



# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN QUE PERMITA  
UTILIZAR CONTEXTOS PARA SUGERIR POSIBLES SITIOS  
TURÍSTICOS A SER VISITADOS Y LOS MUESTRE  
GEOGRÁFICAMENTE.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO EN INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**CÉSAR ALEJANDRO GARCÍA CAMACHO**

**DIRECTOR: ING. ESTEVAN GÓMEZ, MSC, PhD (c)**

**Quito, Enero 2018**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2018  
Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1721151965
APELLIDO Y NOMBRES:	GARCÍA CAMACHO CESAR ALEJANDRO
DIRECCIÓN:	REMIGIO ROMERO Y CORDERO N 53-82
EMAIL:	<a href="mailto:cesar_alejo_12@hotmail.com">cesar_alejo_12@hotmail.com</a>
TELÉFONO FIJO:	02 3431 634
TELÉFONO MOVIL:	09 993 568 74

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Desarrollo de una aplicación que permita utilizar contextos para sugerir posibles sitios turísticos a ser visitados y los muestre geográficamente.
AUTOR O AUTORES:	CÉSAR GARCÍA
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ENERO 2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. ESTEVAN GÓMEZ
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
RESUMEN:	<p>Los avances en las tecnologías de la información han cambiado la manera en como los usuarios interactúan con las aplicaciones móviles, cada vez estos buscan contenidos y servicios adaptables a su contexto y/o preferencias, para acceder en cualquier momento y desde cualquier lugar a diferentes servicios y contenidos específicamente seleccionados.</p> <p>En el mercado actual las aplicaciones móviles orientadas al turismo dependen en su mayoría del GPS del dispositivo para</p>

encontrar sitios turísticos en una determinada zona, no obstante es de mucha importancia tomar en cuenta otros tipos de contextos que pueden proporcionar información a fin de adaptar al contexto del usuario a sus preferencias y necesidades. Por ejemplo las condiciones climáticas, la zona horaria, preferencias de usuario que son factores que inciden a la hora de tomar una decisión para ir a visitar un sitio turístico. El presente trabajo propone el desarrollo de un prototipo de aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android que pueda adaptarse y reaccionar al contexto del usuario brindando información y opciones adecuadas a partir de información ingresada y/o recolectada del usuario para sugerir una visita a un sitio turístico en la ciudad de Quito y geo localizarlo en el mapa, este trabajo fue dividido en diferentes módulos que son:

Módulo de Seguridad: Encargado de la autenticación y registro de usuarios.

Módulo de Información y Datos: Encargado de presentar la información de contextos obtenida.

Módulo de Mapa y Ubicación: Encargado de mostrar en el mapa las sugerencias de los sitios y la ubicación del usuario.

**PALABRAS CLAVES:**

Android, aplicación móvil, aplicación sensible al contexto, geo localización, turismo, servicio REST

**ABSTRACT:**

The advances in information technologies have changed the way in which users interact with mobile applications, each time they search for content and services adaptable to their context or preferences, to access at any time and from anywhere to different services and specifically selected contents.

In the current market, mobile applications oriented to tourism depend mostly on the

**KEYWORDS**

GPS of the device to find tourist sites in a certain area, however it is very important to take into account other types of contexts that can provide information in order to adapt to the context of the user to their preferences and needs. For example the climatic conditions, the time zone, user preferences that are factors that influence when making a decision to visit a tourist site.

The present work proposes the development of an application prototype for mobile devices with Android operating system that can adapt and react to the user's context, providing information and appropriate options from information entered or collected from the user to suggest a visit to a site tourist in the city of Quito and geo locate it on the map, this work was divided into different modules that are:

Security Module: Responsible for the authentication and registration of users.

Information and Data Module: Responsible for presenting the information of contexts obtained.

Map and Location Module: Responsible for showing on the map the suggestions of the sites and the user's location.

Android, mobile application, context aware, geo localization, tourism, REST service.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 

GARCÍA CAMACHO CÉSAR ALEJANDRO

C.I. 1721151965

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **GARCÍA CAMACHO CÉSAR ALEJANDRO**, CI: 1721151965 autor del proyecto titulado: **DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN QUE PERMITA UTILIZAR CONTEXTOS PARA SUGERIR POSIBLES SITIOS TURÍSTICOS A SER VISITADOS Y LOS MUESTRE GEOGRÁFICAMENTE** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 16 de Enero del 2018

f. \_\_\_\_\_

**GARCÍA CAMACHO CÉSAR ALEJANDRO**

C.I. 1721151965

## DECLARACIÓN

Yo GARCÍA CAMACHO CÉSAR ALEJANDRO, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

f.   
\_\_\_\_\_  
GARCÍA CAMACHO CÉSAR ALEJANDRO  
C.I. 1721151965

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "**Desarrollo de una aplicación que permita utilizar contextos para sugerir posibles sitios turísticos a ser visitados y los muestre geográficamente.**", que, para aspirar al título de Ingeniero en Informática y Ciencias de la Computación fue desarrollado por **César Alejandro García Camacho**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



---

Ing. Estevan Gómez, MSc, PhD( c)

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 170774306



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
<b>Contenido</b>	
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1 ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE .....	3
2.1.1 COMPUTO SENSIBLE AL CONTEXTO ( <i>Context-Aware</i> ).....	3
2.1.2 CATEGORIAS DE CONTEXTO .....	4
2.1.3 MODELO INGENUO DE BAYES ( <i>Naive Bayes</i> ) .....	5
2.1.4 APLICACIONES MÓVILES .....	6
2.1.5 APLICACIONES SENSIBLES AL CONTEXTO .....	6
2.2 SERVICIOS WEB.....	7
2.3 SERVICIO RESTFul.....	8
2.4 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).....	8
2.5 API GOOGLE MAPS (GOOGLE MAPS API) .....	9
2.6 API DEL CLIMA DE YAHOO (YAHOO WEATHER API).....	9
2.7 MYSQL.....	9
2.8 MICROSOFT VISUAL STUDIO 2015.....	10
2.9 ANDROID STUDIO .....	10
2.10 LIBRERIA RETROFIT .....	10
2.11 ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE DESARROLLO .....	11
2.11.1 MOBILE-D .....	11
2.11.2 HYBRID METHODOLOGY DESIGN .....	12
2.11.3 MOBILE DEVELOPMENT PROCESS SPIRAL .....	12
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>14</b>

3.1 FASE DE EXPLORACIÓN.....	14
3.2 FASE DE INICIACIÓN .....	15
3.3 FASE DE PRODUCCIÓN .....	15
3.4 FASE DE ESTABILIZACIÓN .....	16
3.5 FASE DE PRUEBAS Y CORRECCIONES DE ERRORES .....	16
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
4.1 FASE DE EXPLORACIÓN .....	17
4.1.1 ESTABLECIMIENTO DE INTERESADOS.....	17
4.1.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES.....	17
4.1.3 ARQUITECTURA DEL PROYECTO.....	19
4.1.4 ANÁLISIS DE COSTOS.....	20
4.1.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	22
4.2 FASE DE INICIACIÓN.....	23
4.2.1 CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO .....	23
4.2.2 PLANIFICACIÓN INICIAL.....	24
4.3 FASE DE PRODUCCIÓN Y ESTABILIZACIÓN .....	27
4.3.1 DISEÑO DEL SISTEMA .....	27
4.3.2 BASE DE DATOS .....	27
4.3.3 SERVICIO WEB .....	28
4.3.4 APLICACIÓN MÓVIL.....	29
4.3.5 MÓDULO DE SEGURIDAD.....	30
4.3.6 MÓDULO DE INFORMACIÓN Y DATOS .....	32
4.3.7 MÓDULO DE MAPA Y UBICACIÓN.....	34
4.4 FASE DE PRUEBAS Y CORRECCIÓN DE ERRORES.....	41
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	46
5.2 RECOMENDACIONES .....	47
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1.</b> Comparación entre metodologías.....	13
<b>Tabla 2.</b> Requisitos funcionales para la aplicación. ....	17
<b>Tabla 3.</b> Requisitos no funcionales para la aplicación. ....	19
<b>Tabla 4.</b> Costos de herramientas avanzadas. ....	21
<b>Tabla 5.</b> Costos de herramientas base.....	21
<b>Tabla 6.</b> Tabla de información de contextos.....	22
<b>Tabla 7.</b> Planificación de fases. ....	25
<b>Tabla 8.</b> Set de datos de entrenamiento para el modelo de Bayes. ....	35
<b>Tabla 9.</b> Rangos de temperaturas en centígrados de la ciudad de Quito. ...	35
<b>Tabla 10.</b> Proporción del valor sobre el total de la clase. ....	36
<b>Tabla 11.</b> Proporción sobre el total de ejemplos de la clase. ....	37
<b>Tabla 12.</b> Clasificación de nuevo ejemplo. ....	37
<b>Tabla 13.</b> Resultados de pruebas en la interacción login. ....	41
<b>Tabla 14.</b> Resultados de pruebas en la iteración Registro de usuario.....	42
<b>Tabla 15.</b> Resultados de pruebas en la iteración Ingreso de preferencias. .	42
<b>Tabla 16.</b> Resultados de pruebas en la iteración Perfil de usuario.....	43
<b>Tabla 17.</b> Resultados de pruebas en la iteración Perfil de usuario clima. ...	44
<b>Tabla 18.</b> Resultados de pruebas en la iteración Visualización de sitios.....	44
<b>Tabla 19.</b> Recopilación de resultados de pruebas realizadas. ....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Fases de la metodología Mobile-D.....	14
<b>Figura 2.</b> Arquitectura de la aplicación. ....	20
<b>Figura 3.</b> Modelo entidad relación de la base de datos. ....	27
<b>Figura 4.</b> Contenido de la tabla Preferencia. ....	28
<b>Figura 5.</b> Contenido de la tabla Tipo. ....	28
<b>Figura 6.</b> Controladores y modelos del servicio web. ....	29
<b>Figura 7.</b> Permisos en archivo AndroidManifest.xml. ....	30
<b>Figura 8.</b> Dependencias, librerías y recursos del archivo Build.Gradle. ....	30
<b>Figura 9.</b> Diseño de pantalla al iniciar la aplicación.....	31
<b>Figura 10.</b> Diseño de pantalla de registro de usuarios. ....	32
<b>Figura 11.</b> Diseño de pantalla para ingreso de preferencias. ....	33
<b>Figura 12.</b> Diseño de pantalla de perfil de usuario. ....	34
<b>Figura 13.</b> Implementación API de Google Maps y permisos para su uso. .	34
<b>Figura 14.</b> Marcadores de los sitios en el mapa.....	40
<b>Figura 15.</b> Gráfico de los resultados de iteración login. ....	41
<b>Figura 16.</b> Gráfico de los resultados de la iteración Registro de usuarios. .	42
<b>Figura 17.</b> Gráfico de resultados de la iteración Ingreso de preferencias. ..	43
<b>Figura 18.</b> Gráfico de resultados de la iteración Perfil de usuario. ....	43
<b>Figura 19.</b> Gráfico de resultados de la iteración perfil de usuario clima. ....	44
<b>Figura 20.</b> Gráfico de resultados de la iteración Visualización de sitios.....	45
<b>Figura 21.</b> Gráfico de recopilación de resultados de pruebas realizadas....	45

# ÍNDICE DE ECUACIONES

	<b>Página</b>
<b>Ecuación 1.</b> Fórmula del modelo ingenuo de Bayes.....	5
<b>Ecuación 2.</b> Ejemplo de probabilidad de Iglesia .....	37
<b>Ecuación 3.</b> Ejemplo de probabilidad de Museo .....	38
<b>Ecuación 4.</b> Ejemplo de probabilidad de Parque .....	38
<b>Ecuación 5.</b> Ejemplo de probabilidad de Plaza.....	38
<b>Ecuación 6.</b> Ejemplo suma de probabilidades .....	38
<b>Ecuación 7.</b> Porcentaje de probabilidad de Iglesia entre suma de probabilidad. ....	38
<b>Ecuación 8.</b> Porcentaje de probabilidad de Museo entre suma de probabilidad. ....	39
<b>Ecuación 9.</b> Porcentaje de probabilidad de Parque entre suma de probabilidad. ....	39
<b>Ecuación 10.</b> Porcentaje de probabilidad de Plaza entre suma de probabilidad. ....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>Anexo 1.</b> Tabla de la base de datos de sitios turísticos de Quito turismo ...	51
<b>Anexo 2.</b> Comparación de API's del clima .....	51
<b>Anexo 3.</b> Obtención de API_KEY para uso de google maps .....	52
<b>Anexo 4.</b> Estructura de datos de la API del clima de Yahoo .....	53

## RESUMEN

Los avances en las tecnologías de la información han cambiado la manera en como los usuarios interactúan con las aplicaciones móviles, cada vez estos buscan contenidos y servicios adaptables a su contexto y/o preferencias, para acceder en cualquier momento y desde cualquier lugar a diferentes servicios y contenidos específicamente seleccionados.

En el mercado actual las aplicaciones móviles orientadas al turismo dependen en su mayoría del GPS del dispositivo para encontrar sitios turísticos en una determinada zona, no obstante es de mucha importancia tomar en cuenta otros tipos de contextos que pueden proporcionar información a fin de adaptar al contexto del usuario a sus preferencias y necesidades. Por ejemplo las condiciones climáticas, la zona horaria, preferencias de usuario que son factores que inciden a la hora de tomar una decisión para ir a visitar un sitio turístico.

El presente trabajo propone el desarrollo de un prototipo de aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android que pueda adaptarse y reaccionar al contexto del usuario brindando información y opciones adecuadas a partir de información ingresada y/o recolectada del usuario para sugerir una visita a un sitio turístico en la ciudad de Quito y geo localizarlo en el mapa, este trabajo fue dividido en diferentes módulos que son:

Módulo de Seguridad: Encargado de la autenticación y registro de usuarios.

Módulo de Información y Datos: Encargado de presentar la información de contextos obtenida.

Módulo de Mapa y Ubicación: Encargado de mostrar en el mapa las sugerencias de los sitios y la ubicación del usuario.

Palabras clave: Android, aplicación móvil, aplicación sensible al contexto, geo localización, turismo, servicio REST.

## **ABSTRACT**

The advances in information technologies have changed the way in which users interact with mobile applications, each time they search for content and services adaptable to their context or preferences, to access at any time and from anywhere to different services and specifically selected contents.

In the current market, mobile applications oriented to tourism depend mostly on the GPS of the device to find tourist sites in a certain area, however it is very important to take into account other types of contexts that can provide information in order to adapt to the context of the user to their preferences and needs. For example the climatic conditions, the time zone, user preferences that are factors that influence when making a decision to visit a tourist site.

The present work proposes the development of an application prototype for mobile devices with Android operating system that can adapt and react to the user's context, providing information and appropriate options from information entered or collected from the user to suggest a visit to a site tourist in the city of Quito and geo locate it on the map, this work was divided into different modules that are:

**Security Module:** Responsible for the authentication and registration of users.

**Information and Data Module:** Responsible for presenting the information of contexts obtained.

**Map and Location Module:** Responsible for showing on the map the suggestions of the sites and the user's location.

**Keywords:** Android, mobile application, context sensitive application, geo localization, tourism, REST service.



# 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace mucho tiempo la comunicación ha sido un pilar fundamental dentro de una sociedad, cuando las personas conversan entre si son capaces de usar el entorno o contexto que los rodea (situaciones implícitas o explícitas, hechos que ocurren en ese instante o que ya ocurrieron, tiempo, temperatura, etc.) para aumentar la calidad de la conversación y transmitir ideas de mejor manera (Dey & Abowd, 1999).

Cada vez los usuarios requieren contenidos y servicios adaptables a su contexto, debido al gran crecimiento que han tenido los dispositivos móviles. Estos se encuentran en constante renovación, por lo cual son cada vez más potentes y tienen la capacidad de conectarse a internet lo que los dota de alta disponibilidad de acceso ubicuo (Ceri, Daniel, Facca, & Matera, 2007).

Actualmente las aplicaciones de turismo dependen en gran cantidad del GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para determinar la ubicación del usuario y desplegar los sitios para visitar, no obstante es de mucha importancia tomar en cuenta otros tipos de contextos que pueden proporcionar información a fin de adaptar al contexto del usuario a sus preferencias y necesidades. Por ejemplo las condiciones climáticas, la zona horaria que son factores que inciden a la hora de tomar una decisión para ir a visitar un sitio turístico.

Los avances en las tecnologías de información y comunicación están cambiando la forma en como las personas interactúan con las aplicaciones, mediante un dispositivo móvil un usuario puede acceder en cualquier momento y desde cualquier lugar a diferentes servicios y contenidos específicamente seleccionados de acuerdo a sus preferencias y contexto (Daniel, 2009)

Esta tecnología puede ser usada para crear aplicaciones que sean sensibles al contexto del usuario y dotarlos de la capacidad de reconocer el entorno en el que se encuentra, adaptarse y reaccionar ante el mismo.

El objetivo general de este trabajo de titulación es desarrollar un prototipo de aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android, que pueda adaptarse y reaccionar al contexto del usuario brindando información y opciones adecuadas, a partir de información ingresada y/o recolectada del usuario para sugerir una visita a un sitio turístico en la ciudad de Quito y geo localizarlo en el mapa.

Los objetivos específicos son: realizar el análisis del estado del arte, determinar los requerimientos de la aplicación, determinar los tipos de contexto a utilizar para sugerir un sitio turístico y definir la arquitectura de la aplicación.

Para cumplir con el objetivo planteado en este documento se utilizó la metodología ágil Mobile-D que es específica para el desarrollo de aplicaciones móviles, posee cuatro fases que son: exploración, iniciación, estabilización, producción y pruebas, cada una de las fases fue desarrollada y detallada en este documento, mientras que la aplicación móvil se desarrolló en el IDE Android Studio y el servicio web se desarrolló en Visual Studio Community 2015.

## **2. MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se tratan conceptos generales sobre las herramientas empleadas al igual de los métodos utilizados e investigaciones realizadas dentro de este trabajo de titulación.

### **2.1 ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE**

#### **2.1.1 COMPUTO SENSIBLE AL CONTEXTO (*Context-Aware*)**

La noción de sensibilidad al contexto siempre se ha relacionada con la informática y asociada con aplicaciones para computadores o dispositivos móviles, a mediados de los años 90 se pensó en el importante papel que podría tener dentro de la computación adaptativa (Emmanouilidis, Koutsiamanis, & Tasidou, 2013).

El interés de la sensibilidad al contexto se centró en las aplicaciones informáticas y en cómo podrían adaptarse a las necesidades y/o requisitos de diferentes situaciones y/o usuarios, para analizar estos conceptos de mejor manera se cita a uno de los autores más reconocidos:

“Un sistema es sensible al contexto, si utiliza el contexto para proporcionar información y/o servicios relevantes al usuario, donde la relevancia depende de la tarea del usuario y el contexto en sí mismo.” (Dey, 2001).

Visto de otra manera una aplicación sensible al contexto es capaz de percibir los cambios en el entorno y poder adaptarse al mismo, sin la necesidad de que el usuario intervenga.

De esta manera se puede asumir que crear aplicaciones y/o sistemas sensibles al contexto es una tarea difícil que abarca su desarrollo y mantenimiento, (Wei & Chan, 2007) consideran cuatro principios fundamentales que facilitan el desarrollo de aplicaciones sensibles al contexto y son: ¿Qué es contexto?, ¿Cómo percibirlo?, ¿Cómo representarlo? y

¿Cómo adaptarse al mismo?, estos principios fueron tomados en cuenta para desarrollar la aplicación de este trabajo de titulación.

### **2.1.2 CATEGORIAS DE CONTEXTO**

Para este trabajo de titulación se tomó en cuenta la clasificación dada por (Dey, Abowd, & Salber, 2001) que introducen cuatro categorías esenciales de la información de contexto basadas en entidades y son:

**Identidad:** Se refiere a la capacidad de asignar identificadores únicos que pueden caracterizar o describir a una entidad. Por ejemplo el *namespace* de las aplicaciones o los id de un elemento en una base de datos.

**Localización:** Consiste en información que puede ser usada para deducir relaciones espaciales entre entidades y proximidad. También puede referirse a lugares que pueden ser descritos geográficamente mediante coordenadas, visitados por el usuario o por visitar.

**Estado o actividad:** Permite identificar las características internas de las entidades para comprenderlas a fondo. Por ejemplo de un lugar se puede saber la temperatura, iluminación, nivel de ruido, etc.

**Tiempo:** Esta información ayuda a caracterizar una situación, permitiendo aprovechar la riqueza y el valor de la información generada a través del tiempo, puede ser utilizada junto a otros tipos de contexto para establecer marcas en el tiempo o periodos de tiempo, en donde se conoce o es relevante alguna información contextual.

Esta categorización de contexto proporciona información que puede usarse para inferir otras partes de contexto y realizar una evaluación más amplia de la situación. La inferencia o la derivación ocurren cuando la información de contexto relacionada se deduce de una única fuente de información de contexto conocida (Dey et al., 2001).

Por ejemplo la dirección o número telefónico de una persona puede derivarse de su identidad, también se puede realizar una inferencia más compleja de información de contexto considerando varias piezas de información, así por ejemplo se podría saber si una habitación está ocupada, si:

- Se conoce el número de personas dentro de una habitación
- Se sabe si están hablando o no
- Si la habitación cuenta con un proyector, saber si esta encendido o no
- saber si las luces están encendidas o no

Analizando estos contextos se puede determinar si una reunión se está llevando a cabo o no en dicha habitación.

### **2.1.3 MODELO INGENUO DE BAYES (*Naive Bayes*)**

En probabilidad el teorema de Bayes se relaciona con el cálculo de las probabilidades marginales y las probabilidades conjuntas de dos o más eventos al azar, un modelo de clasificación ingenua de Bayes realiza una clasificación probabilística simple, en donde la presencia o ausencia de un atributo particular de una clase no esté relacionado con la presencia o ausencia de cualquier otra característica, es decir, pueden existir atributos que dependan de otros, pero este modelo considera que todos los atributos son independientes, esto le da un mejor rendimiento al momento de trabajar con situaciones complejas del mundo real.

La ventaja del modelo ingenuo de Bayes es que necesita una pequeña cantidad de datos de entrenamiento para estimar parámetros y realizar los cálculos de probabilidad para hacer una clasificación (Pattekari & Parveen, 2012).

El modelo ingenuo de Bayes usado en este trabajo de titulación consta de la siguiente fórmula:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

**Ecuación 1.** Fórmula del modelo ingenuo de Bayes

En la ecuación 1 de probabilidad condicional del teorema de Bayes se tiene:

- **$P(A|B)$** : Es la probabilidad de que suceda el evento A dado que sucedió el evento B.
- **$P(B|A)$** : Es la probabilidad de que suceda el evento B dado de que sucedió el evento A.
- **$P(A)$** : Es la probabilidad total del evento A.
- **$P(B)$** : Es la probabilidad total del evento B.

En el presente trabajo se implementó este modelo para realizar la predicción de los sitios turísticos basándose en la información climática acorde la ubicación del usuario, al ser un modelo de clasificación y predicción supervisada y al considerar todos los elementos como independientes, se construyó un modelo de probabilidad que permite fácilmente la predicción del sitio para sugerirlo al usuario según la información del clima obtenida.

#### **2.1.4 APLICACIONES MÓVILES**

El campo de las aplicaciones y servicios móviles es un área de comunicación que constantemente evoluciona, el uso de dispositivos móviles para uso personal y/o empresarial crece rápidamente y como resultado estos dispositivos juegan un papel importante en la toma de decisiones y accesos a sistemas (Natchetoi, Huaigu, & Zheng, 2008).

En los años recientes las aplicaciones móviles se han convertido en ubicuas, y por ello los desarrolladores están empleando esta tendencia para incrementar su eficiencia siendo capaces de manejar información en tiempo real y otorgando un mayor acceso a tareas a los usuarios (Unhelkar & Murugesan, 2010).

#### **2.1.5 APLICACIONES SENSIBLES AL CONTEXTO**

Las aplicaciones sensibles al contexto consisten en un *middleware* y una colección de servicios que se ejecutan de forma autónoma y adaptativa en un dispositivo móvil y/o un ordenador, que pueden responder a los cambios de

contexto de un entorno. El *middleware* generalmente ofrece tres funciones que son:

1. Recopilar información del entorno a través de sensores.
2. Analizar y razonar las situaciones del entorno en función a los contextos.
3. Seleccionar e invocar servicios y/o aplicaciones adecuadas para reaccionar a los contextos cambiantes.

La invocación de un servicio y/o aplicación generalmente produce un cambio en el comportamiento del mismo como: enviar un mensaje al usuario, activar una funcionalidad específica o cambiar un estado interno de la aplicación o servicio (Yu, Tsai, & Perrone, 2016).

El objetivo clave de las aplicaciones sensibles al contexto es recopilar, analizar y compartir el conocimiento generado, con el propósito de un uso comunitario mediante la creación de una red inteligente, que sea capaz de tomar decisiones lógicas y autónomas para actuar de manera adecuada con los usuarios y los objetos (Yurur et al., 2014).

## **2.2 SERVICIOS WEB**

Los servicios web han ido evolucionando en los últimos años y tienen como finalidad proporcionar unificar una variedad de disciplinas como sistemas distribuidos, computación en la nube (*cloud computing*), computación autónoma, sistemas basados en el conocimiento, sistemas basados en la sensibilidad al contexto, etc. Y cumplen con la función de encapsular la funcionalidad de una aplicación y hacerla disponible a través de una red local o de Internet, de esta manera el usuario puede invocar aplicaciones y/o servicios para explotarlos desde cualquier lugar en cualquier momento y en cualquier dispositivo que tenga acceso a estos servicios (Athman, Quan Z, & Florian, 2014) .

## **2.3 SERVICIO RESTFuI**

Los servicios RESTful se diseñan utilizando como modelo el estilo arquitectónico REST, que permite centralizar los recursos de un sistema y transmitirlos mediante un protocolo web por medio de un amplio rango de clientes; los servicios y su ejecución no se limitan a un único protocolo de comunicación, pero se utiliza el protocolo HTTP ya que es popular en la web (Westhuizen & Coetzee, 2013).

La arquitectura REST impulsa la adaptabilidad, visibilidad y la interoperabilidad en los servicios, a pesar de esto no es un estándar ni un protocolo, sino se trata de una serie de principios de arquitectura para desarrollo web (Khalfi, Jamont, Mrissa, & Medini, 2016).

El estilo de la arquitectura de REST es ideal para exponer recursos a un dispositivo móvil, tiene un buen rendimiento y es altamente escalable, por otro lado el estándar HTTP es fácil de usar para crear APIs (*Application Programming Interfaces*), a fin de que los clientes puedan utilizar diferentes formatos de mensajes como como JSON y XML para comunicarse u obtener información (Westhuizen & Coetzee, 2013).

## **2.4 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)**

El GPS es un sistema cuyas principales funciones son el posicionamiento y la navegación, está basado en tecnología satelital que consiste en medir la distancia entre el receptor y un satélite dentro de una órbita, y a su vez mediante posiciones conocidas por el satélite ubicar en un mapa elaborado la señal del receptor, también se puede determinar su velocidad.

En estos últimos años el sistema GPS ha evolucionado conjuntamente con el desarrollo de las nuevas tecnologías, y ha llegado a ser ampliamente conocido y utilizado por la industria, la educación y la vida cotidiana (Xu & Xu, 2016).

Las aplicaciones del GPS van mucho más allá de las mencionadas en el párrafo anterior por ejemplo se tienen, según (Manoharan, 2009); algunos aspectos a considerar:



- Seguridad
- Navegación
- Entorno
- Optimización de recursos
- Educación

## **2.5 API GOOGLE MAPS (GOOGLE MAPS API)**

La API de Google Maps permite integrar mapas basados en datos a una aplicación móvil, esta API administra el acceso a los servidores y la descarga de datos de los mapas, permite agregar marcadores y geo posicionar al dispositivo que usa esta API, para usar la API en un proyecto se debe conseguir una API-KEY la cual se inserta en el código de la aplicación y da paso para usar esta API de forma gratuita (Developers Google, 2017).

## **2.6 API DEL CLIMA DE YAHOO (YAHOO WEATHER API)**

Esta API permite obtener información meteorológica para cualquier ubicación dentro del planeta a través de una conexión a internet, la información es entregada en formato JSON, ideal para el consumo de aplicaciones móviles (Yahoo Developer Network, 2017).

## **2.7 MYSQL**

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto desarrollado por la empresa Oracle Corporation. Es rápido, escalable, confiable y fácil de usar, es ideal para ejecutarse tanto en computadores personales como en servidores, es altamente configurable para ofrecer el máximo rendimiento y cuenta con un sistema de seguridad muy flexible y seguro (MySQL, n.d.).

## **2.8 MICROSOFT VISUAL STUDIO 2015**

Es un IDE multiplataforma de la compañía Microsoft para desarrollo de aplicaciones móviles o aplicaciones de escritorio, puede ser utilizado para crear servicios web basados en WEB.API de ASP.NET, posee una variedad de lenguajes que incluyen Visual Basic, Visual C++, Visual C#, ASP.NET, etc. Posee alta compatibilidad con servicios en la nube junto a Windows Azure y plataformas como Linux, Mac, iOS y Android (Visual Studio, 2016).

## **2.9 ANDROID STUDIO**

Es el IDE oficial del sistema operativo Android, proporciona herramientas rápidas para el desarrollo de aplicaciones para cualquier tipo de dispositivo que use el sistema Android posee las siguientes características:

- Consola de desarrollador: consejos de optimización y estadísticas de uso.
- Soporte para construcción basada en Gradle.
- Plantillas para creación de diseños y módulos.
- Soporte para aplicaciones Android Wear.

(Android Developer, 2017a)

## **2.10 LIBRERIA RETROFIT**

Retrofit es un cliente REST seguro, desarrollado para Android y Java por la compañía Square, Retrofit usa la biblioteca OkHttp para realizar solicitudes HTTP (GET, POST, PUT, PATCH, DELETE y HEAD) convirtiéndola en un potente marco para autenticar e interactuar con APIs y a su vez hacer más sencilla la descarga de datos en formato JSON y XML, puede usar varias librerías para la serialización de los datos como GSON para la conversión de datos, para que retrofit funcione necesita 3 clases que son:

- Un POJO que es utilizado para mapear los datos de JSON.
- Una interfaz que define las posibles operaciones de HTTP.
- Un adaptador para configurar y realizar las peticiones.

(Square, 2017)

## 2.11 ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE DESARROLLO

Para el presente trabajo de titulación se analizaron tres metodologías ágiles de desarrollo para aplicaciones móviles (*Mobile-D*, *Hybrid Methodology Design* y *Mobile Development Process Spiral*), a continuación se va a describir cada metodología, posteriormente se realizará un análisis comparativo sobre aspectos esenciales para el desarrollo de este trabajo de titulación y así poder seleccionar la mejor alternativa para el desarrollo de este trabajo.

### 2.11.1 MOBILE-D

Es una metodología ágil basada en XP Programación Extrema (*Extreme Programming*), recomendada especialmente para el desarrollo de aplicaciones móviles, debido a sus cortos ciclos de desarrollo es apta para ser implementada por un grupo pequeño de desarrolladores con presupuesto moderado, esta metodología permite el desarrollo de diferentes partes del proyecto al mismo tiempo o en mismo día de iteración y al final se hace una integración de todos los módulos, esta metodología comprende cinco fases: (Amaya Balaguera, 2013).

- **Exploración:** En esta fase se procede a realizar la planificación de requisitos del proyecto y se tiene un completo entendimiento sobre el alcance del proyecto y sus funcionalidades.
- **Inicialización:** En esta fase se prepara y se identifica todos los recursos necesarios para el desarrollo.
- **Producción:** En esta fase se implementan las funcionalidades al sistema, es decir se empieza con el desarrollo.
- **Estabilización:** En esta fase se lleva a cabo todas las acciones de integración y algunas mejoras para asegurar el completo funcionamiento del sistema.
- **Pruebas y corrección de errores:** En esta fase se encarga de realizar las pruebas y correcciones necesarias para tener una versión final sin errores, en esta fase no se realizan nuevos desarrollos o agregados finales ya que estas acciones podrían romper el ciclo.

### 2.11.2 HYBRID METHODOLOGY DESIGN

Esta metodología usa un modelo iterativo incremental para el proceso de desarrollo y de esta manera lograr una entrega rápida y mejorar las capacidades de gestión de riesgos, esta metodología está basada en ciclos cortos de trabajo y participación permanente del cliente, al igual que Mobile-D es apta para ser implementada en grupos pequeños de desarrolladores con un presupuesto moderado y requiere desarrolladores expertos, ya que puede combinar estrategias de metodologías en cascada con metodologías ágiles (Leiva Mundaca & Villalobos Abarca, 2015).

Esta metodología comprende cinco fases que son:

- **Análisis:** En esta fase se estudian los requerimientos del sistema.
- **Diseño:** En esta fase se realiza el diseño de la aplicación.
- **Diseño detallado:** En esta fase se pulen los diseños y se mejora la aplicación.
- **Implementación:** En esta fase se pone en producción la aplicación desarrollada en busca de fallas.
- **Verificación:** En esta fase se verifica la funcionalidad de la aplicación, y se realizan pruebas para evaluar el desempeño de la aplicación.

### 2.11.3 MOBILE DEVELOPMENT PROCESS SPIRAL

Este modelo se basa fuertemente en las iteraciones y en el modelo en espiral en donde el usuario participa en todo el proceso de desarrollo, este modelo emplea una evaluación para cada prototipo creado y se asegura que cumpla con los requisitos del usuario, está orientado a un grupo de desarrolladores grande y con un presupuesto elevado ya que pretende ser un modelo enfocado en la reducción de riesgos y reducción de errores de usabilidad al asegurarse de que los requerimientos se cumplan adecuadamente (Nosseir, Flood, Harrison, & Ibrahim, 2012).

Sus fases son las siguientes:

- **Determinación de requerimientos:** En esta fase se empieza a recolectar información sobre los requisitos del sistema, se identifican los usuarios y sus roles al igual que el de los miembros del equipo.

- **Diseño:** En esta fase se busca tener un prototipo funcional para revisión del usuario y que cumpla con sus requerimientos.
- **Pruebas:** En esta fase se evalúa junto al usuario el prototipo creado.
- **Plan:** Se establece el plan para la siguiente iteración tomando en cuenta las correcciones de la fase de pruebas.

A continuación se presenta el análisis comparativo de las tres metodologías estudiadas, como se puede observar en la Tabla 1, se comparó las metodologías según aspectos que se consideran importantes para este trabajo de titulación, al ser un proyecto el cual tiene las siguientes características:

- Tiempo corto
- Presupuesto bajo
- Equipo de trabajo pequeño

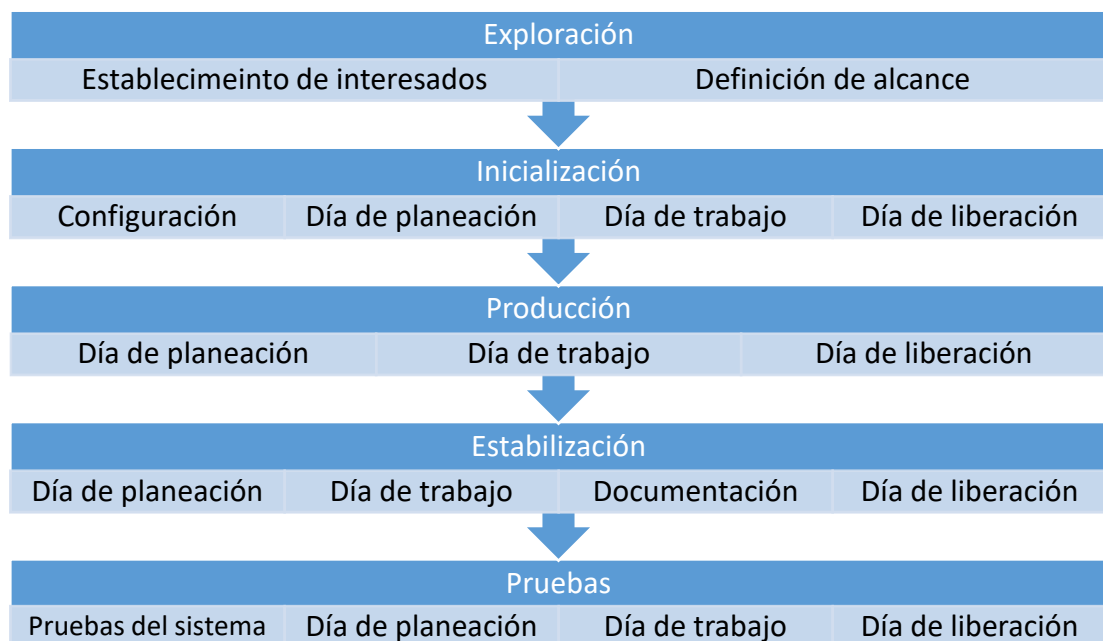
Las posibilidades se centran en la metodología Mobile-D al cumplir con los requisitos mencionados y al ser una metodología fácil de implementar.

**Tabla 1.** Comparación entre metodologías.

	<b>Mobile-D</b>	<b>Hybrid Methodology Design</b>	<b>Development Process Spiral</b>
<b>Ciclos de desarrollo</b>	Corto	Corto, medio	Largo
<b>Personas del equipo de trabajo del proyecto</b>	1 a 10	1 a 10	Más de 10
<b>Presupuesto asignado al proyecto</b>	Bajo	Bajo	Alto
<b>Escala del proyecto</b>	Pequeño, mediano	Pequeño, mediano	Grande
<b>Usabilidad de la metodología</b>	Fácil	Intermedio	Intermedio, experto

### 3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación y alcanzar el objetivo planteado se realizó la revisión bibliográfica para tener una visión clara para el desarrollo, de igual manera se analizó que metodología utilizar como se describe en la sección anterior. Siendo la metodología elegida Mobile-D, la cual consta de cinco fases, cada una con sus sub fases como se muestra en la Figura 1, a continuación se describen las tareas realizadas en cada una de las fases de la metodología.



**Figura 1.** Fases de la metodología Mobile-D.

#### 3.1 FASE DE EXPLORACIÓN

Como primer punto se establecieron requisitos de funcionalidad y características que tendría la aplicación, se recolectaron datos sobre lugares turísticos en la ciudad de Quito y se recolectaron conceptos básicos sobre el proyecto, de igual manera se respondieron a las preguntas establecidas en la sección de introducción que son: ¿Qué es contexto?, ¿Cómo percibirlo?, ¿Cómo representarlo? y ¿Cómo adaptarse al mismo?

En esta fase se establecieron los puntos iniciales

- Requerimientos funcionales y no funcionales
- Se establecieron los interesados
- Se estableció la arquitectura de la aplicación
- Se recolectó información sobre sitios turísticos mediante la información de Quito Turismo, de igual manera se recolectó información sobre contextos a utilizar para el funcionamiento de la aplicación.

### **3.2 FASE DE INICIACIÓN**

Una vez que se recolectó la información necesaria se procedió con la configuración de los entornos de desarrollo que se van ser utilizados, también se elaboró el plan para cada fase de la metodología en el cual se establecieron que tareas van a ser realizadas.

En esta fase acorde a la información que se obtuvo después del análisis de los datos se establecieron los siguientes puntos:

- Se definieron y configuraron los entornos de desarrollo
- Se definió la API de Yahoo Weather para la recolección de datos de clima
- Se definió la API de Google Maps para el uso de mapas
- Se definió el método Ingenuo de Bayes el cual va a realizar la predicción del sitio turístico en base a la información climática

### **3.3 FASE DE PRODUCCIÓN**

Una vez que se definieron los elementos claves para el desarrollo de la aplicación se procedió con la elaboración del servicio web y la creación de la base de datos, de igual manera se realizó la conexión entre ambos y se realizaron todas las validaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

En el entorno de desarrollo de la aplicación móvil se diseñaron las pantallas que van a interactuar con el usuario, también se implementó toda la lógica necesaria para el funcionamiento de la aplicación junto con el servicio web.

De igual manera se plantearon las ecuaciones con las que trabaja el método Ingenuo de Bayes para la predicción del sitio basado en las condiciones climáticas que son recolectadas por medio de la API del clima de Yahoo.

Para el uso de la API de Google Maps se obtuvo el API\_KEY en la página oficial de la API para poder implementarla en el proyecto.

En esta fase se elaboraron pruebas de aceptación y de caja negra con la finalidad de obtener la funcionalidad deseada y facilidad de uso en cada módulo desarrollado, las pruebas se efectuaron con 6 usuarios y 5 dispositivos móviles distintos.

### **3.4 FASE DE ESTABILIZACIÓN**

Una vez que cada módulo de la aplicación fue terminado se realizaron revisiones en cada uno de ellos en busca de problemas de funcionamiento, en esta fase se buscó el funcionamiento correcto de todos los módulos y finalmente se integraron todos los módulos para proceder con las pruebas de sistema.

### **3.5 FASE DE PRUEBAS Y CORRECCIONES DE ERRORES**

Las pruebas fueron realizadas cada vez que se finalizaba el desarrollo de un módulo con la finalidad de tener un balance entre funcionalidad y facilidad de uso, por lo cual se realizaron pruebas de caja de negra para determinar si cada módulo cumplía correctamente con su funcionalidad y pruebas de aceptación para determinar la facilidad de uso.

Mediante acciones de entrada y salida de datos, los usuarios fueron capaces de interactuar con la aplicación generando una cuenta de usuario, ingresando datos y verificando los resultados emitidos por la aplicación, de igual manera a través de la experiencia de usuario se determinó la facilidad de uso que brinda la aplicación al usuario. De esta manera el usuario podía aprobar o desaprobado cada módulo y sugerir correcciones.



## 4. RESULTADOS

En la siguiente sección se muestran los resultados de cada una de las fases de la metodología aplicada en este trabajo de titulación descrita en la sección anterior.

### 4.1 FASE DE EXPLORACIÓN

#### 4.1.1 ESTABLECIMIENTO DE INTERESADOS

Se eligieron como interesados a los turistas que estén interesados en conocer los sitios culturales y atractivos de la ciudad de Quito.

#### 4.1.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES

##### Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales presentados en la Tabla 2 permiten el funcionamiento correcto de la aplicación, además sirvieron como referencia para la estructura de la aplicación.

**Tabla 2.** Requisitos funcionales para la aplicación.

Identificador	Nombre	Descripción
RF1	Datos personales del usuario	El usuario podrá ingresar sus datos personales para realizar el registro de en la aplicación, al ingresar estos datos se le pedirá un nombre de usuario y una contraseña para el posterior inicio de sesión en la aplicación
RF2	Ubicación	La aplicación hará uso del sensor GPS del dispositivo para conocer la ubicación en la que el usuario se encuentra, con la finalidad de obtener datos de contexto precisos.
RF3	Acceso a internet	El dispositivo deberá estar conectado a una red Wi-Fi para poder funcionar y desplegar la información.

RF4	Ingreso de preferencias de usuario	El usuario será capaz de ingresar sus preferencias sobre sitios turísticos de su interés, esta información es catalogada como información de contexto de usuario.
RF5	Información sobre la condición climática	La aplicación al conectarse al internet automáticamente obtiene la información del clima de la ubicación del usuario con el fin de brindar más información de contexto para sugerir un sitio turístico.
RF6	Presentación de información	Toda la información recolectada de internet y la información ingresada por el usuario será desplegada en una pantalla para conocimiento del usuario.
RF7	Mostrar mapa	Muestra el mapa de la ciudad, la ubicación actual del usuario y los posibles sitios sugeridos por la aplicación, una vez que se ingresen y recolecten los datos necesarios para sugerir un sitio turístico.

### **Requerimientos no funcionales**

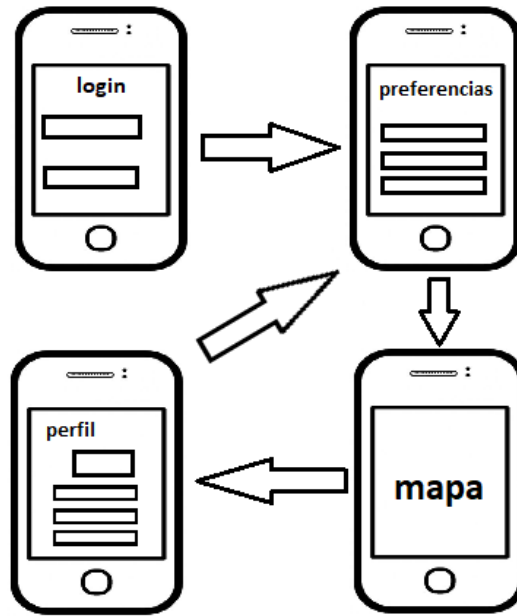
Los requerimientos no funcionales son aquellos que se encuentran de manera implícita en el desarrollo de la aplicación, es decir son los aspectos que tienen relación con el usuario brindándole confianza y seguridad al momento de usar la aplicación como se ve en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Requisitos no funcionales para la aplicación.

<b>Identificador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
RNF1	Rendimiento	La aplicación debe ser funcional y no presentar problemas al usuario usando recursos innecesarios en su dispositivo móvil.
RNF2	Desempeño	La aplicación debe ser fluida y rápida al momento de realizar todas las peticiones del usuario
RNF3	Seguridad	La aplicación cuenta con autenticación con el nombre de usuario y la contraseña proporcionados por el usuario al momento de hacer el registro de su cuenta.
RNF4	Disponibilidad	La aplicación debe estar disponible siempre que usuario requiera utilizarla, es decir que tanto el servicio al que se conecta la aplicación y los servicios de información de terceros deben estar siempre disponibles.
RNF5	Interfaz de usuario amigable	La aplicación debe ser entendible y fácil de usar para el usuario.

#### **4.1.3 ARQUITECTURA DEL PROYECTO**

En base a los requisitos funcionales que fueron definidos, se elaboró el esquema que tendría la aplicación, como se observa en la Figura 2 en la parte superior izquierda, la aplicación empieza con una pantalla de inicio de sesión en donde el usuario puede ingresar sus datos para acceder a la aplicación o registrarse en el caso de que no tenga una cuenta, una vez que el usuario ha iniciado sesión se le pedirá que ingrese sus preferencias si es un usuario nuevo, y si ya posee cuenta registrada se mostrará el perfil de usuario, posteriormente se desplegará el mapa con la ubicación de los sitios sugeridos en base a las condiciones climáticas y a las preferencias del usuario, el usuario podrá editar sus preferencias en cualquier momento desde el perfil de usuario o en la pantalla de preferencias.



**Figura 2.** Arquitectura de la aplicación.

#### 4.1.4 ANÁLISIS DE COSTOS

Una vez que se analizaron los requerimientos funcionales, no funcionales y la arquitectura de la aplicación se procedió a realizar un análisis de costos para seleccionar las herramientas adecuadas para el desarrollo de la aplicación.

Las herramientas analizadas fueron divididas en dos grupos que son:

- Herramientas avanzadas
  - Open Weather para la API de clima
  - Firebase para la base de datos
- Herramientas base
  - Yahoo Weather para la API del clima
  - MySQL para la base de datos

El IDE Android Studio no fue tomado en cuenta para este análisis al ser distribuido de manera gratuita en su página oficial y el servidor para desplegar el servicio REST fue creado usando la versión gratuita de Visual Studio Community 2015.

En la Tabla 4 se describe el costo, características y disponibilidad de las herramientas avanzadas en el plazo de un mes.

**Tabla 4.** Costos de herramientas avanzadas.

Herramienta	Descripción	Disponibilidad	Tiempo	Precio \$
<b>Open Weather API (Plan Profesional)</b>	30 mil llamadas por minuto al servicio de clima.	99%	1 mes	470
<b>Firebase (Plan Flame)</b>	100 mil conexiones simultaneas y 2.5 GB de almacenamiento.	99%	1 mes	25
<b>Servicio de Internet</b>	Servicio de internet para administrar los servicios.	99%	1 mes	30
<b>TOTAL</b>				<b>525</b>

En la Tabla 5 se describe el costo, características y disponibilidad de las herramientas base en el plazo de un mes.

**Tabla 5.** Costos de herramientas base.

Herramienta	Descripción	Disponibilidad	Tiempo	Precio \$
<b>Yahoo Weather API</b>	2 mill llamadas por minuto al servicio.	99%	Indefinido	0
<b>MySQL</b>	Conexiones simultáneas disponibles y 20 GB de almacenamiento.	99%	Indefinido	0
<b>Servicio de Internet</b>	Servicio de internet para administrar los servicios.	99%	1 mes	30
<b>TOTAL</b>				<b>30</b>

Como se puede observar, las herramientas base son las más apropiadas para cumplir con los objetivos del presente trabajo de titulación al ofrecer características necesarias para desarrollar el prototipo de la aplicación sin problemas, sin embargo si se desea poner en producción la aplicación móvil

se puede considerar el grupo de herramientas avanzadas que brindan características óptimas para un ambiente de producción u optar por otro conjunto de herramientas de mejores características.

#### 4.1.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para obtener una lista con todos los sitios turísticos de la ciudad de Quito se usó la documentación proporcionada por Quito Turismo, en el documento publicado en la página web se encuentran los sitios turísticos más relevantes de la ciudad y se tomó la información de esta publicación para generar la base de datos con los sitios turísticos de la ciudad, dicha información se encuentra en el anexo 1.

Después de haber recolectado la información de los sitios turísticos se procedió a responder las preguntas planteadas en la sección de introducción para el uso de contextos como se observa en la Tabla 6, gracias al análisis de costos realizado, se decidió hacer uso de la API de Yahoo del clima la cual proporciona la información que se necesita para la toma de temperatura y condición climática, ya que los dispositivos móviles no cuentan con sensores de temperatura integrados, para la demás información de contexto se hace uso del dispositivo móvil, en el anexo 2 se muestra una comparativa con otras API que ofrecen el servicio del clima.

**Tabla 6.** Tabla de información de contextos.

Pregunta	Respuesta
¿Qué es contexto?	Se entiende como contexto cualquier situación dentro del entorno del usuario que puede ser medida, representada y puede influenciar para tomar una decisión.
¿Cómo percibirlo?	A través del sensor GPS del dispositivo móvil para la ubicación, y mediante la API de Yahoo Weather para recolectar la información del clima, ya que los dispositivos actuales no poseen sensores para medir las condiciones

---

	climáticas, y a través del dispositivo para obtener las preferencias ingresadas de usuario.
¿Cómo representarlo?	La aplicación mostrará la información recolectada en pantalla para informar al usuario. La información del API del clima será la temperatura y la condición junto con las preferencias del usuario serán mostradas en el perfil de usuario, la información de ubicación será la latitud y la longitud y serán utilizados para sugerir un sitio turístico y ver la ubicación actual del usuario y calcular la distancia hacia los sitios marcados en el mapa.
¿Cómo adaptarse al mismo?	Cada vez que la aplicación se conecte a internet recolecta información del clima y realiza los ajustes necesarios para adaptarse a las condiciones climáticas y a los cambios en la posición del usuario y sus preferencias.

---

## 4.2 FASE DE INICIACIÓN

### 4.2.1 CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

A continuación se muestran las configuraciones de los ambientes de desarrollo.

#### Configuración de la Base de Datos

Para este trabajo se utilizó el Gestor de Base de Datos MySQL con las siguientes características:

- Tipo de Proyecto: Base de Datos Relacional SQL
- Motor de la Base de Datos: InnoDB

## **Configuración del Servicio Web**

Para el presente trabajo de titulación se utilizó un Servicio Web REST usando el framework .NET Web API con las siguientes características:

- Tipo de Proyecto: ASP.NET RestFul web service, Web Api2
- Tipo de Servidor: IIS
- Framework: Microsoft .Net Framework 4.7.02
- Protocolos: HTTP
- Configuraciones: MySQL Connector 6.9 para conexión con Base de Datos MySQL, peticiones y respuestas por verbos GET, POST, PUT.

## **Configuración de la aplicación móvil**

Para la aplicación se tomaron en cuenta las siguientes características:

- Tipo de proyecto: MultiView (Vistas múltiples)
- Plataforma: Android
- Versión admitida: Android 4.4 (API 19) en adelante
- Configuraciones: Acceso a Internet, GPS del dispositivo, uso de la librería *Retrofit* para las conexiones con el servidor, uso de Google Maps para la visualización del mapa de la ciudad.

### **4.2.2 PLANIFICACIÓN INICIAL**

Este trabajo de titulación se dividió en módulos cada uno con su funcionalidad y sus iteraciones las cuales se describen a continuación:

#### **Módulo de Seguridad**

- Validar la identidad del usuario a través de su nombre de usuario y contraseña
- Registro de usuarios nuevos

#### **Módulo de Información y Datos**

- **Ingreso de preferencias de usuario**
  - Ingreso de preferencias
  - Modificación de preferencias



- **Perfil de usuario**
  - Visualización de información del clima
  - Visualización de preferencias de usuario
  - Modificar preferencias de usuario

### **Módulo de Mapa y Ubicación**

- Visualización del mapa y la ubicación del usuario
- Calculo del sitio basado en preferencias y condición climática
- Visualización de sitios turísticos sugeridos

### **Planificación de fases de la metodología**

En la Tabla 7 se describen las fases de la metodología y cada una de las interacciones que se ejecutaron junto con su descripción, en la fase de pruebas se evaluó las pruebas de aceptación realizadas a los usuarios, cada vez que se finalizó un módulo.

**Tabla 7.** Planificación de fases.

<b>Fase</b>	<b>Iteración</b>	<b>Descripción</b>
Exploración	-	-
Inicialización	Iteración 0	Análisis de requerimientos y establecimiento del proyecto.
Producción	Base de datos	Implementación de la base de datos.
	Servicio Web	Implementación del servicio web.
	Login	Implementación del módulo de autenticación de usuarios.
	Registro de usuarios	Implementación del registro de nuevos usuarios.
	Ingreso de preferencias	Implementación del módulo de preferencias.
	Perfil de usuario	Implementación del módulo de información de usuario.
Perfil de usuario clima	Implementación de la API del clima de Yahoo para mostrar información climática.	

	Mapas y ubicación	Implementación del módulo de mapas y ubicación.
	Calculo de preferencias	Implementación del cálculo para la sugerencia de sitios turísticos, basándose en la información del clima y preferencias de usuario haciendo uso del modelo de predicción ingenuo de Bayes.
	Visualización de sitios sugeridos	Implementación de la visualización de marcadores en el mapa con las coordenadas de los sitios turísticos.
Estabilización	Login	Modificación del módulo de seguridad, mejoras en la interfaz gráfica y elaboración de pruebas de aceptación.
	Registro de usuarios	Modificación del módulo de registro de usuarios, mejora de interfaz gráfica y elaboración de pruebas de aceptación.
	Ingreso de preferencias	Modificación del módulo de ingreso de preferencias, mejoras en la interfaz gráfica y elaboración de pruebas de aceptación.
	Perfil de usuario	Modificación en el módulo de perfil de usuario, mejora de la interfaz gráfica y elaboración de pruebas de aceptación.
	Perfil de usuario clima	Modificación en la interfaz gráfica de visualización de información del clima y elaboración de pruebas de aceptación.
	Mapas y ubicación	Modificación en el módulo de visualización de mapa y ubicación.
	Calculo de preferencias	Mejora del método para calcular el sitio turístico, elaboración de pruebas de funcionamiento.
	Visualización de sitios sugeridos	Mejora en la interfaz gráfica de sugerencia de sitios turísticos y elaboración de pruebas de aceptación.
Pruebas del sistema	Ejecución de pruebas	Se elabora la revisión y evaluación de las pruebas efectuadas.

### 4.3 FASE DE PRODUCCIÓN Y ESTABILIZACIÓN

Después de haber configurado los entornos de desarrollo y elaborar el plan de iteraciones por fases de la metodología, se procedió con el desarrollo de la aplicación y los servicios que va a usar la misma, se realizó conjuntamente la fase de estabilización para cada iteración para garantizar el funcionamiento de cada módulo de la aplicación.

#### 4.3.1 DISEÑO DEL SISTEMA

En este apartado se muestra el desarrollo realizado en la base de datos, el servicio web, la aplicación móvil y sus diferentes módulos.

#### 4.3.2 BASE DE DATOS

Como se puede observar en la Figura 3 el diagrama entidad relación de la base de datos de la aplicación móvil, el mismo que consta de cinco tablas, tres de ellas están ligadas al usuario y las dos restantes son tablas que hacen referencia a los sitios turísticos y al tipo de sitio.

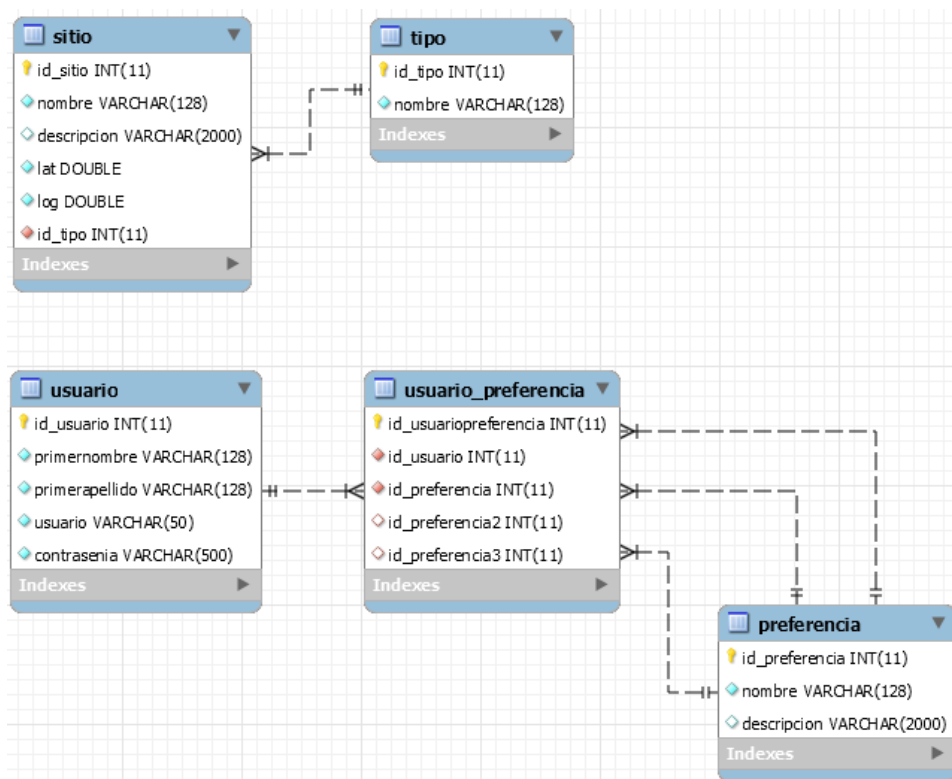


Figura 3. Modelo entidad relación de la base de datos.

En la tabla “usuario” se encuentran almacenados los datos personales del mismo, en la tabla de “preferencias” posee los atributos de nombre y descripción, en la Figura 4 se puede observar el contenido de la tabla “preferencias” esta contiene datos predefinidos que se muestran al usuario, para poder registrar sus preferencias se creó la tabla “usuario\_preferencia” la cual guarda el id del usuario y tres id de preferencias como se observa en la Figura 3.

id_preferencia	nombre	descripcion
1	Historia	Visitar lugares como museos o lugares que tienen una historia para conocer
2	Cultura	Visitar lugares como iglesias y conocer el estilo de vida de nuestros antepasados
3	Aire libre	Visitar lugares abiertos y en contacto con la naturaleza
4	Pasear	Visitar lugares en los cuales tienen un atractivo para pasear
NULL	NULL	NULL

**Figura 4.** Contenido de la tabla Preferencia.

Por ultimo están las tablas de sitio y tipo, la tabla tipo posee los tipos de sitios turísticos que va a manejar la aplicación, en la Figura 5 se observa el contenido predefinido de esta tabla, y la tabla de sitio posee un registro de los sitios turísticos con los atributos de: nombre, descripción, latitud, longitud y tipo de sitio.

id_tipo	nombre
1	Iglesia
2	Museo
3	Plaza
4	Parque
NULL	NULL

**Figura 5.** Contenido de la tabla Tipo.

#### 4.3.3 SERVICIO WEB

Para el funcionamiento del servicio web se estableció la conexión con la base de datos haciendo uso del conector MySQL Connector 6.9 para Visual Studio y se generaron los modelos y controladores de los datos, en la Figura 6 se puede observar los modelos y controladores creados a partir de los datos de las tablas de la base de datos, de igual manera se generó el CRUD completo (*Create, Read, Update, Delete*) con los métodos HTTP: GET, POST, UPDATE y DELETE para cada modelo de datos para su correcta manipulación.

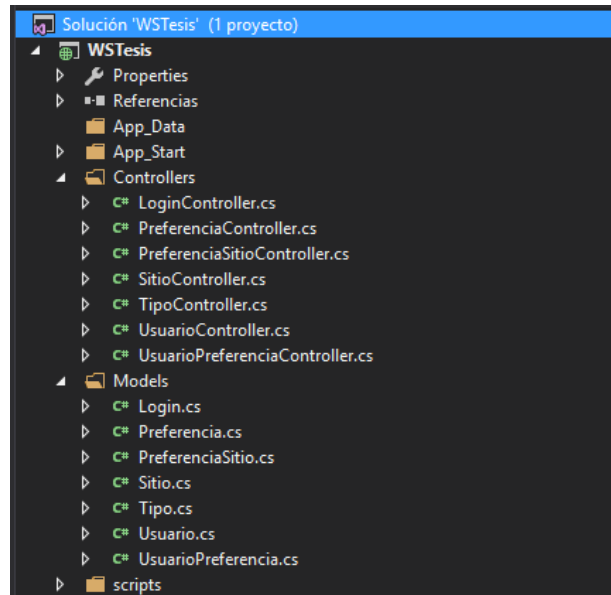


Figura 6. Controladores y modelos del servicio web.

#### 4.3.4 APLICACIÓN MÓVIL

Para el desarrollo de la aplicación se usó la versión 2.2.3 de Android Studio, la parte más importante para el desarrollo de la aplicación es otorgar los permisos necesarios en el archivo AndroidManifest.xml como se muestra en la Figura 7 que son:

- **INTERNET:** Permite saber si el dispositivo está conectado a una red de internet y tiene acceso a internet.
- **ACCESS\_NETWORK\_STATE:** Permite conocer si el dispositivo tiene encendida la antena Wi-Fi del dispositivo.
- **ACCESS\_FINE\_LOCATION:** Permite que una aplicación pueda acceder a la ubicación precisa del dispositivo.
- **ACCESS\_COARSE\_LOCATION:** Permite que una aplicación pueda acceder a la ubicación aproximada del dispositivo.
- **READ\_GSERVICES:** Permite verificar si están instalados correctamente los servicios de Google, esto es importante para usar Google Maps.

Cabe resaltar que los permisos en el sistema operativo Android se clasifican en Normales y Riesgosos, un permiso normal es aquel que puede acceder a

recursos o datos que no son de riesgo para el usuario y no comprometen información privada del mismo, por otro lado los permisos riesgosos son aquellos que necesitan acceder a información sensible del usuario y comprometen su privacidad como el uso del GPS o los servicios de (Android Developer, 2017b).

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION"/>
<uses-permission android:name="com.google.android.providers.gsf.permission.READ_GSERVICES" />
```

**Figura 7.** Permisos en archivo AndroidManifest.xml.

De igual manera fue importante configurar el archivo Build.Gradle para instalar las dependencias, librerías y recursos extra que van a ser usadas para el funcionamiento de la aplicación, como se observa en la Figura 8, se define el uso de las librerías de Android, la librería Retrofit y los Play Services para el uso de la API de Google Maps y algunos elementos visuales de la aplicación.

```
compile 'com.android.support:appcompat-v7:25.3.1'
compile 'com.android.support:design:25.3.1'
compile 'com.google.code.gson:gson:2.6.2'
compile 'com.squareup.retrofit2:retrofit:2.3.0'
compile 'com.squareup.retrofit2:converter-gson:2.1.0'
compile 'com.android.support:support-v4:25.3.1'
compile 'com.google.android.gms:play-services-maps:11.0.4'
compile 'com.android.support.constraint:constraint-layout:1.0.2'
compile 'com.android.support:cardview-v7:25.3.1'
compile 'com.android.support:multidex:1.0.1'
testCompile 'junit:junit:4.12'
```

**Figura 8.** Dependencias, librerías y recursos del archivo Build.Gradle.

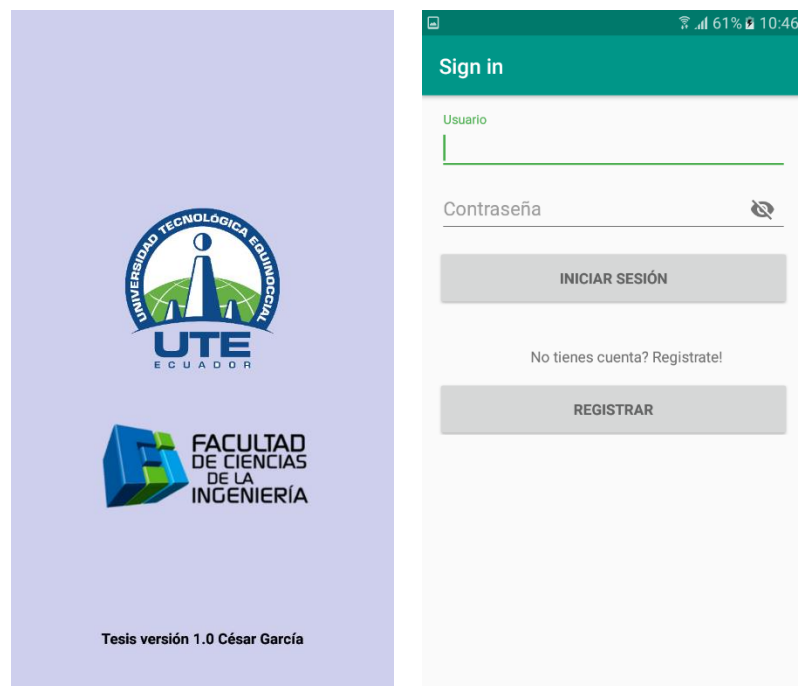
Una vez que se configuraron estos aspectos principales se procedió a la elaboración de los módulos planteados en la fase de planificación.

#### **4.3.5 MÓDULO DE SEGURIDAD**

A continuación se presenta los diseños de las pantallas que conforman el módulo de seguridad y el registro de usuarios de la aplicación.

Como se puede apreciar en la Figura 9, la aplicación al ser iniciada por el usuario se despliega un *splash screen* con una duración de cinco segundos, pasado ese tiempo se despliega la pantalla de inicio de sesión y contiene los siguientes elementos:

- Campo para el nombre de usuario
- Campo para la contraseña
- Botón de inicio de sesión
- Botón para el registro de usuarios

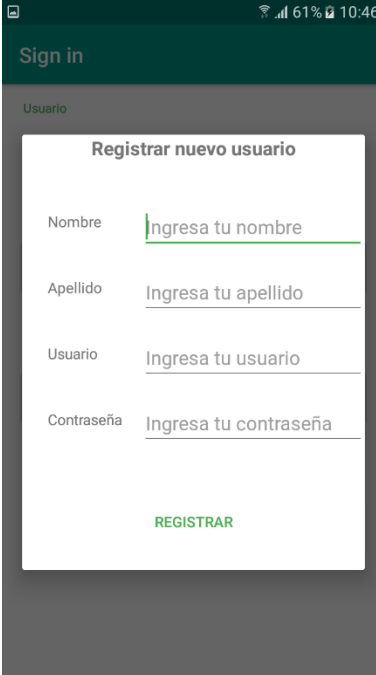


**Figura 9.** Diseño de pantalla al iniciar la aplicación.

Cuando el usuario pulsa sobre el botón de registrar se despliega la pantalla de la Figura 10 en un *fragment dialog*, la cual sirve para registrar un nuevo usuario y consta de los siguientes elementos:

- Nombre
- Apellido
- Usuario
- Contraseña

Ningún campo de esta pantalla puede estar vacío para realizar el registro.



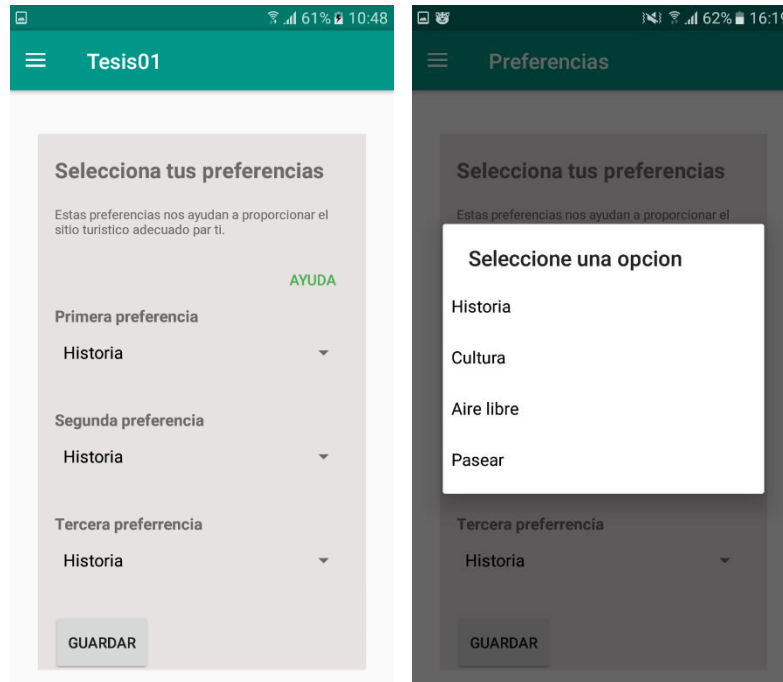
The image shows a mobile application interface for user registration. At the top, there is a dark green header with the text 'Sign in'. Below the header, the word 'Usuario' is displayed. The main content area is a white card titled 'Registrar nuevo usuario'. This card contains four input fields, each with a label on the left and a placeholder text on the right: 'Nombre' with 'Ingresa tu nombre', 'Apellido' with 'Ingresa tu apellido', 'Usuario' with 'Ingresa tu usuario', and 'Contraseña' with 'Ingresa tu contraseña'. At the bottom of the card, there is a green button labeled 'REGISTRAR'. The background of the application is a dark grey color.

**Figura 10.** Diseño de pantalla de registro de usuarios.

#### 4.3.6 MÓDULO DE INFORMACIÓN Y DATOS

Una vez que se preparó el módulo de seguridad se crearon las pantallas que despliegan la información al usuario y que permiten configurar ciertos aspectos de la aplicación, en la Figura 11 se puede observar la pantalla de ingreso de preferencias del usuario, esta pantalla consta de 3 *spinners* que son los encargados de obtener los datos de preferencias de la base de datos y mostrar la información al usuario, también se encuentra un botón en donde se guardan las preferencias del usuario, cada preferencia ingresada debe ser diferente para que se puedan registrar estos datos del usuario, también consta un botón de ayuda en el cual se explica en que consiste cada ítem que se despliega en pantalla.





**Figura 11.** Diseño de pantalla para ingreso de preferencias.

Una vez que el usuario ha ingresado sus preferencias estas se muestran en la pantalla de perfil de usuario como se puede observar en la Figura 12 esta pantalla tiene dos secciones que son el apartado del clima en la parte superior y en la parte inferior las preferencias del usuario, en la sección del clima de despliega la información de la ciudad, temperatura, condición climática y una imagen de referencia de la condición climática, al usar de manera gratuita la API del clima de Yahoo (*Yahoo Weather API*) que se revisó en el marco teórico de este documento, la empresa en sus condiciones de uso declaran que se debe colocar el logo de Yahoo para dar a conocer que se está usando su servicio de clima, por último en la sección de preferencias de usuario se muestran las preferencias que fueron ingresadas por el usuario y un botón para poder editar dichas preferencias.



**Figura 12.** Diseño de pantalla de perfil de usuario.

#### 4.3.7 MÓDULO DE MAPA Y UBICACIÓN

Una vez que se obtuvo toda la información de contexto para sugerir el sitio turístico se procedió a implementar el mapa con la API de Google Maps (*Google Maps API*) que fue descrita en el marco teórico de este documento y se otorgaron los permisos como se muestra en la Figura 13, para esto es importante generar un API\_KEY en la página de Google Maps API para habilitarla en el proyecto y poder usar esta herramienta de manera gratuita, en el Anexo 3 se muestra cómo conseguir la API\_KEY.

```

@Override
public void onMapReady(GoogleMap googleMap) {
    map = googleMap;
    if (ContextCompat.checkSelfPermission(getContext(),
        Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)
        == PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
        map.setMyLocationEnabled(true);
    } else {
        ActivityCompat.requestPermissions((Activity) getContext(),
            new String[]{Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION},
            MY_PERMISSION_REQUEST_ACCESS_FINE_LOCATION);
    }
}

```

**Figura 13.** Implementación API de Google Maps y permisos para su uso.

Para realizar el cálculo del sitio basado en la información de contextos y colocarlo en el mapa, se implementó el modelo estadístico de Bayes, el cual se describió en la sección del marco teórico de este documento.

Lo primero para implementar este modelo fue crear el set de datos de entrenamiento que van a ser utilizados, basándose en la información recolectada como se muestra en la Tabla 8, se tomó los datos de las condiciones climáticas que entrega la API del clima de Yahoo que fue descrita en el marco teórico de este documento, y se realizó una clasificación de la temperatura basándose en datos del INAMHI en el periodo del 2015-2016 como se puede ver en la Tabla 9, y el último elemento de la Tabla 8 representa a la clase a la que pertenecen esas características, en este caso al sitio al que corresponde esas condiciones, en el Anexo 4 se muestra la información proporcionada por la API del clima de Yahoo.

**Tabla 8.** Set de datos de entrenamiento para el modelo de Bayes.

Condicion	Temperatura	Sitio
Sunny	Caliente	Iglesias, Museos
Fair	Caliente	Iglesias, Museos
Mostly Sunny	Caliente	Todos
Sunny	Medio	Todos
Fair	Medio	Todos
Mostly Sunny	Medio	Todos
Cloudy	Medio	Todos
Mostly Cloudy	Medio	Todos
Partly Cloudy	Medio	Todos
Windy	Medio	Todos
Cloudy	Frio	Iglesias, Museos
Mostly Cloudy	Frio	Iglesias, Museos
Partly Cloudy	Frio	Iglesias, Museos
Windy	Frio	Iglesias, Museos
Showers	Frio	Iglesias, Museos
Scattered Showers	Frio	Iglesias, Museos
Thundershowers	Frio	Iglesias, Museos
Scattered Thunderstroms	Frio	Iglesias, Museos
Rain	Frio	Ninguno

**Tabla 9.** Rangos de temperaturas en centígrados de la ciudad de Quito.

Rangos de temperatura en Quito		
Frio	Medio	Caliente
0 - 12	13 - 17	18 - 26 <

Una vez que se definieron los anteriores aspectos se procedió para cada atributo incluida la clase contar cuantas veces cada valor corresponde a cada clase, con esto se puede calcular la proporción de cada valor sobre el total de la clase en la Tabla 10, y para el caso de la clase es la proporción sobre el total de ejemplos, de esta manera se obtiene la probabilidad a-priori como se aprecia en la Tabla 11.

**Tabla 10.** Proporción del valor sobre el total de la clase.

Condicion				
	Iglesias	Museos	Parques	Plaza
Sunny	2	2	1	1
Fair	2	2	1	1
Mostly Sunny	2	2	2	2
Cloudy	2	2	1	1
Mostly Cloudy	2	2	1	1
Partly Cloudy	2	2	1	1
Windy	2	2	1	1
Showers	1	1	0	0
Scattered Showers	1	1	0	0
Thundershowers	1	1	0	0
Scattered Thunderstroms	1	1	0	0
Rain	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Probabilidades condicion</b>				
Sunny	2/18	2/18	1/8	1/8
Fair	2/18	2/18	1/8	1/8
Mostly Sunny	2/18	2/18	2/8	2/8
Cloudy	2/18	2/18	1/8	1/8
Mostly Cloudy	2/18	2/18	1/8	1/8
Partly Cloudy	2/18	2/18	1/8	1/8
Windy	2/18	2/18	1/8	1/8
Showers	2/19	2/19	1/9	1/9
Scattered Showers	2/19	2/19	1/9	1/9
Thundershowers	2/19	2/19	1/9	1/9
Scattered Thunderstroms	2/19	2/19	1/9	1/9
Rain	1/19	1/19	1/9	1/9

Temperatura				
	Iglesias	Museos	Parques	Plaza
Caliente	3	3	1	1
Medio	7	7	7	7
Frio	8	8	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Probabilidad</b>				
Caliente	3/18	3/18	1/8	1/8
Medio	7/18	7/18	7/8	7/8
Frio	9/19	9/19	1/9	1/9



$$\left(\frac{2}{18}\right) * \left(\frac{7}{18}\right) * \left(\frac{18}{18}\right) = 0.04320988$$

**Ecuación 3.** Ejemplo de probabilidad de Museo

**P(Parque):** corresponde a la probabilidad de Parque, el resultado se obtiene multiplicando los cruces en Tabla 8 y Tabla 9 de la siguiente manera:

$$(MostlySunny \cap Parque) * (Medio \cap Parque) * (Parque) = P(Parque)$$

$$\left(\frac{2}{8}\right) * \left(\frac{7}{8}\right) * \left(\frac{8}{18}\right) = 0.09722222$$

**Ecuación 4.** Ejemplo de probabilidad de Parque

**P(Plaza):** corresponde a la probabilidad de Plaza, el resultado se obtiene multiplicando los cruces en Tabla 8 y Tabla 9 de la siguiente manera:

$$(MostlySunny \cap Plaza) * (Medio \cap Plaza) * (Plaza) = P(Plaza)$$

$$\left(\frac{2}{8}\right) * \left(\frac{7}{8}\right) * \left(\frac{8}{18}\right) = 0.09722222$$

**Ecuación 5.** Ejemplo de probabilidad de Plaza

**sumaP:** corresponde a la suma de las probabilidades de los sitios obtenidos de la siguiente manera:

$$sumaP = P(Iglesia) + P(Museo) + P(Parque) + P(Plaza)$$

$$sumaP = 0.04320988 + 0.04320988 + 0.09722222 + 0.09722222$$

$$sumaP = 0.2808642$$

**Ecuación 6.** Ejemplo suma de probabilidades

**% Iglesia:** corresponde al porcentaje de la probabilidad de Iglesia por la suma total de las probabilidades de la siguiente manera:

$$\%Iglesia = \left(\frac{P(Iglesia)}{sumaP}\right) * 100$$

$$\%Iglesia = \left(\frac{0.04320988}{0.2808642}\right) * 100$$

$$\%Iglesia = 15.83\%$$

**Ecuación 7.** Porcentaje de probabilidad de Iglesia entre suma de probabilidad.

**% Museo:** corresponde al porcentaje de la probabilidad de Museo por la suma total de las probabilidades de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\%Museo &= \left( \frac{P(Museo)}{sumaP} \right) * 100 \\ \%Museo &= \left( \frac{0.04320988}{0.2808642} \right) * 100 \\ \%Museo &= 15.83\%\end{aligned}$$

**Ecuación 8.** Porcentaje de probabilidad de Museo entre suma de probabilidad.

**% Parque:** corresponde al porcentaje de la probabilidad de Parque por la suma total de las probabilidades de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\%Parque &= \left( \frac{P(Parque)}{sumaP} \right) * 100 \\ \%Parque &= \left( \frac{0.09722222}{0.2808642} \right) * 100 \\ \%Parque &= 34.62\%\end{aligned}$$

**Ecuación 9.** Porcentaje de probabilidad de Parque entre suma de probabilidad.

**% Plaza:** corresponde al porcentaje de la probabilidad de Plaza por la suma total de las probabilidades de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\%Plaza &= \left( \frac{P(Plaza)}{sumaP} \right) * 100 \\ \%Plaza &= \left( \frac{0.09722222}{0.2808642} \right) * 100 \\ \%Plaza &= 34.62\%\end{aligned}$$

**Ecuación 10.** Porcentaje de probabilidad de Plaza entre suma de probabilidad.

Para este ejemplo los sitios sugeridos según los contextos (Condicion= MostySunn y Temperatura= Medio) serían Parque y Plaza al tener un porcentaje alto contra los otros dos sitios.

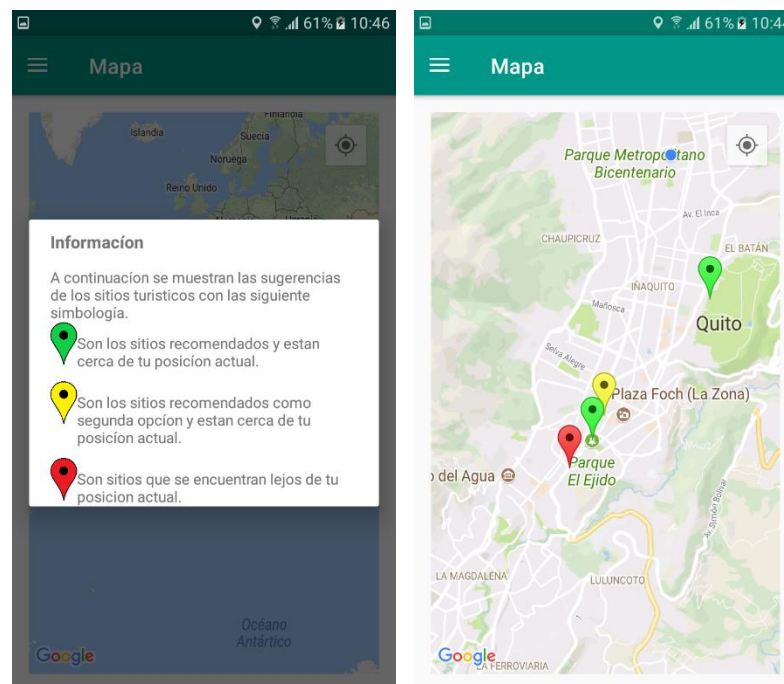
Este modelo calcula el sitio adecuado según las condiciones climáticas de ese momento, si las condiciones cambian los resultados también y por ende se

mostrarán otros sitios, para desplegar el sitio a sugerir al usuario se hace un cálculo más con las preferencias de usuario, este cálculo agrega un 10% del total obtenido a la primera preferencia que ingreso el usuario, un 5% del total obtenido a la segunda y 2% del total obtenido a la tercera.

Para ubicar los sitios sugeridos en la API de Google Maps, se hace uso del GPS para calcular la distancia entre el usuario y el sitio, se han designado marcadores con los siguientes significados como se puede observar el la Figura 14:

- Verde: Es el tipo de sitio sugerido y está en el rango del usuario.
- Amarillo: Es la segunda opción de tipo de sitio sugerida y se encuentra en el rango del usuario.
- Rojo: Son sitios sugeridos pero se encuentran lejos del rango del usuario.

Se tiene un rango de tolerancia en la distancia del usuario a los sitios marcados de 7 km, pasados los 7 kilómetros de distancia los sitios se muestran en rojo y si pasan los 8 km no se muestran en el mapa.



**Figura 14.** Marcadores de los sitios en el mapa.



#### 4.4 FASE DE PRUEBAS Y CORRECCIÓN DE ERRORES

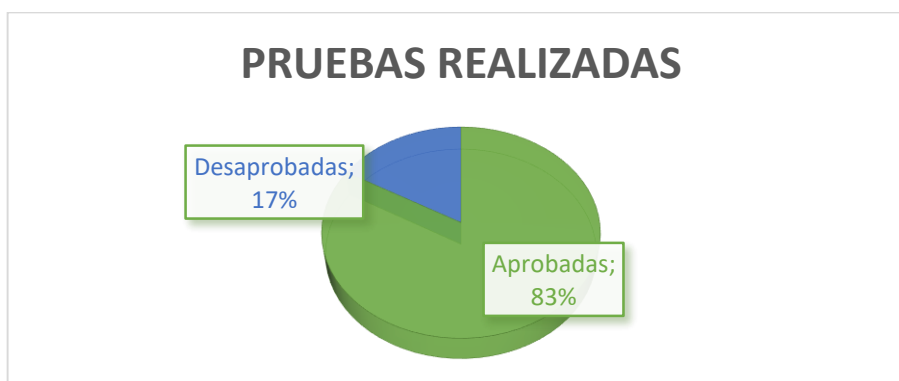
Las pruebas de la aplicación fueron realizadas con 6 usuarios en 5 teléfonos diferentes, a continuación se muestran los resultados de las pruebas de aceptación que miden la funcionalidad, facilidad de uso y aprobación del usuario en cada iteración de desarrollo de la aplicación.

##### Resultados de la iteración Login

En la Tabla 11 se observa el número de pruebas aceptadas, pruebas reprobadas y pruebas corregidas que se realizaron durante la iteración login y en la Figura 15 se observa la gráfica de la tabla.

**Tabla 13.** Resultados de pruebas en la interacción login.

	Pruebas realizadas	% de las pruebas realizadas
Aprobadas	5	83.33%
Desaprobadas	1	16.66%
TOTAL	6	100%
Rectificadas	1	100%



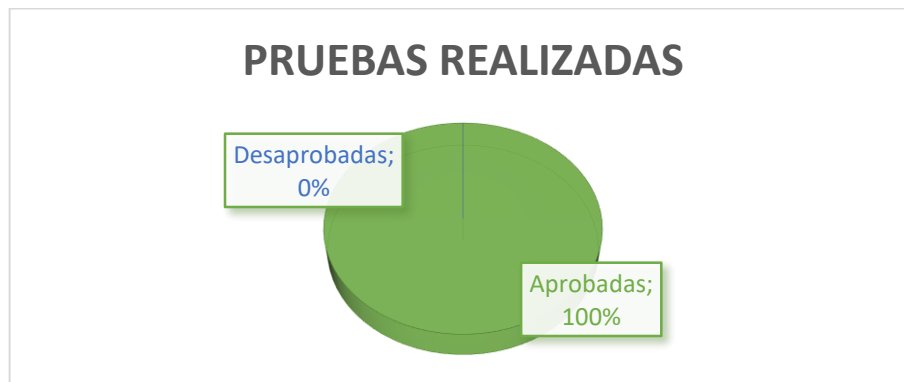
**Figura 15.** Gráfico de los resultados de iteración login.

##### Resultados de la iteración Registro de usuarios

En la Tabla 12 se observa el número de pruebas aceptadas, pruebas reprobadas y pruebas corregidas que se realizaron durante la iteración registro de usuarios y en la Figura 16 se puede ver la gráfica de la tabla.

**Tabla 14.** Resultados de pruebas en la iteración Registro de usuario.

	<b>Pruebas realizadas</b>	<b>% de las pruebas realizadas</b>
<b>Aprobadas</b>	6	100%
<b>Desaprobadas</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	6	100%
<b>Rectificadas</b>	0	0%



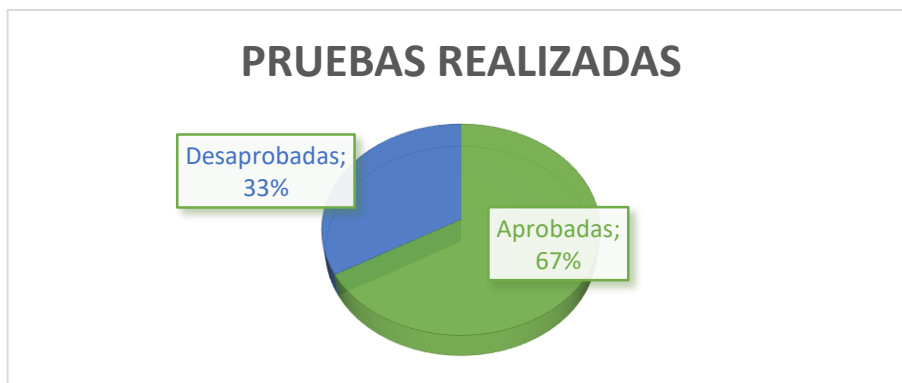
**Figura 16.** Gráfico de los resultados de la iteración Registro de usuarios.

### **Resultados de la iteración Ingreso de preferencias**

En la Tabla 13 se observa el número de pruebas aceptadas, pruebas reprobadas y pruebas corregidas que se realizaron durante la iteración ingreso de preferencias y en la Figura 17 se aprecia la gráfica de la tabla.

**Tabla 15.** Resultados de pruebas en la iteración Ingreso de preferencias.

	<b>Pruebas realizadas</b>	<b>% de las pruebas realizadas</b>
<b>Aprobadas</b>	4	66.66%
<b>Desaprobadas</b>	2	33.33%
<b>TOTAL</b>	6	100%
<b>Rectificadas</b>	2	100%



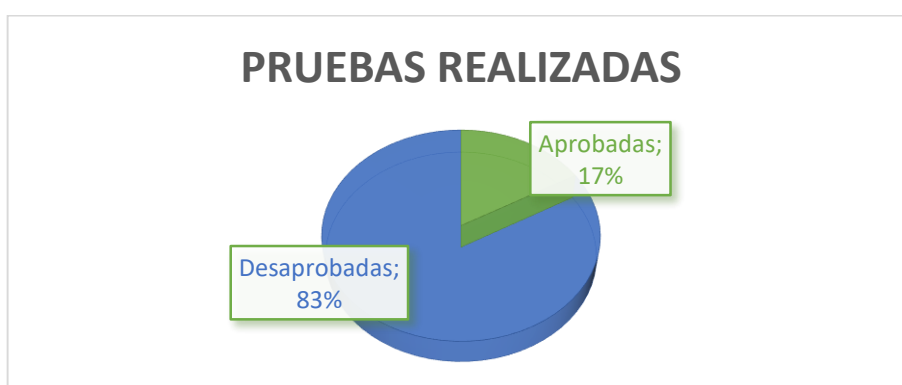
**Figura 17.** Gráfico de resultados de la iteración Ingreso de preferencias.

### Resultados de la iteración Perfil de usuario

En la Tabla 14 se observa el número de pruebas aceptadas, pruebas reprobadas y pruebas corregidas que se realizaron durante la iteración perfil de usuario y en la Figura 18 se puede ver la gráfica de la tabla.

**Tabla 16.** Resultados de pruebas en la iteración Perfil de usuario.

	Pruebas realizadas	% de las pruebas realizadas
<b>Aprobadas</b>	1	16.66%
<b>Desaprobadas</b>	5	83.33%
<b>TOTAL</b>	6	100%
<b>Rectificadas</b>	5	100%



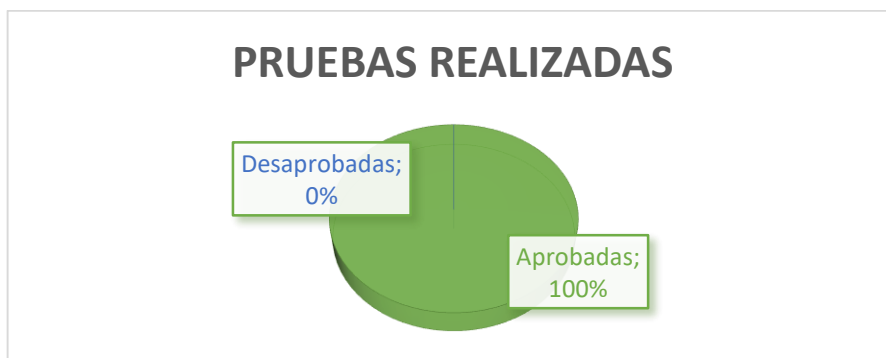
**Figura 18.** Gráfico de resultados de la iteración Perfil de usuario.

### Resultados de la iteración Perfil de usuario clima

En la Tabla 15 se observa el número de pruebas aceptadas, pruebas reprobadas y pruebas corregidas que se realizaron durante la iteración perfil de usuario clima y en la Figura 19 se observa la gráfica de la tabla.

**Tabla 17.** Resultados de pruebas en la iteración Perfil de usuario clima.

	Pruebas realizadas	% de las pruebas realizadas
<b>Aprobadas</b>	6	100%
<b>Desaprobadas</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	6	100%
<b>Rectificadas</b>	0	0%



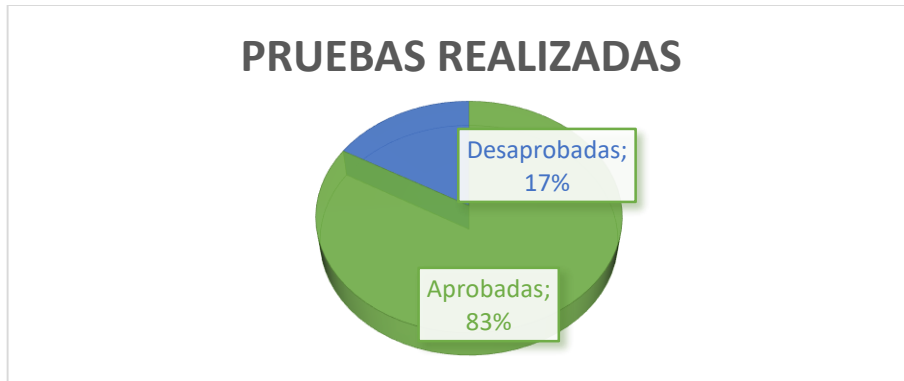
**Figura 19.** Gráfico de resultados de la iteración perfil de usuario clima.

### Resultados de la iteración Visualización de sitios sugeridos

En la Tabla 16 se observa el número de pruebas aceptadas, pruebas reprobadas y pruebas corregidas que se realizaron durante la iteración visualización de sitios sugeridos y en la Figura 20 se puede observar la gráfica de la tabla.

**Tabla 18.** Resultados de pruebas en la iteración Visualización de sitios.

	Pruebas realizadas	% de las pruebas realizadas
<b>Aprobadas</b>	5	83.33%
<b>Desaprobadas</b>	1	16.66%
<b>TOTAL</b>	6	100%
<b>Rectificadas</b>	1	100%



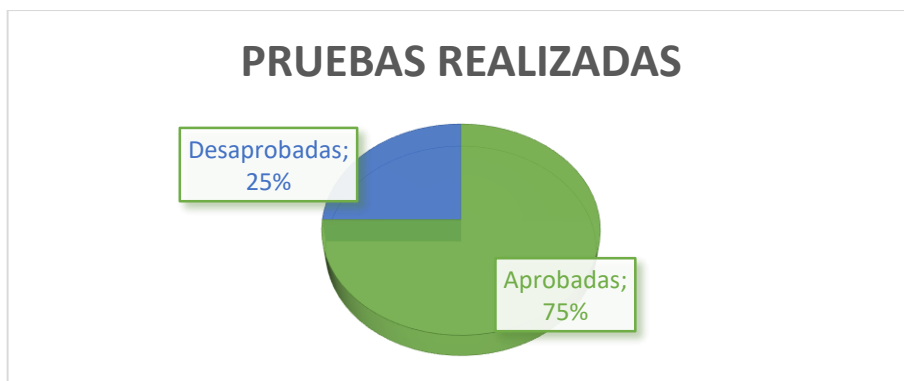
**Figura 20.** Gráfico de resultados de la iteración Visualización de sitios.

### Recopilación de resultados de pruebas realizadas

En la Tabla 17 se observa el número total de pruebas aceptadas, pruebas reprobadas y pruebas corregidas que se realizaron durante cada iteración y en la Figura 21 se aprecia la gráfica de la tabla.

**Tabla 19.** Recopilación de resultados de pruebas realizadas.

	Pruebas realizadas	% de las pruebas realizadas
<b>Aprobadas</b>	27	75%
<b>Desaprobadas</b>	9	25%
<b>TOTAL</b>	36	100%
<b>Rectificadas</b>	9	100%



**Figura 21.** Gráfico de recopilación de resultados de pruebas realizadas.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En esta sección se presentan las conclusiones y las recomendaciones obtenidas del desarrollo de este trabajo de titulación.

### **5.1 CONCLUSIONES**

- Las aplicaciones sensibles al contexto son complejas de desarrollar, sin embargo definir qué tipo de contexto usar, como percibirlo, como representarlo y como adaptarse al mismo facilitaron el desarrollo y la adaptabilidad que se desea en la aplicación.
- El haber utilizado la metodología Mobile-D fue de gran ayuda ya que se pudo realizar las mejoras y correcciones necesarias, gracias a que esta metodología trabaja con pruebas de aceptación por cada iteración, lo que permite realizar una correcta integración de cada módulo del proyecto, dando como resultado una aplicación funcional y amigable para el usuario.
- Gracias a la correcta implementación de la metodología se pudo definir los requisitos, arquitectura, herramientas y funcionalidades con los que cuenta la aplicación móvil para tener un producto final que cumpla con los objetivos de este trabajo de titulación.
- El análisis y monitoreo de contextos permitió obtener información verídica en tiempo real para poder realizar una sugerencia al usuario logrando la adaptabilidad deseada, cabe resaltar que los dispositivos móviles actuales no poseen sensores de temperatura, motivo por el cual se implementó el API de Yahoo Weather para obtener datos sobre las condiciones climáticas.
- Como información de contexto para este trabajo se usó: la condición climática, ubicación y preferencias de usuario, esta información de contexto dinámica permitió que la aplicación desarrollada sea adaptable a los cambios tanto climáticos como a las preferencias de usuario.

- El uso del modelo de predicción probabilístico ingenuo de Bayes facilitó la tarea al momento de trabajar con la información del clima, gracias al potencial predictivo de este modelo y al considerar todos los elementos como independientes se logró predecir el sitio adecuadamente basándose en las condiciones climáticas en las que se encuentre el usuario.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Es recomendable usar APIs y/o servicios de terceros que ofrezcan disponibilidad y seguridad al momento de obtener o consultar datos de otras fuentes, para asegurar la integridad y funcionamiento de la aplicación.
- Se recomienda usar de manera responsable los permisos de la aplicación de Android al momento de usar recursos del dispositivo, el mal uso de estos permisos puede comprometer la información sensible y/o confidencial del usuario.
- Se puede usar otra información de contexto para realizar una sugerencia de un sitio turístico, como por ejemplo las fechas de días festivos o feriados de la ciudad, siempre y cuando esta información esté relacionada con la tarea que se quiera cumplir y represente una parte importante para la toma de decisiones.
- Se recomienda usar servicios web tipo Rest, ya que son fáciles de implementar y permiten un rápido acceso al servicio que se va a consumir.
- Para futuros trabajos se podría realizar notificaciones por medio de correo electrónico y realizar una posible compatibilidad con dispositivos wearables como un smart watch.
- Para el desarrollo de aplicaciones sensibles al contexto se recomienda tener en cuenta las siguientes preguntas: ¿Qué es contexto?, ¿Cómo percibirlo?, ¿Cómo representarlo? y ¿Cómo adaptarse al mismo?, ya que representan los pasos fundamentales para trabajar con información en base al entorno de usuario para la toma de decisiones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amaya Balaguera, Y. D. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. *Revista de Tecnología | Journal Technology*, 12 número, 111–124.
- Android Developer, A. (2017a). Conoce Android Studio. Retrieved from <https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es-419>
- Android Developer, A. (2017b). Permisos del sistema. Retrieved from <https://developer.android.com/guide/topics/security/permissions.html?hl=es-419>
- Athman, B., Quan Z, S., & Florian, D. (2014). *Advanced Web Services*. (B. Athman, S. Quan Z, & D. Florian, Eds.) (1st ed.). New York: Springer-Verlag New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7535-4>
- Ceri, S., Daniel, F., Facca, F. M., & Matera, M. (2007). Model-driven Engineering of Active Context-awareness. *World Wide Web (2007) 10: 387*, 387–413. <https://doi.org/10.1007/s11280-006-0014-5>
- Daniel, F. (2009). Context-Aware Applications for the Web : A Model-Driven Development Approach, 59–82.
- Developers Google, G. (2017). Introducción a la Google Maps Android API. Retrieved from <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/intro?hl=es-419>
- Dey, A. K. (2001). Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5(1), 4–7. <https://doi.org/10.1007/s007790170019>
- Dey, A. K., & Abowd, G. D. (1999). Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. *Computing Systems*, 40(3), 304–307. [https://doi.org/10.1007/3-540-48157-5\\_29](https://doi.org/10.1007/3-540-48157-5_29)
- Dey, A. K., Abowd, G. D., & Salber, D. (2001). A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. *Human-Computer Interaction*, 16(February), 97–166. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1207/S15327051HCI16234\\_02](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1207/S15327051HCI16234_02)
- Emmanouilidis, C., Koutsiamanis, R., & Tasidou, A. (2013). Journal of Network and Computer Applications Mobile guides : Taxonomy of architectures ,



- context awareness , technologies and applications. *Journal of Network and Computer Applications*, 36(1), 103–125. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2012.04.007>
- Khalfi, E. M., Jamont, J. P., Mrissa, M., & Medini, L. (2016). A RESTful task allocation mechanism for the Web of Things. *2016 IEEE RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies: Research, Innovation, and Vision for the Future, RIVF 2016 - Proceedings*, 73–78. <https://doi.org/10.1109/RIVF.2016.7800272>
- Leiva Mundaca, I., & Villalobos Abarca, M. (2015). Método ágil híbrido para desarrollar software en dispositivos móviles. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 23(3), 473–488. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052015000300016>
- Manoharan, S. (2009). On GPS tracking of mobile devices. In *Proceedings of the 5th International Conference on Networking and Services, ICNS 2009* (pp. 415–418). Valencia, Spain: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICNS.2009.103>
- MySQL. (n.d.). MySQL 5.7 Reference Manual. Retrieved January 1, 2017, from <https://dev.mysql.com/doc/>
- Natchetoi, Y., Huaigu, W., & Zheng, Y. (2008). Service-Oriented Mobile Applications for Ad-Hoc networks. In *IEEE International Conference on Services Computing* (pp. 405–412). <https://doi.org/10.1109/SCC.2008.126>
- Nosseir, A., Flood, D., Harrison, R., & Ibrahim, O. (2012). Mobile Development Process Spiral. *2012 Seventh International Conference on Computer Engineering & Systems (ICCES)*, 281–286. <https://doi.org/10.1109/ICCES.2012.6408529>
- Pattekari, S. A., & Parveen, A. (2012). Prediction System for Heart Disease Using Naive Bayes. *International Journal of Advanced Computer and Mathematical Sciences*, 3(3), 290–294.
- Square. (2017). Retrofit A type-safe HTTP client for Android and Java. Retrieved from <http://square.github.io/retrofit/>
- Unhelkar, B., & Murugesan, S. (2010). The enterprise mobile applications

- development framework. *IT Professional*, 12(3), 33–39.  
<https://doi.org/10.1109/MITP.2010.45>
- Visual Studio, M. V. S. (2016). Bienvenido a Visual Studio 2015. Retrieved from  
[https://msdn.microsoft.com/library/dd831853.aspx?ranMID=24542&ranEAID=TnL5HPStwNw&ranSiteID=TnL5HPStwNw-ilF3pi0TYD3G7quhGsyow&tduid=\(25312fc210b72ff623e4d3b8de15ec68\)\(256380\)\(2459594\)\(TnL5HPStwNw-ilF3pi0TYD3G7quhGsyow\)](https://msdn.microsoft.com/library/dd831853.aspx?ranMID=24542&ranEAID=TnL5HPStwNw&ranSiteID=TnL5HPStwNw-ilF3pi0TYD3G7quhGsyow&tduid=(25312fc210b72ff623e4d3b8de15ec68)(256380)(2459594)(TnL5HPStwNw-ilF3pi0TYD3G7quhGsyow))()
- Wei, E. J. Y., & Chan, A. T. S. (2007). Towards context-awareness in ubiquitous computing. *Embedded and Ubiquitous Computing, Proceedings*, 4808, 706–717. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77092-3>
- Westhuizen, C. Van Der, & Coetzee, M. (2013). Context-Aware RESTful Services on Mobile Devices. In *The 8th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions* (pp. 350–355). London, UK: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICITST.2013.6750220>
- Xu, G., & Xu, Y. (2016). *GPS: Theory, algorithms and applications* (3rd ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-50367-6>
- Yahoo Developer Network. (2017). Documentation Yahoo Weather API. Retrieved from <https://developer.yahoo.com/weather/documentation.html>
- Yu, L., Tsai, W. T., & Perrone, G. (2016). Testing Context-Aware Applications Based on Bigraphical Modeling. *IEEE Transactions on Reliability*, 65(3), 1584–1611. <https://doi.org/10.1109/TR.2016.2575444>
- Yurur, O., Liu, C. H., Sheng, Z., Leung, V. C., Moreno, W., & Leung, K. K. (2014). Context-Awareness for Mobile Sensing: A Survey and Future Directions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, (c), 1–28. <https://doi.org/10.1109/COMST.2014.2381246>

## ANEXOS

### Anexo 1. Tabla de la base de datos de sitios turísticos de Quito turismo

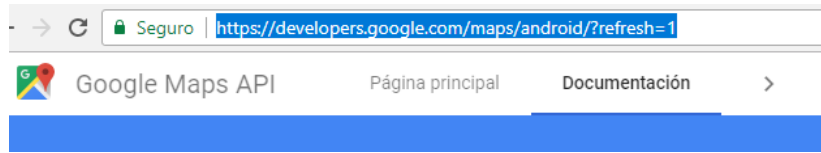
id_sitio	nombre	descripcion	lat	log
1	La Catedral	Es uno de los templos más a...	-0.2204723	-78.5130323
2	Plaza Grande	En el centro de la plaza está...	-0.2202953	-78.5124395
3	Museo de la Presidencia	Museo que muestra la histori...	-0.2201263	-78.512697
4	Parque El Tiido	Es el hogar de 1.500 especi...	-0.209201	-78.4984702
5	Parque la Alameda	Es el parque con mayor hist...	-0.2159479	-78.5039176
6	Plaza Boria Yerovi	Con su nuevo diseño y color...	-0.2033009	-78.495538
7	Yaku Museo del Agua	En sus múltiples salas se exp...	-0.217477	-78.5213536
8	Iglesia de Santo Domingo	Su historia se remonta al añ...	-0.2240645	-78.5127354
9	Palacio de Carondelet	Es la sede de trabajo del Pre...	-0.2196992	-78.514887
10	Centro cultural metropolitano	Edificio histórico que en la ac...	-0.2205551	-78.5132448
11	Museo Alberto Mena Caamaño	Es el museo de cera, donde ...	-0.2197858	-78.514026
12	Iglesia de la Compañía de Jesús	Es el templo cumbre del Barr...	-0.2207706	-78.5149927
13	Museo Numismático del Banco Cen...	Narra la historia monetaria d...	-0.2096698	-78.4970161
14	Basilica del Voto Nacional	Su estructura neoclásica es c...	-0.2147156	-78.5082355
15	Iglesia de la Inmaculada Concepción	La iglesia de la Concepción v...	-0.2197214	-78.5124262
16	Iglesia de El Sacario	De estilo renacentista italian...	-0.2207042	-78.513461
17	Iglesia La Merced	Entre sus piezas resaltan el ...	-0.2181231	-78.5138178
18	Iglesia de San Francisco	Su plaza, iglesia y convento ...	-0.2202843	-78.51564
19	Plaza de Santa Clara	Desde aquí se puede admira...	-0.2220603	-78.5181381
20	Parque Urbano Cumandá	Constituye un moderno com...	-0.2282337	-78.5125416
21	Plaza Chica	Es escenario de eventos cult...	-0.221013	-78.511378
22	Bulevar 24 de Mayo	Fue la antigua quebrada de J...	-0.2232165	-78.5168963
23	Itchimbía	Esta colina, que fue un espa...	-0.2229575	-78.5017737
24	El Panecillo	Es una loma ancestral, lugar...	-0.2302551	-78.520567
25	Parque Metropolitano	Ofrece espacios verdes par...	-0.1751715	-78.469885
26	Parque Bicentenario	Ofrece un amplio espacio pa...	-0.137002	-78.489536
27	Calle la Ronda	Calle tradicional en el que pu...	-0.224791	-78.514239
28	Museo de Carmen Alto	Fue el hogar de Santa Maria...	-0.2227502	-78.5153874
29	Museo de la Ciudad	Narra la historia quiteña en l...	-0.2230495	-78.515257
30	Museo Interactivo de Ciencia MIC	Estimula el interés por la cie...	-0.2363816	-78.516105
31	Mercado Artesanal	Es un colorido y divertido lu...	-0.2070501	-78.4951766
32	Parque La Carolina	Tiene 67 hectáreas de espa...	-0.1809248	-78.4846781
33	Museo de la Capilla del Hombre	Su estructura de ladrillo está...	-0.1907592	-78.4700762
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

### Anexo 2. Comparación de API's del clima

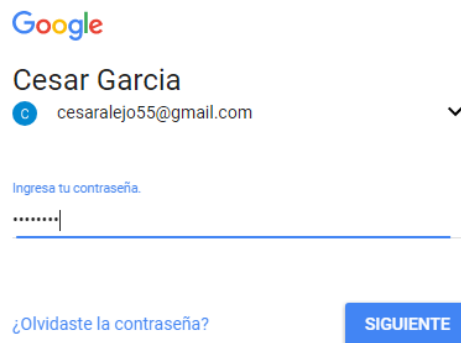
API	Precio	Consultas	Refresco
<b>Yahoo Weather API</b>	Gratis	2000 por día	1 hora
<b>Open Weather</b>	Gratis	60 por hora	2 horas
<b>Wunder Ground</b>	Gratis	500 por día	2 horas
<b>Accuweather</b>	Gratis	50 por día	1 hora

### Anexo 3. Obtención de API\_KEY para uso de google maps

1. Entrar en la siguiente dirección



2. Iniciar sesión con la cuenta de Google



3. Dar click en obtener clave



4. Obtener clave generada



5. Copiar y pegar la clave en el archivo Manifest.xml de Android Studio

```
<meta-data
    android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
    android:value="AIzaSyAKId6vKxGtnjMG7At8JJwPNiD3kcbhQN8" />
```

#### Anexo 4. Estructura de datos de la API del clima de Yahoo

```
- item: {
  title: "Conditions for Quito, Pichincha Provi
  lat: "-0.2295",
  long: "-78.524277",
  link: "http://us.rd.yahoo.com/dailynews/rss/w
  pubDate: "Fri, 29 Dec 2017 06:00 PM ECT",
  - condition: {
    code: "12",
    date: "Fri, 29 Dec 2017 06:00 PM ECT",
    temp: "50",
    text: "Rain"
```