se podría concluir y afirmar la hipótesis H_0 :” LOS SITIOS DE HOSPEDAJE SE DEFINEN GEOGRAFICAMENTE MENDIANTE PUNTOS DENTRO DE UN MAPA, Y MEDIANTE UN SISTEMA DE GEORREFERENCIACIÓN EJECUTADO POR UN DISPOSITIVO MÓVIL SE OBTIENE INFORMACIÓN PRECISA SOBRE LA UBICACIÓN Y LA RUTA HACIA CADA UNO DE ESTOS PUNTOS.”.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Este documento de tesis es el resultado del proceso de investigación y desarrollo de un software móvil utilizando georreferenciación que involucre información sobre la ubicación de sitios de hospedaje y que le brinde al usuario una herramienta confiable y precisa capaz de mostrar la ruta hacia la ubicación del servicio requerido.

Mediante el uso de la metodología híbrida se desarrolló la aplicación web-móvil cumpliendo los siguientes objetivos específicos planteados en el primer capítulo:

- Se desarrolló el módulo que permite filtrar las ubicaciones de un sitio de hospedaje en específico dentro del mapa.
- Se diseñó una base de datos con coordenadas señalando el nombre y el tipo de servicio que representa.
- Se usó el API de Google Maps para acceder a los mapas y librerías; que a su vez permitieron implementar el módulo visual de trazado de rutas, el uso de marcadores para identificar las ubicaciones de sitios de hospedaje, el módulo visual de trazado de radio de búsqueda.
- El sistema beneficia al usuario permitiéndole ingresar a la aplicación las 24 horas al día sin restricción de horario.
- Se hace un seguimiento en tiempo real de los dispositivos móviles conectados mostrando su posición en el mapa.
- Se usó Phonegap para el desarrollo de la aplicación móvil compatible con sistemas operativos móviles.

Mediante el análisis de resultados obtenidos en el capítulo cuatro, se concluye la solución del problema principal los sitios de hospedaje se definen geográficamente mediante puntos dentro de un mapa, y mediante un sistema de georreferenciación ejecutado por un dispositivo móvil se obtiene información precisa sobre la ubicación y la ruta hacia cada uno de estos

puntos. Al crear una aplicación para dispositivos móviles se incrementa la usabilidad de las personas, además de ser en parte, una importante herramienta para personas que no viven en nuestra ciudad.

En los resultados se observa una descarga lenta de la información, esto se debe a las limitaciones de conectividad de nuestro medio. Sin embargo, la aplicación es de gran utilidad y susceptible a convertirse en un producto comercializable.

A pesar de contar con documentación sobre la metodología de desarrollo no se encontró mucha información o plantillas sobre la realización del plan de iteraciones, por lo que se debió recurrir a información del tema en extreme programming por ser una de las metodologías híbridas.

El desarrollo basado en pruebas permitió detectar y corregir errores en una temprana etapa del desarrollo lo que permite no arrastrar errores en otros disminuyendo el impacto de la corrección de error, permitiendo que el software móvil tenga alta calidad.

5.2 RECOMENDACIONES

Junto con la información de los distintos sitios de hospedaje que tienen sus actividades en la ciudad de La Paz, la aplicación podría extenderse a otro tipo de rubros como hospitales, sitios de comida, etc.

Al desarrollar aplicaciones móviles se debe tener en cuenta que los usuarios son del tipo ocasional, es decir no están constantemente usando las aplicaciones todo el tiempo sino por intervalos cortos, por lo cual se debe permitir al usuario acceder a las funcionalidades más importantes de forma más rápida e intuitiva.

El presente trabajo es una base para otras investigaciones o usos que se puede dar a la plataforma, el cual está pensado para extenderse a otros aspectos donde se necesita usar la georreferenciación no necesariamente de lugares sino también de objetos o personas.

BIBLIOGRAFÍA

- Amo, F. A., & Normand, L. M. (2005). *Introducción a la ingeniería del software*. Delta Publicaciones, 2005.
- Chang, K.-T. (2010). *Introduction to Geographic Information Systems*. McGraw-Hill.
- Duclos, .. C. (2010). *Product Formuns Google*. Obtenido de Product Formuns Google: <http://productforums.google.com/forum/#!topic/maps-es/S0wHzdsSlj0>.
- Fernández, G. (2002). *Introducción a Extreme Programming*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2013, de <http://www.um.edu.ar/>
- Gutiérrez, .. J. (2000). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Puebla: Síntesis.
- Laurent Debrauwer, F. V. (2009). *UML 2 Iniciación, ejemplos y ejercicios corregidos*. Ediciones ENI, 2009.
- Lopez, C. P. (2000). *Técnicas de Muestreo Estadístico*. Mexico: Alfaomega Grupo, Editor, S.A de C.V.
- Mancha, U. d. (Octubre de 2013). *rabajo-XP.pdf*. Obtenido de <http://www.info-ab.uclm.es/asignaturas/42551/trabajosAnteriores/Trabajo-XP.pdf>
- Murphy, C., & Yates, J. (2009). *The International Organization for Standardization (ISO): global governance through voluntary consensus*. Taylor & Francis, 2009.
- Paredes, J. (8 de Febrero de 2013). En Bolivia, 320 mil personas usan internet banda ancha. *La Razón*.
- Pratt, M. (2013). *La Formula de Haversine*.
- Pressman, R. S. (2008). *Ingeniería de Software. Sexta edición*. Mc Graw Hil.
- Salkind, N. J. (1998). *Métodos de investigación*. Pearson Educación, 1998.

Sampieri, R. H. (1998). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software*. Pearson Educación, 2005.

Spataru. (2010). *Agile Development Methods for Mobile Applications*.

Tanja. (2012). *Agile Documentation in Mobile-D*.





ANEXOS

ANEXO A

TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7703	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9561	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9901	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9954	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974

Tabla 20: Tabla de distribución normal

Fuente: <http://www.vadenumeros.es/>

ANEXO B

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA PROPORCIONES

En el campo de la estadística, para comprobar la validez de una afirmación de carácter cuantitativo, se realiza un proceso de prueba de hipótesis estadística.

Frecuentemente se desea estimar la proporción de elementos que tienen una característica determinada, en tal caso, las observaciones son de naturaleza cualitativa. Cuando se analiza información cualitativa y se está interesado en verificar un supuesto acerca de la proporción poblacional de elementos que tienen determinada característica, es útil trabajar con la prueba de hipótesis para la proporción.

En este caso la prueba de hipótesis para una proporción define que una hipótesis es una afirmación, que puede ser de dos tipos:

- Hipótesis nula; denotada por H_0 , es la afirmación a priori que se pretende demostrar luego de haberse realizado el estudio.
- Hipótesis alterna; denotada por H_1 , es el opuesto de la hipótesis nula, por lo que representa que la afirmación hecha a priori no pudo ser demostrada.

Ambas hipótesis son afirmaciones totalmente opuestas. Una prueba de hipótesis consiste en determinar cual de las dos afirmaciones es correcta, por ello se realiza para decidir si la hipótesis H_0 es correcta, caso contrario, se acepta H_1 .

MÉTODOS

Podemos usar cualquiera de los siguientes:

1. Método de la región de rechazo (Método 1) ó
2. Método del valor P (Método 2)

A. MÉTODO DE LA REGIÓN DE RECHAZO (MÉTODO 1)

Digamos que p_0 es la proporción aceptada o reclamada.

Paso 1 Establezca las hipótesis.

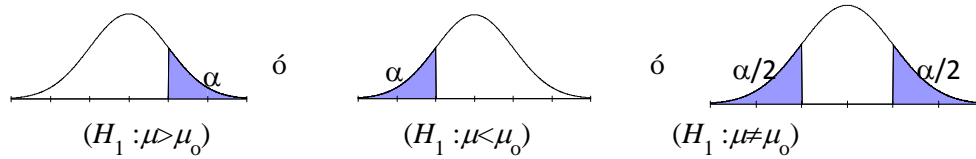
$$H_0 : p = p_0$$

$$H_1 : p > p_0 \text{ ó}$$

$$p < p_0 \text{ ó}$$

$$p \neq p_0$$

Paso 2 Use el nivel de significancia (α) y dibuje la región de rechazo en la curva normal estándar (curva z).



Paso 3 Calcule el valor z para la proporción muestral $\left(\bar{p} = \frac{x}{n}\right)$ usando la fórmula

$$Z = \frac{\bar{p} - p_0}{\sigma_p}, \quad \sigma_p = \sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}$$

Paso 4 Dibuje este valor de z en el diagrama de la región de rechazo (Paso 2).

Paso 5 Si el valor z cae dentro de la región de rechazo (sombreada), entonces rechace H_0 . Si cae fuera de la región sombreada, entonces no rechace H_0 .

Paso 6 Escriba la conclusión de la prueba.

B. MÉTODO DEL VALOR P (MÉTODO 2)

Dejemos que p_0 sea la proporción aceptada o reclamada.

Paso 1 Establezca las hipótesis:

$$H_0 : p = p_0$$

$$H_1 : p > p_0 \quad \text{ó}$$

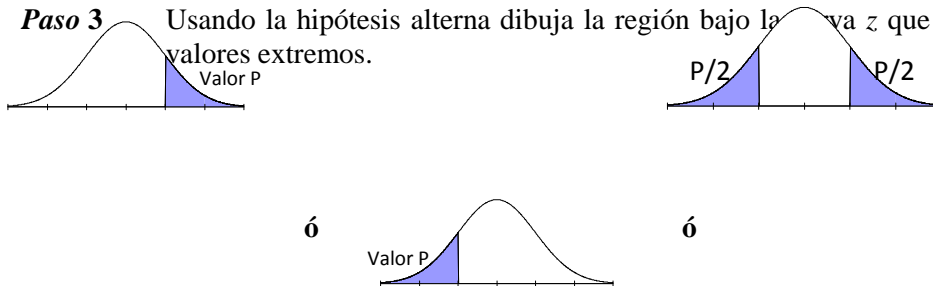
$$p < p_0 \quad \text{ó}$$

$$p \neq p_0$$

Paso 2 Calcule el valor z para la proporción muestral $\left(\bar{p} = \frac{x}{n}\right)$ usando la fórmula:

$$Z = \frac{\bar{p} - p_0}{\sigma_p}, \quad \text{donde } \sigma_p = \sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}$$

Paso 3 Usando la hipótesis alterna dibuja la región bajo la curva z que representa los valores extremos.



$$(H_1 : \mu > \mu_0)$$

$$(H_1 : \mu < \mu_0)$$

$$(H_1 : \mu \neq \mu_0)$$

Paso 4 El valor P = al área de la cola sombreada (s) en el Paso 3.

Paso 5 Si el valor $P < \alpha$, entonces rechaza H_0

Si el valor $P \geq \alpha$, entonces no rechaces H_0 .

Paso 6 Escribe la conclusión de la prueba.





DOCUMENTACIÓN