

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas y Computación.

TRABAJO DE TITULACIÓN

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS ANDROID CON GEOLOCALIZACIÓN BASADO EN REALIDAD AUMENTADA PARA EL SECTOR TURÍSTICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.

AUTORES:

Santiago Geovanny Moreno Tuquinga

Henry Danilo Orozco Pilco

TUTOR:

Ing. Gonzalo Allauca, Mgs

Riobamba - Ecuador

2020


VEREDICTO DE LA INVESTIGACIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS ANDROID CON GEOLOCALIZACIÓN BASADO EN REALIDAD AUMENTADA PARA EL SECTOR TURÍSTICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**, presentado por: Santiago Geovanny Moreno Tuquinga, Henry Danilo Orozco Pilco dirigido por: Ing. Gonzalo Allauca, Mgs.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso de custodia en la biblioteca de la facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia lo expuesto firman:

Mgs. Gonzalo Allauca
Director de Proyecto




Firma

PhD. Fernando Molina
Miembro de Tribunal



Firma

Mgs. Jorge Delgado
Miembro de Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

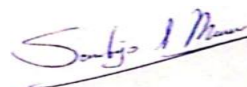
“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación corresponde exclusivamente a: Santiago Geovanny Moreno Tuquina y Henry Danilo Orozco Pilco con la dirección del Ing. Gonzalo Allauca, Mgs. y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo”



Ing. Gonzalo Allauca, Mgs.

0602363418

Tutor de Proyecto de Investigación



Santiago Geovanny Moreno Tuquina

060477912-4

Autor del Proyecto de Investigación



Henry Danilo Orozco Pilco

060468955-4

Autor del Proyecto de Investigación

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios por darme bendiciones a mi vida, a mis padres Gloria y Luis por su apoyo y consejos han sabido guiar mi vida; a mis hermanos: Paul, Katherine, Darwin.

Una dedicatoria muy especial a mi padre Luis que se encuentra en el cielo el cual siempre fue mi apoyo en las buenas y en las malas, y a mi madre quien fue la inspiración para la culminación de mi proyecto de investigación.

HENRRY OROZCO

Quiero dedicar este trabajo de investigación a mi madre Carmen Tuquina, a mi padre José Moreno, a mi hermano Crithian Moreno y a mi hermana Priscila Moreno, por su comprensión y apoyo en cada momento durante el transcurso de mi carrera universitaria, finalmente a mi familia y amigos que a pesar de las circunstancias siempre me han brindado su apoyo en cada momento.

SANTIAGO MORENO

AGRADECIMIENTO

Agradezco de la manera más sincera a mis padres que siempre me apoyaron en la buenas y malas, a amigos, familiares, a mis hermanos Paul y Darwin que hicieron posible la culminación del tema de investigación. Agradezco a nuestro Tutor de Tesis el Ing. Gonzalo Allauca, por el apoyo que nos ha brindado en el transcurso de este trabajo, a mi compañero de tesis que gracias a su esfuerzo y comprensión logramos terminar esta etapa importante de nuestras vidas a los profesores de la Universidad Nacional de Chimborazo por brindarme sus conocimientos, su guía para mi formación académica.

HENRRY OROZCO

Agradezco a Dios por brindarme la salud durante todo este tiempo e iluminar mi camino a lo largo de mis estudios. Agradezco a mis padres por brindarme su comprensión y apoyo en cada momento de mi vida demostrándome que con esfuerzo y dedicación todo se puede. A mi hermano el Ing. Cristhian Moreno que siempre ha sido mi fuente de inspiración y gracias a su apoyo y consejos he podido salir adelante, y a mi hermana por su apoyo en cada momento de mi vida. Agradezco a nuestro Tutor de Tesis el Ing. Gonzalo Allauca, por la dedicación y apoyo que nos ha brindado durante todo el transcurso de este trabajo, a mi compañero de Tesis que gracias a su esfuerzo y comprensión logramos terminar esta etapa importante de nuestras vidas.

SANTIAGO MORENO

ÍNDICE

VEREDICTO DE LA INVESTIGACIÓN	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	XII
ABSTRATC	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	4
1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	4
1.1. Problema	4
1.2. Justificación	5
1.3. OBJETIVOS	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. REALIDAD AUMENTADA	8
2.1.1. Aplicación de la realidad aumentada	8
2.2. GEOLOCALIZACIÓN	8
2.5. APLICACIÓN WEB.	10
2.6. APLICACIÓN MÓVIL	10
2.7. MICROSOFT SQL SERVER	11
2.8. SERVICIOS WEB.	11
2.9. SDK.	12
2.10. WIKI TUDE	12
2.11. NORMA ISO/IEC 25010	12
2.11.1. Eficiencia de Desempeño	13
2.12. JMeter	13
2.13. INVESTIGACIONES PREVIAS	14
CAPÍTULO III	15
3. METODOLOGÍA	15
3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	15
3.1.1. TIPO DE ESTUDIO.	15
3.2. UNIDAD DE ANÁLISIS	17
3.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA	18

3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	19
3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	19
3.5.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS	19
3.5.2. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB DEL ADMINISTRADOR APLICANDO LA METODOLOGÍA SCRUM.....	19
3.5.3. METODOLOGÍA SCRUM DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL APLICANDO LA METODOLOGÍA MOBILE-D.....	21
CAPÍTULO IV.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. Resultados.....	29
4.1.1. Análisis de las métricas del dispositivo móvil de Gama Alta.....	29
4.1.2. Evaluación de las métricas Dispositivo Gama Alta.....	32
4.1.3. Análisis de las métricas del dispositivo móvil de Gama Media	32
4.1.4. Evaluación de las métricas Dispositivo Gama Media.....	35
4.1.5. Análisis de los indicadores del dispositivo móvil de Gama Media .	35
4.1.6. Evaluación de las métricas Dispositivo Gama Baja.....	38
4.1.7. Análisis de los Resultados.....	38
4.1.8. Tiempo de respuesta	39
4.1.9. Tiempo de espera	39
4.1.10. Utilización CPU	40
4.1.11. Utilización de Memoria RAM.....	40
4.1.12. Análisis de la Característica de Eficiencia de Desempeño.	41
4.2. Discusión	42
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	47
ANEXO I.....	47
ANEXO II.....	47
ANEXO III.....	49
ANEXO IV.....	50
ANEXO V.....	58
ANEXO VI.....	69
ANEXO VII.....	70
ANEXO VIII.....	75
ANEXO IX.....	84
ANEXO X.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción del servidor principal del GAD Riobamba	6
Tabla 3: Ventajas y desventajas herramientas realidad aumentada	23
Tabla 4: Parámetros de evaluación	27
Tabla 5: Asignación de porcentajes	28
Tabla 6: Características de los dispositivos	29
Tabla 7: Medición de indicadores Gama Alta	32
Tabla 8: Resultados de indicadores de Gama Alta	32
Tabla 9: Medición de indicadores Gama Media	35
Tabla 10: Resultados de indicadores de Gama Media	35
Tabla 11: Medición de indicadores Gama baja	38
Tabla 12: Resultados de indicadores de Gama Baja	38
Tabla 13: Resultados de evaluación de dispositivos móviles	39
Tabla 14: Encargados de desarrollar la aplicación web	48
Tabla 15: Encargados de desarrollar la aplicación móvil	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de calidad del producto software definido por ISO/IEC 25010.....	13
Figura 2: Formula Tamaño de la muestra.....	18
Figura 3: Pantalla Principal de la Pagina Web.....	24
Figura 4: Pantalla modulo Principal AMD GAD Riobamba.....	25
Figura 5: Pantalla Principal AMD Sitio Interés.....	25
Figura 6: Pantallas principales de la Aplicación Móvil.....	26
Figura 7: Formula Tiempo de Respuesta.....	27
Figura 8: Formula Tiempo de Espera.....	27
Figura 9: Formula Rendimiento.....	27
Figura 10: Formula Uso de CPU.....	28
Figura 11: Formula Uso de Memoria RAM.....	28
Figura 12: Resultado final Tiempo de respuesta.....	39
Figura 13: Resultado final Tiempo de espera.....	40
Figura 14: Resultado final utilización CPU.....	40
Figura 15: Resultado final Utilización de Memoria RAM.....	41
Figura 16: Resultado final eficiencia de desempeño.....	41
Figura 17: Reporte visitas Turísticas Enero- diciembre 2018.....	47
Figura 18: Diagrama de Base de Datos.....	50
Figura 19: Plataforma Visual Studio.....	50
Figura 20: Estructura de la aplicación Web.....	51
Figura 21: Codigo Login Aplicativo Web.....	51
Figura 22: Interfaz Login Aplicativo Web.....	51
Figura 23: Código Tipo Lugar.....	52
Figura 24: Interfaz Tipo Lugar.....	52
Figura 25: Código Tipo Sitio.....	52
Figura 26: Interfaz Tipo Sitio.....	53
Figura 27: Código Lugar Turístico.....	53
Figura 28: Interfaz Lugar Turístico.....	53
Figura 29: Código Sitio Interés.....	54
Figura 30: Interfaz Sitio Interés.....	54
Figura 31: Código Reportes.....	54
Figura 32: Interfaz Reportes.....	55
Figura 33: Código Login Sitio Interés.....	55
Figura 34: Interfaz Login Sitio Interés.....	55
Figura 35: Código Actualizar Contraseña.....	56
Figura 36: Interfaz Actualizar Contraseña.....	56
Figura 37: Código Sitio Interés Promociones.....	56
Figura 38: Interfaz Sitio Interés Promociones.....	57
Figura 39: Código Reportes AMD Sitio.....	57
Figura 40: Interfaz Reportes AMD Sitio.....	57
Figura 41: Login Administrador.....	58
Figura 42: Validación campos GAD Riobamba.....	58
Figura 43: Recuperar Contraseña GAD Riobamba.....	59
Figura 44: Módulos Administrador GAD Riobamba.....	59
Figura 45: Módulos Principales “GEOTurismo RIO”.....	59
Figura 46: Módulos Tipo Lugar.....	60
Figura 47: Módulos Tipo Sitio.....	60

Figura 48: Ingresar Lugar Turístico	61
Figura 49: Ingresar Lugar Turístico	61
Figura 50: Actualizar Lugar Turístico.....	61
Figura 51: Actualizar Lugar Turístico.....	62
Figura 52: Eliminar Lugar Turístico	62
Figura 53: Buscar Lugar Turístico	62
Figura 54: Información Lugar Turístico.....	63
Figura 55: Ingresar Sitio Interés	63
Figura 56: Ingresar Sitio Interés.....	63
Figura 57: Suscripción Promoción Sitio Interés	64
Figura 58: Actualizar Sitio Interés	64
Figura 59: Actualizar Sitio Interés	64
Figura 60: Eliminar Sitio Interés.....	65
Figura 61: Buscar Sitio Interés.....	65
Figura 62: Información Sitio Interés	65
Figura 63: Reportes Sitio Interés.....	66
Figura 64: Validación de campos.....	66
Figura 65: Actualizar Contraseña.....	67
Figura 66: Validación de campos Actualizar contraseña	67
Figura 67: Administrador Sitio Interés.....	67
Figura 68: Módulos Principales Sitio Interés	68
Figura 69: Registro Promoción	68
Figura 70: Módulos Reportes	68
Figura 71: Archivo .arr.....	70
Figura 72: Dependencia de WikiTude	70
Figura 73: Asignación de la ubicación del SDK	71
Figura 74: Permisos para utilizar WikiTude	71
Figura 75: Clases y Métodos para la implementación de WikiTude	72
Figura 76: Diagrama Caso de Uso Aplicativo Web Administrador GAD.....	73
Figura 77: Diagrama Caso de Uso Aplicativo Web Administrador Sitio Interés	73
Figura 78: Arquitectura de la aplicación móvil.....	74
Figura 79: Prototipo aplicación móvil.....	74
Figura 80: Diagrama de base de datos	75
Figura 81: Paquetes y Clases del Proyecto.....	75
Figura 82: Interfaz Registro de Usuarios	76
Figura 83: Método para Registrar Usuarios	76
Figura 84: Servicio web para insertar Usuarios en la Base de Datos.....	77
Figura 85: Interfaz Inicio de Sesión	77
Figura 86: Métodos de la clase Registrar	78
Figura 87: Interfaz Pantalla Principal.....	78
Figura 88: Método para colocar los marcadores en el mapa.....	78
Figura 89: Servicio web de los Lugares Turísticos	79
Figura 90: Activity P_RA Integración Realidad Aumentada y geolocalización	79
Figura 91: Archivo JavaScript Encargado de generar la Realidad Aumentada	80
Figura 92: Conexión al servicio web.....	80
Figura 93: Función para calcular la distancia.....	80
Figura 94: Activity Categoría Lugar Turístico.....	81
Figura 95: Método ExemplarAdapter	81
Figura 96: Activity Tab_detalle_Lugar_Turistico	82
Figura 97: Mapa Sitio de Interés Cercanos	82

Figura 98: Activity Categoría Sitio de Interés	82
Figura 99: Método ExemplarAdapter	83
Figura 100: Activity Tab_detalle_Sitio_Interes	83
Figura 101: Información del Sitio de Interés	84
Figura 102: Información del Sitio de Interés	84
Figura 103: Ejecución de la aplicación móvil en el dispositivo.....	85
Figura 104: Interfaz Pantalla de Inicio	85
Figura 105: Interfaz Registro de Usuarios	86
Figura 106: Método Recordar Sesión.	86
Figura 107: Botón Mapa	87
Figura 108: Botón de Geolocalización.....	87
Figura 109: Botón Trazar Ruta en Google Maps	88
Figura 110: Interfaz de Google Maps con la Ruta Trazada	88
Figura 111: Barra superior en la Pantalla Principal	88
Figura 112: Interfaz Realidad Aumentada y Geolocalización	89
Figura 113: Detalle del Lugar Turístico	89
Figura 114: Cuadro de alerta si se realiza el Registro de la Vista.....	90
Figura 115: Cuadro de alerta si no realiza el Registro de la Vista	90
Figura 116: Información de la Cuenta del Usuario	91
Figura 117: Interfaz Categorías Lugares Turísticos	91
Figura 118: Interfaz Categorías Lugares Turísticos	92
Figura 119: Interfaz Detalle del Lugar Turístico.....	92
Figura 120: Botón Registrar Visita	93
Figura 121: Mapa Sitios de Interés Cercanos al Lugar Turístico.....	93
Figura 122: Interfaz Categorías Sitios de Interés	94
Figura 123: Listado de los Sitios de Interés	94
Figura 124: Interfaz Detalle Sitio de Interés	95
Figura 125: Mapa Lugares Turísticos Cercanos al Sitio de Interés	95
Figura 126: Creación de hilos en JMeter	96
Figura 127: Añadir proxy	96
Figura 128: Configuración del puerto	97
Figura 129: Conexiones inalámbricas	97
Figura 130: Configuración del Wi-Fi.....	97
Figura 131: Modificar la red	98
Figura 132: Configuración Proxy.....	98
Figura 133: Guardar proxy	99
Figura 134: Controlador de grabación JMeter	99
Figura 135: Grabado de flujo de trabajo	100
Figura 136: Resultados JMeter.....	100
Figura 137: Configuración de peticiones	101
Figura 138: Resultados del árbol.....	101

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se tiene como objetivo el desarrollo de una aplicación para dispositivos Android con geolocalización basado en realidad aumentada para el sector turístico de la ciudad de Riobamba.

Para el desarrollo de la investigación se procedió con la creación de aplicaciones web y móvil, las cuales emplearon metodologías ágiles puesto que tienen como finalidad la entrega de aplicaciones totalmente funcionales en periodos cortos de tiempo. El aplicativo web posee la función de gestionar los datos que se utilizaran y se mostraran en la aplicación móvil. Para integrar la geolocalización y la realidad aumentada se utilizó la herramienta Wikitude la cual transforma las coordenadas geoespaciales en marcadores que se visualizaran a través de la cámara del dispositivo móvil.

Para realizar la evaluación del rendimiento del aplicativo móvil, se analizó las características de calidad de la norma ISO/IEC 25010 la cual se consideró adecuado para realizar la evaluación del aplicativo móvil, utilizando la característica eficiencia de desempeño la cual consta con sub características como: comportamiento temporal y utilización de recursos. Para realizar la simulación de las peticiones en tiempo real se utilizó la aplicación JMeter que es la encargada de arrojar los datos necesarios para realizar la evaluación al aplicativo móvil

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron mediante la aplicación de la norma ISO/IEC 25010, se puede evidenciar que el rendimiento de la aplicación es óptimo de acuerdo a la valoración realizada con respecto a la eficiencia de desempeño.

Palabras Clave: Geolocalización, Realidad Aumentada, WikiTude, ISO/IEC 25010, JMeter, Eficiencia de Desempeño.

ABSTRATC

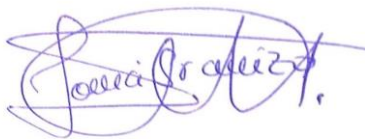
The objective of this research project is the development of an application for Android devices with geolocation based on augmented reality for the tourism sector from Riobamba city.

For the development of the research, it proceeded with the creation of web and mobile applications, which used agile methodologies since their purpose is to deliver fully functional applications in short periods of time. The web application has the function of managing the data that will be used and displayed in the mobile application. To integrate geolocation and augmented reality, the Wikitude tool was used, which transforms geospatial coordinates into markers that will be viewed through the mobile device's camera.

To perform the performance evaluation of the mobile application, the quality characteristics of the ISO / IEC 25010 standard were analyzed, which was considered adequate to carry out the evaluation of the mobile application, using the performance efficiency characteristic which consists of sub characteristics such as: temporal behavior and resource utilization. To perform the simulation of the requests in real time, the JMeter application was used, which is responsible for providing the necessary data to perform the evaluation to the mobile application

According to the results obtained by applying the ISO / IEC 25010 standard, it can be seen that the performance of the application is optimal according to the assessment made regarding performance efficiency.

Keywords: *Geolocation, Augmented Reality, WikiTude, ISO / IEC 25010, JMeter, Performance Efficiency.*



Reviewed by: Granizo, Sonia
Language Center Teacher

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen millones de personas que utilizan dispositivos móviles inteligentes, por lo cual se ha convertido en una herramienta indispensable para los usuarios, teniendo en cuenta que los mismos buscan diariamente aplicaciones que permiten efectuar diversas tareas ya sea en el ámbito profesional, social, educativo, de servicios, ocio etc. La integración de aplicaciones con nuevas tecnologías ha permitido una experiencia más adaptada y fluida al momento de visualizar el mundo real de forma virtual.

La realidad aumentada (RA) es una de las tecnologías más relevantes en la actualidad, puesto que combina elementos reales y virtuales facilitando así la visualización del entorno. (Martínez, Aguilar, & Trápaga, 2016). Las aplicaciones con Realidad Aumentada tienen su desarrollo aproximadamente en el año 2002, con la evolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones (Tics), que se implementaron en dispositivos móviles y se desarrollaron aplicaciones colaborativas (Posada Prieto, 2014). A partir de la realidad aumentada, se puede observar la historia de los monumentos y edificios históricos dando así origen a las ciudades inteligentes (*Smart cities*). Este hecho hace que la ciudad sea más atractiva, ya que disponen de información a mano de forma instantánea. Además, muchos rincones de la localidad adquieren vida, ya que se ofrece información de cada lugar, así como una representación histórica (Seystic, 2019). En la actualidad existen muchas aplicaciones que están basadas en realidad aumentada, una de las más destacadas es WAM (*World Around Me*) ganadora del premio *Google Play Awards* en el año 2016. Se trata de una app para viajeros, con la que se puede conocer fácilmente todo aquello que nos rodea. Simplemente se debe seleccionar lo que se quiera encontrar (restaurantes, lugares de ocio, etc.) y apuntar con la cámara del *smartphone* hacia una dirección, esté donde esté.

Existen diferentes formas de aplicar la realidad aumentada en dispositivos móviles, una de ellas es combinando con la geolocalización; dando así origen a una nueva forma de ver el mundo. Esta combinación de tecnologías creará la ubicación de diferentes puntos dentro de un mapa.

En la ciudad de Riobamba se puede evidenciar que existe un gran porcentaje de turistas que desconocen los lugares turísticos más importantes de la ciudad, la falta de difusión de información se ha limitado a la entrega de trípticos, en la cual existe información de forma general, provocando que los turistas no tomen interés de los lugares más atractivos con los que cuenta la ciudad.

Una experiencia de realidad aumentada aplicada al turismo es esencial para el éxito de un destino. Puesto que en nuestro país se está experimentando un crecimiento constante del sector turístico, pero al igual que otras ciudades del mundo, Riobamba tiene mucho que ofrecer a millones de visitantes cada año. Este crecimiento no solo es debido al gran interés cultural y a la gran oferta de ocio que existe, sino también a la velocidad en la que progresa la tecnología y, en particular, la realidad aumentada (Neonsentec, 2018).

La integración de la geolocalización con realidad aumentada en las aplicaciones móviles es posible a través del uso de plataformas y herramientas como: Vuforia, ARToolkit, Wikitude, LayAR etc. Dichas herramientas facilitan el desarrollo de aplicaciones puesto que permiten buscar objetos, escanear imágenes y tener información simplemente enfocando con la cámara del dispositivo móvil.

El objetivo del presente trabajo de investigación, es el desarrollo de una aplicación para dispositivos Android con geolocalización basado en realidad aumentada para el sector turístico de la ciudad de Riobamba. Contribuyendo al ámbito turístico y dejando atrás las antiguas técnicas tradicionales de promoción como el uso de guías turísticas que existen en la actualidad.

La aplicación móvil que se pretende desarrollar incorporara el uso de tecnologías de información geográfica (geolocalización), capaz de generar ubicaciones de los centros turísticos en tiempo real en los mapas y la incorporación de la tecnología de realidad aumentada para mejorar la experiencia del usuario dando a conocer la información necesaria de manera más intuitiva para al usuario final. Para la administración de la información de los lugares turísticos se tendrá una aplicación web mediante la cual se realizará la inserción de la información hacia la base de datos.

El documento está organizado de la siguiente manera:

El capítulo I, detalla el problema, la justificación, el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

El capítulo II, presenta una descripción general del marco teórico relacionado con la investigación.

El capítulo III, describe la metodología aplicada durante el desarrollo de la investigación.

El capítulo IV, da a conocer los resultados y la discusión de la investigación.

El capítulo V, establece las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1. Problema

La ciudad de Riobamba obtuvo un registro de turistas en el año 2018 de 89.647 entre turistas nacionales y extranjeros según el último boletín realizado por el GAD Municipal del Cantón Riobamba este número podría ser mayor teniendo en cuenta la ubicación que se encuentra la ciudad conectando el norte con el sur del país. Un 20 % de los turistas que visitan la ciudad de Riobamba son extranjeros, teniendo un dato claro que el 44% no son de origen latino siendo mayormente de origen francés, alemán y estadounidense, entre otros países, que realizan actividades de turismo religioso y actividades culturales durante su permanencia en la ciudad. Es preciso añadir que los turistas obtienen información de los lugares turísticos por medio del Internet y muy pocos mediante agencias de viajes (Anexo D). (Turismo, 2019)

Un gran porcentaje de turistas, desconocen la historia de los parques, nombres de monumentos, entre otros por la falta de un medio de comunicación. Los turistas al llegar a la urbe se cuestionan si el sitio a visitar cuenta al menos con las facilidades y comodidades para hacer una visita placentera, necesitan saber si los lugares emblemáticos a visitar cuentan con vías de acceso rápido, si existe la seguridad necesaria, servicios básicos y comunicación que brinde seguridad y confort necesario haciendo de su experiencia turística la mejor, teniendo en cuenta estos puntos necesarios se ha tomado una idea para poder realizar una aplicación móvil que satisfaga la necesidad de los turistas.

Actualmente la ciudad de Riobamba no cuenta con una aplicación basada en realidad aumentada integrada con geolocalización para el turismo, lo que limita la potencialización de la promoción de lugares turísticos a nivel local, nacional e internacional. La promoción actualmente está basada en el uso de trípticos impresos, redes sociales y sitios web. A través del desarrollo de un prototipo de aplicación móvil con geolocalización integrada con realidad aumentada, se expondrá los sitios turísticos de la ciudad de Riobamba, disponiendo así de una herramienta digital que permita mejorar las estrategias de difusión

y acceso a los sitios turísticos otorgando una experiencia diferente e innovadora para el turismo.

La aplicación utilizará la realidad aumentada para ayudar al turista a reconocer los diferentes lugares turísticos con los que cuenta la ciudad y conocer las principales características que poseen. La geolocalización dará al turista una referencia de donde se encuentran los distintos lugares turísticos, tomando en cuenta la posición en la que se encuentra en ese momento. Con esta aplicación el turista no requerirá de tener un guía de turismo para poder aprender sobre el lugar que desea visitar.

1.2. Justificación

Según Javier Martín, director de innovación abierta de *Singular*, argumenta que la digitalización debería ser una de las piezas fundamentales en las que se sustente el desarrollo de toda empresa turística, la misma que en la economía es una de las que está avanzando en sus procesos de transformación digital, ya que el sector ha visto como la evolución en las tecnologías de la información (TIC) es un elemento clave para mantener el liderazgo mundial. (Navarro, 2019)

Una alternativa que se está popularizando para el sector turístico en los últimos años son las ciudades inteligentes y la realidad aumentada, que está siendo implementadas en ciertas ciudades del mundo, esta tecnología está teniendo una acogida importante por parte de los turistas. Teniendo esto en cuenta se a echo una investigación en plataformas digitales como por ejemplo Google Play, en donde se ha podido comprobar que no existe una aplicación que contenga información de los principales lugares turísticos de la ciudad de Riobamba, teniendo en cuenta que los turistas suelen investigar los lugares a visitar mediante las plataformas digitales.

En la actualidad la información de los lugares turísticos de Riobamba es proporcionada a través de la página web de la Dirección de Gestión de Turismo del GADM Riobamba, esta información es estática y no esta adecuadamente difundida, lo cual produce dificultades para los turistas que quieren visitar la ciudad.

La presente investigación se basa en una aplicación móvil que integre la geolocalización y realidad aumentada para dispositivos Android en la cual se podrá divisar los principales lugares turísticos de la ciudad y los sitios de interés circundantes en tiempo real, mejorando así la experiencia del turista. Además del uso de una aplicación web se podrá obtener reportes del registro de visitas y las preferencias de los turistas nacionales e internacionales que visiten la ciudad, permitiendo realizar un análisis y posterior proyección y mejora de los sitios turísticos y sus servicios en base a esta data obtenida, con el objetivo de dinamizar la economía de la ciudad.

El GAD municipal de la ciudad de Riobamba cuenta con una data center donde presenta un backbone de fibra óptica, posee dos proveedores de internet que son TELCONET y CNT, los cuales llegan con fibra óptica la Data Center donde se encuentra el router central y desde ahí son distribuidos jerárquicamente. En la tabla 1, se observa las principales características de los servidores con los que cuenta el Data Center son los siguientes:

Marca	Hp Proliant
Modelo	ML350 G6 Series SAS/SATA-SFF
Procesador	Intel Xeon Quad-Core
Velocidad	2.26 Ghz
RAM	Estándar 6 GB DDR3 TIPO RDIMM
Numero de discos	6 discos
Capacidad	3 discos de 300 Gb 3 discos 146 Gb
Sistema operativo	Centos 6 Version de kernel 2.6.32 -64 bits 211. el6.x86-64

Tabla 1: Descripción del servidor principal del GAD Riobamba

Elaborado por: Los Autores

Después de haber analizado las características de Data Center principal del GAD Riobamba, se establece que posee las características técnicas y funcionales adecuadas para posteriormente poner en producción la aplicación web donde se registrará toda la información de los lugares turísticos y sitios de interés, que se administrará por parte del GAD Riobamba en caso de poner en producción el prototipo desarrollado en esta investigación.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil para dispositivos Android con geolocalización basado en realidad aumentada para el sector turístico de la ciudad de Riobamba.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la integración de la realidad aumentada con la geolocalización en aplicaciones móviles.
- Desarrollar un prototipo de una aplicación web que permita gestionar los lugares turísticos de la ciudad de Riobamba.
- Desarrollar un prototipo de aplicativo móvil para el sector turístico de la ciudad de Riobamba la cual estará basada en realidad aumentada con geolocalización.
- Evaluar el rendimiento del aplicativo móvil.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. REALIDAD AUMENTADA.

Es una tecnología que permite la combinación de información digital e información física en tiempo real a través de diferentes dispositivos tecnológicos; es decir, consiste en utilizar un conjunto de dispositivos tecnológicos que añaden información virtual a la información física. Esta tecnología muestra una serie de características distintivas: ofreciendo una realidad mixta que facilita la investigación coherente en tiempo real de objetos virtuales, es interactiva, combina información virtual de diferente tipología (texto, URL, video, audio y objetos en 3D) y persigue alterar la realidad física. (Cabero Almenara & Jiménez García, 2016)

La realidad aumentada se clasifica de la siguiente forma:

- Sistemas de realidad aumentada basada en reconocimiento de imágenes y seguimiento de objetos.
- Sistemas de realidad aumentada basada en posicionamiento o geolocalización.

2.1.1. Aplicación de la realidad aumentada

- Medicina
- Turismo
- Educación
- Publicidad
- Arquitectura
- Juegos

2.2. GEOLOCALIZACIÓN.

Es la capacidad de obtener la ubicación geográfica en tiempo real, por medio del dispositivo móvil, ordenador, radar o GPS, por cualquiera de los medios que estén

conectados a internet para lograrlo. Para determinar la ubicación, existen varias maneras de hacerlo, entre ellas están la identificación del Reuter al que se está conectado, la red del proveedor, el teléfono móvil o directamente por el receptor interno de GPS del dispositivo. La geolocalización funciona a través de los satélites que orbitan alrededor de la Tierra, los cuales tienen la capacidad de localizar con un margen pequeño de error el lugar donde está el dispositivo. (Rodríguez, 2015)

2.3. TURISMO DIGITAL

Mediante esta evolución existe empresas que aplicaron la tecnología para innovar y brindar nuevos servicios, productos y modelos de negocio a sus clientes; otras empresas se reinventaron teniendo un mejor procesos y calidad en sus productos. Sin duda el cambio es la preocupación de algunas empresas, al no ser capaz de tomar medidas para no quedarse atrasados en la tecnología. En el mundo turístico la competencia se basa en la presencia, diferenciación y reputación online, es la estrategia de algunas empresas turísticas digitales. Una diferencia notoria en el sector turístico es que los viajeros digitales continuamente buscan información y realizan contrato de servicios durante el camino a su destino turísticos, gracias a que suelen llevar consigo uno o varios dispositivos móviles, principalmente en el caso de la colectividad turista más jóvenes. (Vizan, 2016).

El turismo digital está continuamente aprovechando la mayor disponibilidad de dispositivos inteligentes, los cuales ofrecen al turista geolocalización y realidad aumentada. Los dispositivos wearables (gafas, relojes o pulseras) y los beacons, prometen grandes aplicaciones en el mundo del turismo digital, como medio de pago, billete electrónico, elemento generador de información, etc. El big data y las analíticas de datos, por su parte, permiten capturar los datos generados por el ecosistema turístico y convertirlos en información útil para personalizar de forma completa los servicios en función del perfil del usuario. (Orange, 2016)

2.4. GOOGLE MAPS

Es un servidor de mapas que ofrece al usuario imágenes de satélite, mapa de calles, vista panorámica (Street View), mediante el cual se puede encontrar la ubicación exacta de

ciudades, negocios, hoteles o atracciones. Esta aplicación aprovecha la conexión GPS de los Smartphone y Tablet y la combina con el seguimiento de los mapas, también ofrece la capacidad de realizar acercamientos y alejamientos para mostrar el mapa. Dando a los usuarios una herramienta de lo más eficaz. Con la utilización de este software, no es necesario realizar la compra de mapas ni tampoco preguntar por direcciones, facilitando la búsqueda directamente en tu teléfono móvil otra de las ventajas de google mas es la creación de rutas más corta para poder llegar en el menor tiempo posible a la ubicación que se desea llegar. (I, 2019)

2.5. APLICACIÓN WEB.

Es un conjunto de herramientas orientadas al usuario con el fin de que este pueda acceder a un servidor mediante el uso de un navegador que se conecta a Internet o bien a una intranet. Las aplicaciones web son muy exitosas debido a su independencia del sistema operativo que tenga instalado el usuario. (Cardador Cabello, 2014)

2.6. APLICACIÓN MÓVIL.

Son programas diseñados para ser ejecuta en dispositivos teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. Las plataformas que se encargan de su distribución, son de los sistemas operativos móviles como *Android*, *iOS*, *BlackBerry OS* y *Windows Phone*, entre otros. Existen distintos tipos de aplicaciones ya sea para ocio, entreteniendo, comunicación, información, entre otros, las cuales pueden ser de paga o gratuita. (Santiago, Trbaldo, Kamijo, & Fernández, 2015)

Existen tres tipos de aplicaciones móviles:

- **Aplicaciones Nativas.** Las aplicaciones móviles nativas son las que se desarrollan específicamente para cada sistema operativo, *iOS*, *Android* o *Windows Phone*, adaptando a cada uno el lenguaje con el que se desarrolla: lenguaje *Objective-C* para *iOS*, Java para *Android*, y *.Net* para *Windows Phone*. (SOLBYTE, 2014)

- **Aplicaciones Móviles Web.** Las aplicaciones móviles web se desarrollan con lenguaje *JavaScript*, CSS o HTML. A diferencia de las aplicaciones nativas, la aplicación web es compatible, se adapta, a cualquier sistema operativo, por lo que no tiene que desarrollarse una app para cada uno como sucede con el caso anterior. Asimismo, se adapta al navegador móvil utilizado por el dispositivo. (SOLBYTE, 2014)
- **Aplicación Híbrida:** Se llaman híbridas porque combinan aspectos de las aplicaciones nativas y de las aplicaciones web según más convenga. Por un lado, se desarrollan bajo lenguaje JAVA, Javascript, CSS o HTML, al igual que las apps web, lo cual permite la adaptación a cualquier sistema operativo; y por otro lado, como sucede con las apps nativas, permiten el acceso a las funcionalidades del dispositivo. (SOLBYTE, 2014)

2.7. MICROSOFT SQL SERVER.

Es un sistema de administración y análisis de bases de datos relacionales de Microsoft para soluciones de comercio electrónico, línea de negocio y almacenamiento de datos. Proporciona nuevas soluciones de copia de seguridad y recuperación ante desastres, así como de arquitectura híbrida con Windows Azure, lo que permite a los clientes utilizar sus actuales conocimientos con características locales que aprovechan los centros de datos globales de Microsoft. (Microsoft, 2019)

2.8. SERVICIOS WEB.

Es una vía de intercomunicación e interoperabilidad entre máquinas conectadas en Red. Generalmente, la interacción se basa en el envío de solicitudes y respuestas entre un cliente y un servidor, que incluyen datos. El cliente solicita información, enviando a veces datos al servidor para que pueda procesar su solicitud. El servidor genera una respuesta que envía de vuelta al cliente, adjuntando otra serie de datos que forman parte de esa respuesta. Por tanto, podemos entender un servicio web como un tráfico de mensajes entre dos máquinas. (Baquero Garcia & Blanch, 2019)

2.9. SDK.

Es una serie de herramientas de software, pero una definición comúnmente acordada es: "Un conjunto de herramientas que se pueden utilizar para crear y desarrollar aplicaciones". En general, un SDK se refiere a módulo de software de la suite que incluye todo lo que necesita para un módulo específico dentro de una aplicación. A menudo se comparan con una biblioteca de códigos, que es una colección de recursos no volátiles, utilizados por programas informáticos, a menudo para el desarrollo de software. A menudo "envuelve" (implementa total o parcialmente) una API y utiliza los protocolos de comunicación de las API de la manera adecuada y prevista. Incluye ejemplos, documentación y la metodología necesaria para realizar funciones específicas. (Donais, 2018)

2.10. WIKI TUDE

Se lanzó por primera vez en 2008 para iPhone y dispositivos Symbian. Actualmente se ejecuta en iPhone, Android y Blackberry. Wikitude tiene un contenido relativamente simple pero rico en comparación con los navegadores AR. Por ejemplo, cualquiera puede desarrollar contenido de Wikitude (los contenidos de Wikitude se denominan mundos) utilizando la interfaz de Google Maps sin escribir un código complicado. Sin embargo, esa no es la única forma de desarrollar el mundo de Wikitude. Trabaja como herramientas de reconocimiento de imagen, texto y geolocalización, con las cuales se define la posición e interpreta la información deseamos en ese momento, creando así esta realidad aumentada con la que fácilmente interactúa el usuario y facilita la información de manera clara y divertida. (Sánchez, 2018)

2.11. NORMA ISO/IEC 25010

El uso de las normas ISO ha generado un gran impacto en el mundo como herramienta para garantizar la calidad de un software, llegando a ser una parte importante hoy en día, debido a esto; existen varias normas que facilitan y permiten la evaluación del software garantizando la eficacia y la calidad. La norma ISO / IEC 25010 establece el sistema para la evaluación de calidad del producto, en este sistema se establece las características de calidad que se tienen en cuenta a la hora de evaluar las propiedades de un componente

software determinado. El modelo de calidad de la norma a ISO / IEC 25010 establece ocho características de calidad, las cuales poseen métricas para la evaluación del producto final como se puede apreciar en la figura 1.



Figura 1: Modelo de calidad del producto software definido por ISO/IEC 25010

Fuente: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>

2.11.1. Eficiencia de Desempeño

Esta característica determina que tan eficiente es un producto bajo condiciones establecidas en tiempos determinados. Posee tres sub características que se deben tener en cuenta para determinar un desempeño apropiado. (ISO, 2019)

Estas sub características asociadas con la eficiencia, son las siguientes:

- Comportamiento en el tiempo
- Consumo de Recursos
- Capacidad

2.12. JMeter

Es una herramienta de carga open source completa, implementada en Java que permite realizar test de comportamiento funcional y medir el rendimiento. También se puede utilizar para realizar pruebas de estrés, posee la capacidad de realizar desde una solicitud sencilla hasta secuencias de requisiciones que permiten diagnosticar el comportamiento de una aplicación en condiciones de producción. (Foundation, 2018)

2.13. INVESTIGACIONES PREVIAS

2.13.1. “AcaEstá”

- ✓ Es una aplicación diseñada para los mercados de Android y Windows Phone la aplicación hará uso de la realidad aumentada para que la interacción con los usuarios y los lugares turísticos sea aún mayor y puedan localizarlos rápidamente, sin necesidad de preguntar a nadie. La realidad aumentada ofrece interesantes oportunidades las cuales serán aprovechadas en la elaboración de esta aplicación.
- ✓ Se utilizó la plataforma Unity 3D con el plugin de Vuforia para el uso de realidad aumentada, además de mapas gratuitos que ofrece Google para que esta aplicación sea gratuita para todo aquel que quiera descargarla. Se realizaron las pruebas in situ, para verificar la correcta ubicación de los lugares. (CABRERA, RAMIREZ, & María Janet, 2015)

2.13.2. Turismo Municipio Latacunga

- ✓ La aplicación está diseñada para el sistema operativo Android, la aplicación hará uso de la realidad aumentada para interactuar con los turistas para potenciar la experiencia turística de tipo arquitectónico en la ciudad de Latacunga.
- ✓ La aplicación fue diseñada bajo la plataforma WikiTude para el uso de la realidad aumentada.

2.13.3. ArUbi

- ✓ Se ha desarrollado para la plataforma Android para facilitar a los usuarios su ubicación en el campus universitario ofreciendo información básica de los bloques y dependencias con realidad aumentada, además de mostrar la ruta hacia una dependencia determinando el tiempo y distancia aproximada.
- ✓ La aplicación está diseñada con el SDK WikiTude para el funcionamiento de la realidad aumentada y el servicio Google Maps, utilizado para visualizar el mapa dentro de la aplicación móvil. (Gualotuña, Miranda, & Ordoñez, 2014)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

En la siguiente investigación se estableció el desarrollo de una aplicación móvil para dispositivos Android con Geolocalización, basado en realidad aumentada para el sector turístico de la ciudad de Riobamba, utilizando la metodología MOBILE-D. La investigación posee un enfoque cuantitativo como método de evaluación de la eficiencia de desempeño de la aplicación móvil, en base a las métricas de comportamiento temporal y utilización de recursos como lo establece la norma ISO/IEC 25010. Para la recolección de datos se utilizó la herramienta *JMeter* la cual permite simular concurrencia de datos.

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1. TIPO DE ESTUDIO.

SEGÚN LA FUENTE DE INVESTIGACION

INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

En esta investigación se utilizó diferentes revisiones documentales de distintas fuentes académicas y científicas para permitir obtener información referente a las temáticas siguientes:

- La posición de los objetos en la pantalla móvil utilizando la ubicación del usuario por GPS o Wifi.
- La compatibilidad de una herramienta que permita generar realidad virtual en Android Studio para dispositivos móviles.
- Tipos de SDK de Realidad Aumentada.
- El uso de los recursos que genera el SDK WikiTude en la aplicación móvil.
- Arquitectura de la herramienta WikiTude para el desarrollo de la aplicación en Android Studio.
- La utilización de servicios web tipo GET y POST para consumir información desde un origen remoto.

- El uso de la API de Google Maps para desarrollar aplicaciones WEB en ASP.NET Web Forms.
- Protocolos de correo electrónico: SMTP, POP3 e IMAP para recuperación de contraseñas.
- Tipos de normas para la evaluación de calidad del software.
- Norma ISO/IEC 25010

El estudio y análisis de estas temáticas permitieron establecer los métodos de integración de la realidad aumentada con la geolocalización en aplicaciones móviles y el desarrollo de una aplicación web que permita gestionar los lugares turísticos. A través de la norma ISO/IEC 25010 se estableció los parámetros para la evaluación de calidad del rendimiento de la aplicación móvil.

SEGÚN EL OBJETO DE ESTUDIO

INVESTIGACION APLICADA.

Este tipo de investigación permitió implementar un prototipo de aplicativo web y móvil, así como la integración de la realidad aumentada con la geolocalización en aplicaciones móviles; transformando así los conocimientos científicos en una aplicación de gestión de turismo a ser utilizada por los usuarios que visiten la ciudad de Riobamba.

Esta investigación fue cuasi-experimental, de acuerdo al análisis establecido no se define población y muestra, sin embargo, se manipula variables que permitieron la evaluación el rendimiento del aplicativo móvil, utilizando la norma ISO/IEC 25010. A través de la cual se va a evaluar comportamiento temporal y utilización de recursos utilizando la herramienta de carga como lo es *JMeter*.

SEGÚN EL MÉTODO A UTILIZAR

METODO INDUCTIVO

Se utilizó este método para llegar a obtener como resultado la integración de la realidad aumentada con la geolocalización.

1. A través de WikiTude se realizó la integración de realidad aumentada y geolocalización puesto que esta herramienta además de utilizar el reconocimiento y seguimiento de imágenes, incorpora el uso de coordenadas geoespaciales para crear realidad aumentada.
2. Una vez integradas la realidad aumentada con la geolocalización se desarrolla una aplicación web que permite gestionar toda la información que contendrá la aplicación móvil, puesto que almacena la información en la base de datos geoespacial. Las coordenadas geoespaciales son proporcionadas por la aplicación web mediante el uso de Google Maps y guardadas en la base de datos, que posteriormente serán consumidas través del uso de servicios web para interactuar con la aplicación móvil.
3. Se desarrolla la aplicación móvil en Android Studio conjuntamente con el SDK de WikiTude generando la realidad aumentada a través del uso de la latitud y longitud de un lugar en específico. Mediante el uso de la información proporcionada por la base de datos geoespacial, la aplicación utilizará servicios web como método de comunicación; permitiendo obtener la información necesaria para su posterior despliegue en la pantalla de la aplicación móvil, por medio de la cámara y el posicionamiento en tiempo real del dispositivo
4. Mediante el uso de la norma ISO/IEC 25010 se realiza la evaluación del dispositivo móvil implementado, referente a su rendimiento para lo cual se ejecutan pruebas en dispositivos móviles de características distintas (alta, media y baja gama) utilizando herramientas de concurrencia para medir la eficiencia de desempeño, en términos de comportamiento temporal y utilización de recursos.
5. Finalmente, luego del análisis de resultados se establece una conclusión respecto al desempeño de la aplicación móvil.

3.2. UNIDAD DE ANÁLISIS

Se realizó las pruebas de rendimiento del prototipo implementado a través de esta investigación, en distintos dispositivos móviles de gama alta, media y baja, en los cuales se estableció 100 peticiones para cada dispositivo móvil, para determinar si cumplen con las métricas de la norma ISO/IEC 25010 en base a la característica de eficiencia de desempeño y sus sub características comportamiento temporal y utilización de recursos.

3.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

No aplica, sin embargo; se plantea como objetivo final de esta investigación, la evaluación de la aplicación móvil; para lo cual se manipula variables que permiten evaluar indicadores de rendimiento a través de la norma ISO/IEC 25010 a través de la característica de eficiencia de desempeño. Con esta premisa se simulará utilizando software de esfuerzo conexiones concurrentes a través de JMeter. Considerando que se sabe el número de visitantes que llegaron a la ciudad de Riobamba en el año 2018 de acuerdo al último análisis realizado por la Dirección de Gestión de Turismo del GAD Riobamba se establece una cantidad de 89.647 visitantes (Anexo I). Para la simulación se establece obtiene una muestra utilizando la fórmula 2 de cálculo tamaño de la muestra, este tamaño será el número de peticiones concurrentes en un segundo realizadas hacia la aplicación móvil

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

Figura 2: Formula Tamaño de la muestra
Elaborado por: Los Autores

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población. (89.647)

σ= Probabilidad de éxito. (0.5)

Z = Nivel de confianza 95% (Igual a 1.96 según la tabla de la distribución Normal)

e = Error de muestra 10% => 0.10

Calculamos la muestra:

Reemplazando valores de la fórmula se tiene:

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{e^2 (N - 1) + \sigma^2 Z^2}$$
$$n = \frac{89647 \cdot 0,5^2 \cdot 1,96^2}{0,05^2 (89647 - 1) + 0,5^2 \cdot 1,96^2}$$
$$n = \frac{86096,8788}{897,4209} = 95,93$$

Desacuerdo al resultado obtenido el número de peticiones que se realizó en la aplicación móvil fue de 100 peticiones concurrentes utilizando la herramienta JMeter.

3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En este apartado se utilizó como técnica de recolección de datos la observación mediante el uso de la herramienta *JMeter* que tiene como realizar simulaciones en la aplicación al momento de ejecutarse, a través de pruebas de carga, mediante lo cual se obtuvieron datos; los cuales posteriormente se analizaron de acuerdo a los objetivos establecidos. Utilizando el prototipo de la aplicación móvil se realizó la evaluación en base a las métricas de eficiencia del desempeño de la norma ISO/IEC 25010.

3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.5.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- Android Studio Version 3.5.1
- Visual Studio 2017.
- Visual Studio Code Version 1.39.2.
- Microsoft SQL Server 2018.
- Google Maps.
- XAMPP Version 3.2.2.
- SDK
- Wikitude Version 9.3.
- Apache JMeter Version 5.3.
- ISO/IEC 25010: Modelo de Calidad de Software.

3.5.2. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB DEL ADMINISTRADOR APLICANDO LA METODOLOGÍA SCRUM.

Fases de la metodología Scrum

- **Fase 1. Planificación del sistema:** Se empezó con la recopilación de la información de los lugares turísticos de la ciudad de Riobamba, la cual se almacenará en una base de datos geoespacial, que mediante el uso de una aplicación web gestionará dicha información para integrarla con la aplicación móvil. Para cumplir con el propósito de la aplicación web, se hizo uso de técnicas de investigación y análisis de requerimientos para definir su estructura funcional y su arquitectura. (Anexo II)
- **Fase 2. Diseño** En esta fase se estableció las siguientes características de diseño de la aplicación, para su posterior implementación:
 - ✓ La creación de una base de datos geoespacial.
 - ✓ El diseño de la aplicación
 - ✓ Los distintos módulos
 - ✓ Funcionabilidad del sistema

Referente a estos aspectos se diseñaron modelos y prototipos que se utilizaron como base fundamental para el desarrollo de la aplicación web. (Anexo III)

- **Fase 3. Implementación:** Para desarrollar la aplicación web que permite la administración de la información de “GEOTurismo RIO” se utilizó el gestor de base de datos SQL server y el lenguaje de programación en ASP.net Web Forms. (Anexo IV)

Los módulos principales de “GEOTurismo RIO” son:

Administrador GAD Riobamba

- ✓ Tipo lugar
- ✓ Tipo sitio
- ✓ Lugar turístico
- ✓ Sitio interés
- ✓ Reportes
 - Lugar Turístico reportes diario.
 - Elegir tipo Lugar Turístico reporte diario.
 - Elegir Tipo Lugar reporte entre fechas.
 - Lugar Turístico reporte entre fechas.
 - Buscar usuario Lugar Turístico reporte entre fechas.
 - Sitio interés reporte diario.
 - Sitio Interés reporte entre fechas.
 - Buscar usuario Sitio Interés reporte entre fechas.

Administrador Sitios Interés

- ✓ Cambiar contraseña
- ✓ Sitio interés
- ✓ Reportes
 - Promociones registradas por usuario entre fechas.
 - Promociones registradas por usuario.
 - Visitas por Lugar turístico entre fechas.
- **Fase 4. Pruebas:** En esta fase comprobamos la funcionalidad de la aplicación web con los módulos establecidos y de identificarse errores, lo corregimos de acuerdo a la metodología Scrum. (Anexo V)

3.5.3. METODOLOGÍA SCRUM DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL APLICANDO LA METODOLOGÍA MOBILE-D.

- **Fase 1. Exploración:** Para la fase de exploración se estableció el alcance al que debe llegar el proyecto como lo es el desarrollo de una aplicación móvil que integre realidad aumentada y geolocalización, utilizando el sistema de gestión previamente diseñado proporcionara la data que utilizara, se definió el equipo de trabajo y además se especificó los requisitos que se utilizaron en el desarrollo del aplicativo. (Anexo VI)
- **Fase 2. Inicialización:** En la fase de inicialización se procedió con la preparación del entorno de la aplicación móvil, se procedió con la instalación de las herramientas que se utilizaron tales como: Android Studio, Visual Studio Code, XAMPP. Además, se hizo la elección del SDK de Wikitude para generar la Realidad Aumentada. También se realizó la creación de prototipos que se utilizaron como base para la creación de la aplicación móvil. (Anexo VII)
- **Fase 3. Producción:** Se da inicio al desarrollo de la aplicación móvil de acuerdo a los requisitos preestablecidos. Se implementa la base de datos en Microsoft SQL SERVER la cual almacenará y proporcionará la información que utiliza la aplicación móvil. El diseño de la aplicación se realizó en Android Studio que conjuntamente con el SDK de Wikitude incorpora la realidad aumentada en el proyecto, además se utiliza librerías de diseño para mejorar la interfaz y su usabilidad. Se crearon servicios web (Web Service) los cuales permitieron la interacción de la aplicación móvil con la base de datos. (Anexo VIII)

- **Fase 4. Estabilización:** En esta etapa se integran las funcionalidades implementadas de la realidad aumentada con geolocalización, se comprueba la conexión del servidor XAMPP con la aplicación móvil y de presentarse algún error se realizan las correcciones.
- **Fase 5. Pruebas del sistema:** Se verifica la funcionabilidad de la aplicación al ejecutarla dentro de un dispositivo móvil de acuerdo a la norma ISO/IEC 25010. (Anexo IX)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En nuestra investigación se plantea como primer objetivo analizar la integración de la realidad aumentada con la geolocalización en aplicaciones móviles, para lo cual a través de la investigación documental respectiva se obtiene como resultado el siguiente cuadro comparativo.

Herramientas de realidad aumentada	Ventajas	Desventajas
ARCore	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede utilizar en distintos lenguajes de programación como: Java, C#, Unity, IOS, etc. • Es compatible tanto en Android como es iOS. • Permite utilizar anclajes 2D para ejecutar una experiencia de realidad aumentada. 	<ul style="list-style-type: none"> • La fragmentación del ecosistema Android puesto que no todos los teléfonos son compatibles con esta tecnología debido a sus características. • La escasa documentación para la implementación de la herramienta.
	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita la tarea de modificar un componente para corregir errores 	<ul style="list-style-type: none"> • Al inicio del desarrollo se consume mucho tiempo creando los componentes “core” de los sistemas.

Layer	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita que un componente se pueda adaptar al cambio. • Disponible para plataformas de Android e iOS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa Información.
Vuforia	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad para plataformas Android y iOS. • Bibliotecas para poder reconocer y realizar el seguimiento de imágenes en 2D. • Fusibilidad de reconocimiento en la nube. • Óptimo rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • No posee incorporación con geolocalización. • El acceso a la nube no es totalmente gratuito. • No se puede montar en un servidor propio. • Documentación mal estructurada.
Hoppala	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una interfaz web gráfica. • Disponible para plataformas de Android e iOS. • Inventario personalizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Todavía requiere la creación de código de programación. • Escasa Información.
WikiTude	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo muy sencillo. • Disponible para dispositivos iPhone, Blackberry, Android y Windows Phone. • Explora e identifica los lugares y objetos cercanos. • Incorpora la realidad aumentada con la geolocalización. • Compatibilidad con dispositivos de bajas características. • Documentación bien estructurada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pago de licencia. • Versiones actuales inestables.

Tabla 2. Ventajas y desventajas herramientas realidad aumentada

Elaborado por: Los Autores

Por medio de un análisis de las distintas herramientas de realidad aumentada se evidencia que el uso de la herramienta Wikitude, es la más óptima para la creación de realidad aumentada integrada con geolocalización para aplicaciones móviles. Además, nos ofrece la compatibilidad con varias clases de dispositivos móviles ya sean de gama alta, media o baja, sin importar sus características.

Como segundo objetivo de esta investigación se plantea desarrollar un prototipo de una aplicación web que permita gestionar los lugares turísticos de la ciudad de Riobamba, para lo cual se eligió como herramienta de desarrollo Visual Studio ASP.net Web Forms la cual consta de un Login para el ingreso a los módulos principales tanto para el administrador de GAD Riobamba y Sitio Interés, el administrador GAD Riobamba será el encargado de ingresar la información de los diferentes módulos con los que consta la aplicación web y generar reportes estadísticos. Los administradores de sitios interés serán los encargados de registrar las promociones de sus negocios, pudiendo también poder generar reportes estadísticos. Toda esta información ingresada se almacenará en la base de datos SQL Server que posteriormente ser consumida por la aplicación móvil mediante el uso de servicios web.

En la figura 3, se puede observar la pantalla principal de la página web, la misma que permite la autenticación de los tipos de administradores: Administrador de GAD Riobamba y Administradores de Sitios de Interés.

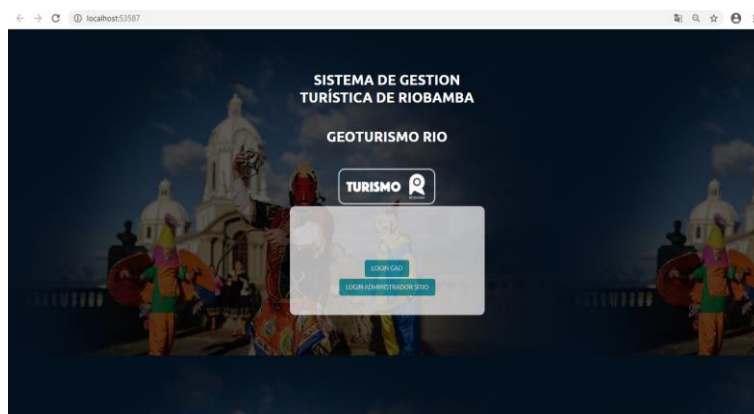


Figura 3: Pantalla Principal de la Pagina Web
Elaborado por: Los Autores

En la figura 4, se observa los módulos principales del administrador GAD Riobamba quien será el encargado de ingresar la información de los principales atractivos turísticos de la ciudad.



Figura 4: Pantalla modulo Principal AMD GAD Riobamba
Elaborado por: Los Autores

En la figura 5, se aprecia los módulos principales del administrador de Sitios de Interés, el cual será el encargado de realizar el registro de las promociones de sus negocios (Sitios de Interés).



Figura 5: Pantalla Principal AMD Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

Como tercer objetivo de esta investigación se plantea desarrollar un prototipo de aplicativo móvil para el sector turístico de la ciudad de Riobamba la cual está basada en realidad aumentada con geolocalización. Se elige como herramienta de desarrollo Android Studio y el SDK WikiTude, se utiliza además el lenguaje de programación de Java y se implementa los módulos siguientes: registro de usuarios, inicios de sesión, marcadores en el mapa, geolocalización en tiempo real, geolocalización con realidad aumenta, registro de visitas; además de distintas funcionalidades como: visualización de sitios de interés en un diámetro de 100 metros a la redonda con respecto al lugar turístico, disponibilidad del sitio de interés de acuerdo a su horario de atención, y promociones en

sitios de interés. A continuación, se muestra en la figura las Pantallas principales de la Aplicación Móvil

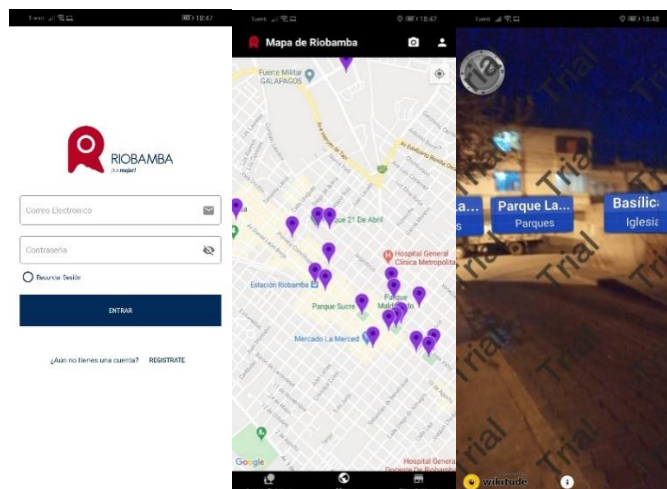


Figura 6: Pantallas principales de la Aplicación Móvil
Elaborado por: Los Autores

Como objetivo final de la investigación, se realizó la evaluación del rendimiento del aplicativo móvil para dispositivos Android con geolocalización basado en realidad aumentada para el sector turístico de la ciudad de Riobamba.

Para realizar la evaluación del rendimiento de la aplicación móvil se utilizó la norma ISO/IEC 25010 la cual establece un modelo de calidad del producto de software, dentro de esta investigación se evaluó específicamente la característica de eficiencia de desempeño, haciendo uso de las sub características: Comportamiento temporal, Utilización de recursos. Como se muestra en la tabla 4.

Sub Característica	Definición	Indicadores de rendimiento
Comportamiento temporal	Son los tiempos de respuesta y procesamiento que tiene una aplicación en ejecución dependiendo de sus condiciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de respuesta • Tiempo de espera • Rendimiento
Utilización de recursos	Se refiere al uso de recursos durante la ejecución de una tarea	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de CPU • Uso de Memoria RAM

	en condiciones pre establecidas.	
--	----------------------------------	--

Tabla 3: Parámetros de evaluación
Elaborado por: Los Autores

Para la obtención de los indicadores de rendimiento, se utiliza el software JMeter simulando el acceso a la aplicación móvil de 100 usuarios de manera concurrente. Se utiliza además las siguientes ecuaciones referidas en el estándar ISO/IEC 25010.

- **Sub característica: Comportamiento temporal**

Indicador 1, Métrica: Tiempo de respuesta

Entradas:

A=Tiempo de envío de petición.

B=Tiempo en recibir la primera respuesta.

Ecuación:

$X = B - A$

Figura 7: Formula Tiempo de Respuesta
Elaborado por: Los Autores

Indicador 2, Métrica: Tiempo de espera

Entradas:

A=Tiempo cuando se inicia un trabajo.

B=Tiempo en completar un trabajo.

Ecuación:

$X = B - A$

Figura 8: Formula Tiempo de Espera
Elaborado por: Los Autores

Indicador 3, Métrica: Rendimiento

Entradas:

A=Numero de tareas completadas.

T=Intervalo de tiempo donde: $T > 0$.

Ecuación:

$X = A/T$

Figura 9: Formula Rendimiento
Elaborado por: Los Autores

- **Sub característica: Utilización de recursos**

<p>Indicador 1, Métrica: Uso de CPU</p> <p>Entradas:</p> <p>A=Cantidad de CPU que es usado para realizar una tarea.</p> <p>Ecuación:</p> <p>$X = A$</p>

Figura 10: Formula Uso de CPU
Elaborado por: Los Autores

<p>Indicador 2, Métrica: Uso de Memoria RAM</p> <p>Entradas:</p> <p>A=Cantidad de memoria que es usada para realizar una tarea.</p> <p>Ecuación:</p> <p>$X = A$</p>

Figura 11: Formula Uso de Memoria RAM
Elaborado por: Los Autores

Asignación de porcentajes de ponderación de las métricas

Sub característica	Importancia	Métrica	Porcentaje %	Total
Comportamiento temporal	Alta	• Tiempo de espera	20%	60%
		• Tiempo de respuesta	20%	
		• Rendimiento	20%	
Utilización de recursos	Media	• Uso de CPU	20%	40%
		• Uso de Memoria RAM	20%	

Tabla 4: Asignación de porcentajes
Elaborado por: Los Autores

El porcentaje de ponderación en la sub característica comportamiento temporal justifica la asignación del 60% puesto que en la investigación los investigadores establecen la metodología y herramientas de desarrollo, establecen una arquitectura funcional que permite integrar la aplicación móvil con la aplicación web y la funcionalidad de la

realidad aumentada integrada a la geolocalización de la información para la gestión de Lugares Turísticos y Sitios de Interés. La sub característica utilización de recursos es también importante para la evaluación de la aplicación móvil, sin embargo, las métricas de la misma no son manipuladas por los investigadores para efectos de una modificación en los resultados.

Dispositivos utilizados para la medición de métricas

	Gama Alta	Gama Media	Gama Baja
Dispositivo móvil	Xiaomi Mi 9T	Huawei Y9 2019	Huawei Y5 2019
RAM	6 GB	4 GB	2 GB
Almacenamiento	128 GB	64 GB	16 GB
Versión del S.O	Android 10	Android 9	Android 8
Procesador	2.2GHz Snapdragon 730	Kirin 710. 4 x Cortex A73 a 2.2 GHz	Mediatek MT6761

Tabla 5: Características de los dispositivos
Elaborado por: Los Autores

4.1. Resultados

Para las pruebas se utilizó el software Apache JMeter con un total de 100 peticiones realizadas en 1 segundo, simulando la concurrencia de usuarios a través de la aplicación móvil. La simulación se ejecutó en 3 dispositivos de diferentes características, haciendo énfasis en los indicadores a evaluar.

Una vez obtenidos los resultados se realizó un promedio general de cada métrica, la cual será utilizada para la evaluación mediante la matriz de calidad como lo establece la norma ISO/IEC 25010.

En la tabla número 7, se especifican los resultados del dispositivo de gama alta mediante las formulas expresadas en las métricas a través del campo “Tiempo de respuesta” (figura 7), “Tiempo de espera” (figura 8)” Uso de la CPU” (figura 10),” Uso de memoria RAM” (figura 11). Revisar uso de la herramienta JMeter en el Anexo X.

4.1.1. Análisis de las métricas del dispositivo móvil de Gama Alta

Nº	Dispositivo	Tiempo de Respuesta(s)	Tiempo de espera(s)	Uso de CPU%	Uso de Memoria RAM(mb)
1	Gama Alta	0,013	0,006	28	129

2	Gama Alta	0,011	0,002	29	130
3	Gama Alta	0,007	0,003	22	104
4	Gama Alta	0,007	0,002	26	119
5	Gama Alta	0,009	0,002	28	125
6	Gama Alta	0,007	0,003	27	124
7	Gama Alta	0,007	0,002	29	129
8	Gama Alta	0,007	0,003	26	119
9	Gama Alta	0,007	0,003	21	103
10	Gama Alta	0,008	0,002	21	101
11	Gama Alta	0,007	0,003	28	128
12	Gama Alta	0,006	0,002	29	130
13	Gama Alta	0,008	0,003	20	99
14	Gama Alta	0,007	0,003	24	112
15	Gama Alta	0,009	0,003	23	110
16	Gama Alta	0,01	0,002	21	103
17	Gama Alta	0,007	0,002	22	107
18	Gama Alta	0,009	0,003	24	113
19	Gama Alta	0,007	0,003	20	99
20	Gama Alta	0,009	0,002	21	102
21	Gama Alta	0,007	0,002	24	114
22	Gama Alta	0,008	0,002	29	129
23	Gama Alta	0,008	0,003	24	114
24	Gama Alta	0,007	0,002	27	123
25	Gama Alta	0,009	0,003	27	123
26	Gama Alta	0,007	0,002	20	99
27	Gama Alta	0,008	0,003	22	105
28	Gama Alta	0,008	0,002	29	129
29	Gama Alta	0,009	0,003	28	128
30	Gama Alta	0,016	0,009	24	118
31	Gama Alta	0,008	0,003	27	125
32	Gama Alta	0,008	0,003	22	107
33	Gama Alta	0,009	0,004	24	116
34	Gama Alta	0,012	0,005	29	129
35	Gama Alta	0,011	0,004	21	103
36	Gama Alta	0,011	0,003	20	100
37	Gama Alta	0,011	0,004	28	129
38	Gama Alta	0,012	0,004	27	124
39	Gama Alta	0,011	0,003	23	111
40	Gama Alta	0,01	0,003	20	95
41	Gama Alta	0,01	0,004	24	112
42	Gama Alta	0,01	0,003	22	104
43	Gama Alta	0,011	0,007	21	101
44	Gama Alta	0,007	0,002	23	108
45	Gama Alta	0,006	0,002	29	129
46	Gama Alta	0,019	0,003	24	118

47	Gama Alta	0,01	0,007	24	118
48	Gama Alta	0,007	0,002	21	102
49	Gama Alta	0,007	0,003	24	113
50	Gama Alta	0,01	0,005	26	120
51	Gama Alta	0,012	0,007	24	115
52	Gama Alta	0,008	0,003	23	110
53	Gama Alta	0,009	0,004	22	104
54	Gama Alta	0,01	0,004	28	126
55	Gama Alta	0,012	0,004	29	130
56	Gama Alta	0,011	0,005	25	118
57	Gama Alta	0,007	0,003	27	124
58	Gama Alta	0,008	0,003	27	122
59	Gama Alta	0,008	0,003	20	99
60	Gama Alta	0,007	0,003	28	128
61	Gama Alta	0,009	0,002	25	118
62	Gama Alta	0,009	0,004	23	109
63	Gama Alta	0,008	0,003	22	107
64	Gama Alta	0,007	0,002	26	120
65	Gama Alta	0,008	0,003	28	125
66	Gama Alta	0,008	0,003	24	113
67	Gama Alta	0,007	0,002	24	112
68	Gama Alta	0,007	0,002	28	126
69	Gama Alta	0,007	0,002	25	118
70	Gama Alta	0,007	0,002	28	125
71	Gama Alta	0,009	0,002	27	123
72	Gama Alta	0,007	0,002	26	120
73	Gama Alta	0,008	0,003	29	129
74	Gama Alta	0,013	0,007	21	103
75	Gama Alta	0,01	0,003	27	124
76	Gama Alta	0,012	0,002	20	99
77	Gama Alta	0,009	0,004	26	119
78	Gama Alta	0,009	0,003	20	99
79	Gama Alta	0,013	0,006	20	98
80	Gama Alta	0,01	0,002	23	110
81	Gama Alta	0,01	0,003	20	95
82	Gama Alta	0,012	0,005	27	120
83	Gama Alta	0,011	0,004	24	116
84	Gama Alta	0,011	0,003	28	129
85	Gama Alta	0,012	0,003	24	112
86	Gama Alta	0,01	0,003	29	129
87	Gama Alta	0,014	0,006	28	128
88	Gama Alta	0,011	0,003	20	97
89	Gama Alta	0,011	0,003	24	117
90	Gama Alta	0,011	0,004	23	110
91	Gama Alta	0,011	0,004	21	103

92	Gama Alta	0,013	0,002	22	105
93	Gama Alta	0,009	0,003	20	95
94	Gama Alta	0,007	0,003	25	118
95	Gama Alta	0,006	0,002	23	111
96	Gama Alta	0,006	0,002	21	103
97	Gama Alta	0,01	0,002	27	124
98	Gama Alta	0,009	0,004	28	125
99	Gama Alta	0,009	0,003	29	130
100	Gama Alta	0,008	0,002	27	124

Tabla 6: Medición de indicadores Gama Alta
Elaborado por: Los Autores

4.1.2. Evaluación de las métricas Dispositivo Gama Alta.

Sub característica	Métrica	Peor caso	Valor Deseado	Resultado	Valor Métrica /10	Final Sub característica	Sub Total	Total
Comportamiento Temporal	Tiempo de respuesta	>10s	1 s	0,10 s	9,9	1,98	5,97	9,13
	Tiempo de espera	>10s	1 s	0,003 s	9,997	1,99		
	Rendimiento	0	100 P	100 P	10,00	2,0		
Utilización de recursos	Utilización CPU	100 %	10%	24,57 %	7,54	1,50	3,16	
	Utilización Memoria RAM	1 GB	100 mb	114,96 mb	8,85	1,66		

Tabla 7: Resultados de indicadores de Gama Alta
Elaborado por: Los Autores

En la tabla número 8, se realiza la evaluación de las métricas de la norma ISO/IEC 25010 y a través de la matriz de calidad, se establece una calificación de 9,13/ 10 para los dispositivos de Gama Alta.

En la tabla número 9, se especifican los resultados del dispositivo de gama media mediante las formulas expresadas en las métricas a través del campo “Tiempo de respuesta” (figura 7), “Tiempo de espera” (figura 8)” Uso de la CPU” (figura 10),” Uso de memoria RAM” (figura 11). Revisar uso de la herramienta JMeter en el Anexo X.

4.1.3. Análisis de las métricas del dispositivo móvil de Gama Media

N°	Dispositivo	Tiempo de Respuesta(s)	Tiempo de espera(s)	Uso de CPU (%)	Uso de Memoria RAM (mb)
1	Gama Media	0,079	0,062	34	154
2	Gama Media	0,056	0,038	28	130
3	Gama Media	0,063	0,048	34	152
4	Gama Media	0,05	0,034	35	157
5	Gama Media	0,108	0,092	30	136
6	Gama Media	0,061	0,042	32	148
7	Gama Media	0,053	0,034	28	130
8	Gama Media	0,041	0,025	37	165
9	Gama Media	0,054	0,046	30	137
10	Gama Media	0,053	0,042	31	142
11	Gama Media	0,036	0,027	37	167
12	Gama Media	0,051	0,042	37	165
13	Gama Media	0,036	0,029	31	141
14	Gama Media	0,031	0,025	35	158
15	Gama Media	0,037	0,028	34	155
16	Gama Media	0,034	0,025	28	133
17	Gama Media	0,031	0,025	36	160
18	Gama Media	0,035	0,028	30	136
19	Gama Media	0,031	0,024	37	166
20	Gama Media	0,028	0,022	31	142
21	Gama Media	0,026	0,021	35	159
22	Gama Media	0,029	0,024	33	149
23	Gama Media	0,026	0,02	34	153
24	Gama Media	0,029	0,022	39	170
25	Gama Media	0,035	0,026	31	144
26	Gama Media	0,025	0,02	30	135
27	Gama Media	0,033	0,028	37	164
28	Gama Media	0,032	0,023	28	132
29	Gama Media	0,024	0,017	36	161
30	Gama Media	0,03	0,025	31	140
31	Gama Media	0,026	0,021	32	148
32	Gama Media	0,027	0,02	33	150
33	Gama Media	0,026	0,021	28	132
34	Gama Media	0,026	0,022	32	148
35	Gama Media	0,03	0,025	29	135
36	Gama Media	0,028	0,023	36	161
37	Gama Media	0,026	0,022	31	147
38	Gama Media	0,029	0,024	36	163
39	Gama Media	0,026	0,021	34	153
40	Gama Media	0,025	0,02	34	152
41	Gama Media	0,028	0,02	34	154
42	Gama Media	0,034	0,027	39	169

43	Gama Media	0,031	0,024	38	168
44	Gama Media	0,037	0,031	37	164
45	Gama Media	0,035	0,026	35	156
46	Gama Media	0,025	0,019	37	165
47	Gama Media	0,03	0,027	35	159
48	Gama Media	0,028	0,023	37	166
49	Gama Media	0,031	0,023	33	150
50	Gama Media	0,027	0,023	35	156
51	Gama Media	0,026	0,021	38	167
52	Gama Media	0,032	0,022	29	135
53	Gama Media	0,028	0,023	33	149
54	Gama Media	0,038	0,029	32	148
55	Gama Media	0,029	0,022	35	158
56	Gama Media	0,027	0,023	29	133
57	Gama Media	0,029	0,023	29	134
58	Gama Media	0,026	0,021	29	133
59	Gama Media	0,033	0,026	33	151
60	Gama Media	0,028	0,022	33	149
61	Gama Media	0,046	0,036	31	143
62	Gama Media	0,04	0,035	38	167
63	Gama Media	0,042	0,038	32	148
64	Gama Media	0,049	0,041	34	152
65	Gama Media	0,041	0,032	33	150
66	Gama Media	0,032	0,025	31	138
67	Gama Media	0,032	0,028	30	138
68	Gama Media	0,035	0,027	37	163
69	Gama Media	0,031	0,022	36	161
70	Gama Media	0,028	0,023	37	164
71	Gama Media	0,034	0,027	35	156
72	Gama Media	0,03	0,023	31	144
73	Gama Media	0,029	0,019	37	165
74	Gama Media	0,039	0,031	37	165
75	Gama Media	0,032	0,025	39	169
76	Gama Media	0,028	0,022	34	152
77	Gama Media	0,034	0,027	35	158
78	Gama Media	0,032	0,024	33	149
79	Gama Media	0,025	0,019	31	141
80	Gama Media	0,032	0,026	38	167
81	Gama Media	0,028	0,023	39	169
82	Gama Media	0,025	0,02	28	132
83	Gama Media	0,031	0,025	30	135
84	Gama Media	0,027	0,022	33	149
85	Gama Media	0,029	0,024	34	155
86	Gama Media	0,027	0,022	35	158
87	Gama Media	0,027	0,021	36	162

88	Gama Media	0,025	0,02	36	162
89	Gama Media	0,03	0,025	36	160
90	Gama Media	0,027	0,022	28	130
91	Gama Media	0,032	0,027	36	161
92	Gama Media	0,028	0,022	29	135
93	Gama Media	0,031	0,025	30	138
94	Gama Media	0,031	0,025	29	135
95	Gama Media	0,026	0,017	34	154
96	Gama Media	0,029	0,025	31	145
97	Gama Media	0,026	0,021	36	162
98	Gama Media	0,025	0,019	39	170
99	Gama Media	0,026	0,022	38	167
100	Gama Media	0,029	0,024	35	160

Tabla 8: Medición de indicadores Gama Media
Elaborado por: Los Autores

4.1.4. Evaluación de las métricas Dispositivo Gama Media.

Sub característica	Métrica	Peor caso	Valor Deseado	Resultado	Valor Métrica /10	Final Sub característica	Sub Total	Total
Comportamiento Temporal	Tiempo de respuesta	>10s	1 s	0,33s	9,67	1,93	5,87	8,88
	Tiempo de espera	>10s	1 s	0,26 s	9,74	1,94		
	Rendimiento	0	100 P	100 P	10,00	2,0		
Utilización de recursos	Utilización CPU	100 %	10%	33,55 %	6,64	1,32	3,01	
	Utilización Memoria RAM	1 GB	100 mb	151,63 mb	8,48	1,69		

Tabla 9: Resultados de indicadores de Gama Media
Elaborado por: Los Autores

En la tabla número 10, se realiza la evaluación de las métricas a través de la norma ISO/IEC 25010 y de la matriz de calidad, se establece una calificación de 8,88/ 10 para los dispositivos de Gama Baja.

En la tabla número 11, se especifican los resultados del dispositivo de gama baja mediante las formulas expresadas en las métricas a través del campo “Tiempo de respuesta” (figura 7), “Tiempo de espera” (figura 8)” Uso de la CPU” (figura 10),” Uso de memoria RAM” (figura 11). Revisar uso de la herramienta JMeter en el Anexo X.

4.1.5. Análisis de los indicadores del dispositivo móvil de Gama Media

N°	Dispositivo	Tiempo de Respuesta(s)	Tiempo de espera(s)	Uso de CPU%	Uso de Memoria RAM(mb)
1	Gama Baja	1,213	1,028	49	187
2	Gama Baja	1,212	1,025	47	183
3	Gama Baja	1,211	1,023	51	191
4	Gama Baja	1,208	1,021	49	189
5	Gama Baja	1,207	1,021	45	181
6	Gama Baja	1,206	1,02	50	189
7	Gama Baja	1,204	1,071	54	197
8	Gama Baja	1,139	1,036	50	190
9	Gama Baja	1,19	1,091	50	190
10	Gama Baja	1,699	0,935	55	199
11	Gama Baja	1,28	1,122	45	181
12	Gama Baja	1,496	1,139	50	190
13	Gama Baja	1,418	1,061	54	198
14	Gama Baja	1,5	1,151	49	189
15	Gama Baja	1,507	1,166	45	180
16	Gama Baja	1,516	1,192	54	197
17	Gama Baja	1,495	1,173	48	186
18	Gama Baja	1,954	1,062	47	184
19	Gama Baja	1,561	1,204	48	187
20	Gama Baja	1,466	1,11	50	191
21	Gama Baja	1,481	1,123	55	199
22	Gama Baja	1,561	1,206	47	183
23	Gama Baja	1,437	1,079	55	200
24	Gama Baja	1,56	1,207	45	182
25	Gama Baja	1,553	1,2	51	192
26	Gama Baja	1,551	1,198	51	191
27	Gama Baja	1,568	1,211	50	190
28	Gama Baja	1,474	1,123	50	190
29	Gama Baja	1,51	1,16	47	183
30	Gama Baja	1,507	1,158	48	186
31	Gama Baja	1,4	1,053	53	196
32	Gama Baja	1,557	1,21	52	193
33	Gama Baja	1,567	1,225	54	198
34	Gama Baja	1,467	1,124	45	181
35	Gama Baja	1,381	1,054	53	196
36	Gama Baja	1,434	1,107	50	189
37	Gama Baja	1,471	1,145	45	181
38	Gama Baja	1,569	1,569	49	188
39	Gama Baja	1,462	1,145	46	183
40	Gama Baja	1,458	1,14	48	186
41	Gama Baja	1,381	1,064	48	187
42	Gama Baja	1,435	1,116	52	194
43	Gama Baja	1,496	1,185	51	193

44	Gama Baja	1,454	1,144	48	185
45	Gama Baja	1,445	1,138	52	193
46	Gama Baja	1,419	1,111	49	188
47	Gama Baja	1,567	1,263	51	191
48	Gama Baja	1,492	1,188	53	195
49	Gama Baja	1,381	1,076	52	193
50	Gama Baja	1,51	1,205	52	194
51	Gama Baja	1,501	1,196	50	189
52	Gama Baja	1,437	1,132	54	197
53	Gama Baja	1,388	1,083	51	192
54	Gama Baja	1,477	1,171	46	182
55	Gama Baja	1,49	1,191	50	191
56	Gama Baja	1,464	1,165	55	199
57	Gama Baja	1,475	1,184	51	191
58	Gama Baja	1,417	1,124	51	193
59	Gama Baja	1,403	1,115	54	198
60	Gama Baja	1,505	1,212	52	194
61	Gama Baja	1,486	1,194	50	190
62	Gama Baja	1,431	1,138	51	192
63	Gama Baja	1,464	1,17	45	181
64	Gama Baja	1,411	1,128	53	195
65	Gama Baja	1,463	1,182	54	198
66	Gama Baja	1,494	1,216	50	191
67	Gama Baja	1,486	1,21	51	191
68	Gama Baja	1,416	1,148	55	200
69	Gama Baja	1,47	1,202	52	194
70	Gama Baja	1,456	1,197	49	187
71	Gama Baja	1,444	1,188	55	200
72	Gama Baja	1,413	1,154	55	199
73	Gama Baja	1,491	1,23	45	180
74	Gama Baja	1,565	1,307	46	182
75	Gama Baja	1,583	1,325	55	199
76	Gama Baja	1,472	1,216	46	182
77	Gama Baja	1,52	1,262	54	198
78	Gama Baja	1,51	1,251	45	181
79	Gama Baja	1,491	1,233	45	180
80	Gama Baja	1,429	1,169	53	196
81	Gama Baja	1,474	1,213	54	197
82	Gama Baja	1,462	1,202	47	183
83	Gama Baja	1,578	1,315	53	195
84	Gama Baja	1,561	1,298	53	195
85	Gama Baja	1,46	1,194	50	190
86	Gama Baja	1,57	1,304	48	186
87	Gama Baja	1,607	1,342	54	197
88	Gama Baja	1,441	1,176	48	186

89	Gama Baja	1,616	1,354	48	186
90	Gama Baja	1,44	1,178	50	189
91	Gama Baja	1,65	1,39	49	187
92	Gama Baja	1,594	1,334	55	199
93	Gama Baja	1,586	1,325	49	188
94	Gama Baja	1,536	1,272	51	192
95	Gama Baja	1,472	1,22	53	196
96	Gama Baja	1,496	1,237	55	200
97	Gama Baja	1,534	1,276	49	187
98	Gama Baja	1,495	1,236	48	185
99	Gama Baja	1,62	1,364	53	195
100	Gama Baja	1,514	1,258	49	187

Tabla 10: Medición de indicadores Gama baja
Elaborado por: Los Autores

4.1.6. Evaluación de las métricas Dispositivo Gama Baja

Sub característica	Métrica	Peor caso	Valor Deseado	Resultado	Valor Métrica /10	Final Sub característica	Sub Total	Total
Comportamiento Temporal	Tiempo de respuesta	>10s	1 s	1,46 s	8,54	1,70	5,6	8,22
	Tiempo de espera	>10s	1 s	1,18 s	8,82	1,76		
	Rendimiento	0	100 P	100 P	10,00	2,0		
Utilización de recursos	Utilización CPU	100 %	10%	50,31 %	4,97	1	2,62	
	Utilización Memoria RAM	1 GB	100 mb	190,41 mb	8,10	1,62		

Tabla 11: Resultados de indicadores de Gama Baja
Elaborado por: Los Autores

En la tabla número 12, se realiza la evaluación de las métricas a través de la norma ISO/IEC 25010 y de la matriz de calidad, se establece una calificación de 8,22 / 10 para los dispositivos de Gama Baja.

4.1.7. Análisis de los Resultados

Una vez obtenidos valores cuantitativos de la norma ISO/IEC 25010 de las métricas establecidas en la investigación se presentan en la tabla 13 los resultados siguientes:

Métricas	Dispositivo de gama alta	Dispositivo de gama media	Dispositivo de gama baja
Tiempo de respuesta	0,10 s	0,33s	1,46 s

Tiempo de espera	0,003 s	0,26 s	1,18 s
Rendimiento	100 P	100 P	100 P
Utilización CPU	24,57 %	33,55 %	50,31 %
Utilización de Memoria RAM	114,96 mb	151,63 mb	190,41 mb

Tabla 12: Resultados de evaluación de dispositivos móviles
Elaborado por: Los Autores

4.1.8. Tiempo de respuesta

La figura 11, muestra un promedio general de la métrica tiempo de respuesta medida en los dispositivos móviles de baja, media y alta gama, obteniéndose que; el dispositivo de gama alta posee un tiempo mínimo de respuesta de 0,10 segundos, a diferencia del dispositivo de gama media que posee un tiempo de 0.33 segundo y el dispositivo de gama baja con un tiempo de 1.46 segundos. Se estima por lo tanto que existe un promedio de diferencia de tiempo de respuesta entre los tres dispositivos de 0,68 segundos.

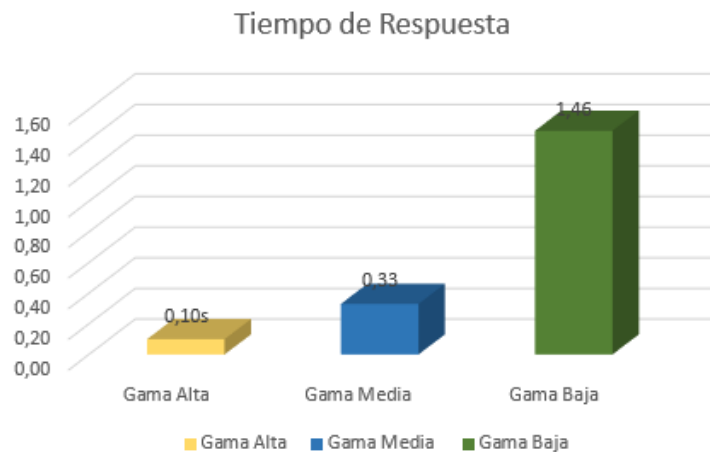


Figura 12: Resultado final Tiempo de respuesta
Elaborado por: Los Autores

4.1.9. Tiempo de espera

La figura 12, muestra un promedio general de la métrica tiempo de espera medida en los dispositivos móviles de baja, media y alta gama, obteniéndose que; el dispositivo de gama alta posee un tiempo mínimo de respuesta de 0.003 segundos, a diferencia del dispositivo de gama media que posee un tiempo de 0.26 segundo y el dispositivo de gama baja con un tiempo de 1,18 segundos. Se estima por lo tanto que existe un promedio de diferencia de tiempo de espera entre los tres dispositivos de 0,58 segundos.

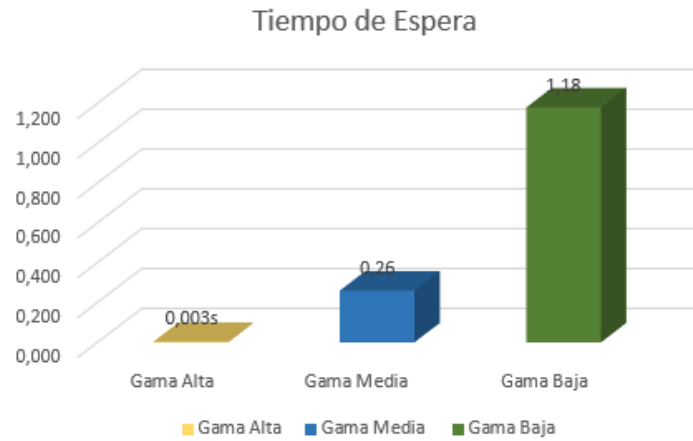


Figura 13: Resultado final Tiempo de espera
Elaborado por: Los Autores

4.1.10. Utilización CPU

La figura 13, muestra un promedio general de la métrica uso de CPU medida en los dispositivos móviles de baja, media y alta gama, obteniéndose que; el dispositivo de gama alta posee un uso del CPU de 24,57 % del CPU, a diferencia del dispositivo de gama media que posee un uso del CPU 33,55% y el dispositivo de gama baja con un uso de CPU 50,31%. Se estima por lo tanto que existe un promedio de diferencia de uso de CPU entre los tres dispositivos de 12,87 %.

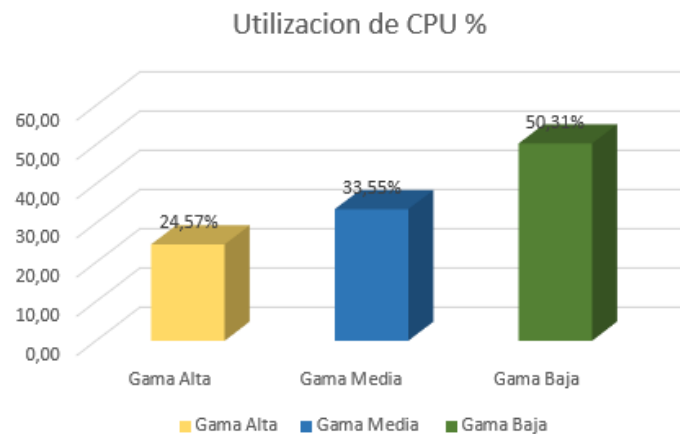


Figura 14: Resultado final utilización CPU
Elaborado por: Los Autores

4.1.11. Utilización de Memoria RAM

La figura 14, muestra un promedio general de la métrica uso memoria RAM medida en los dispositivos móviles de baja, media y alta gama, obteniéndose que; el dispositivo de

gama alta posee un uso de memoria RAM de 114,96 megabytes, a diferencia del dispositivo de gama media que posee un uso de memoria RAM de 151,63 megabytes y el dispositivo de gama baja con un de memoria RAM de 190,41 megabytes. Se estima por lo tanto que existe un promedio de diferencia de uso de la memoria RAM entre los tres dispositivos de 36,23 megabytes.

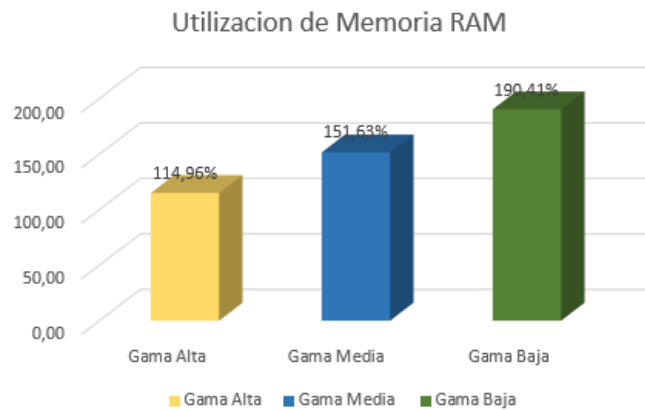


Figura 15: Resultado final Utilización de Memoria RAM
Elaborado por: Los Autores

4.1.12. Análisis de la Característica de Eficiencia de Desempeño.

La figura 15, se presenta la valoración que obtuvo la aplicación en cada dispositivo móvil con respecto a la matriz de evaluación que presenta la norma ISO/IEC 25010. El resultado para los dispositivos de gama alta es de 9,13 / 10, para los dispositivos de gama media es de 8,88 / 10 y el dispositivo de gama baja posee una valoración de 8,22 / 10. Concluyendo que la aplicación desarrolla en la investigación es eficiente al utilizarse en diferentes escenarios.

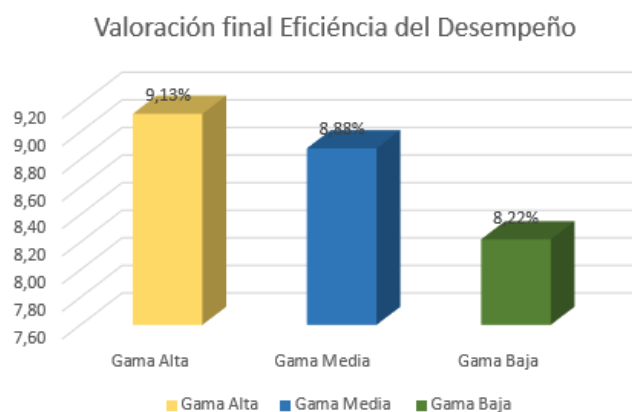


Figura 16: Resultado final eficiencia de desempeño
Elaborado por: Los Autores

4.2. Discusión

Mediante el análisis bibliográfico de las distintas herramientas para el desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada, se puede apreciar teóricamente que Wikitude es la herramienta más utilizada por los desarrolladores debido a los varios entornos en los cuales se puede aplicar, una de las funcionalidades que más resalta es la incorporación de la realidad aumentada con la geolocalización siendo esta la principal característica implementada en esta investigación. En un estudio comparativo sobre herramientas de realidad aumentada (Salazar Fierro, 2018), se puede notar la diferencia que posee Wikitude con herramientas como Vuforia y ARToolKit, destacando que Wikitude es superior a las dos mencionadas, sin embargo menciona que la elección de una u otra depende del tipo de aplicación a desarrollar.

Con respecto a los resultados que se obtuvieron anteriormente, en la cual se evaluó el rendimiento de la aplicación móvil con geolocalización basado en realidad aumentada para el sector turístico de la ciudad de Riobamba, considerando el modelo de calidad de la norma ISO/IEC 25010 y basados en la característica de eficiencia de desempeño y las sub características de comportamiento temporal y utilización de recursos, es técnicamente posible obtener datos cuantitativos aplicables a las métricas establecidas sobre diferentes dispositivos móviles con características de baja, media y alta gama; a través del uso de software de esfuerzo como JMeter. Una de las ventajas principales del uso de esta herramienta en la presente investigación, es la configuración de distintos escenarios de simulación.

Para el dispositivo de gama alta, a partir de la simulación de las 100 peticiones realizadas se obtuvo como resultado de la evaluación de eficiencia de desempeño, una valoración de 9,13 / 10, determinado un nivel de satisfacción alto de la aplicación. Para el dispositivo de Gama media, a partir de la simulación de las 100 peticiones realizadas se obtuvo como resultado de la evaluación de eficiencia de desempeño, una valoración de 8,88 / 10, determinado un nivel de satisfacción medio alto de la aplicación. Para el dispositivo de Gama baja, a partir de la simulación de las 100 peticiones realizadas se obtuvo como resultado una valoración de 8,22 / 10, determinado un nivel de satisfacción medio de la aplicación.

Mediante los resultados de la evaluación de la aplicación considerando la característica de eficiencia de desempeño se puede apreciar que la valoración de la aplicación móvil en los 3 escenarios bordea niveles altos de satisfacción. Por tal razón se determina que el aplicativo es óptimo en su rendimiento y que se adapta a las características de diferentes dispositivos móviles.

CONCLUSIONES

Se concluye que la herramienta WikiTude de acuerdo a sus características funcionales analizadas e implementadas, es una herramienta idónea para el desarrollo de aplicaciones que integren realidad aumentada con geolocalización, puesto que a diferencia de otras herramientas posee amplio soporte documental, soporte con varias plataformas de desarrollo, compatibilidad con varios dispositivos móviles, entre otras. Por lo que Wikitude es una buena opción al momento de realizar aplicaciones orientadas no solo al turismo; sino que puede ser utilizada en otros ámbitos.

Se concluye que la aplicación de la metodología SCRUM al momento de desarrollar un prototipo de aplicación web para gestionar los lugares turísticos y sitios de interés de la ciudad de Riobamba, permitió la optimización de tiempo en la implementación de los distintos módulos de gestión, generación de reportes e integración con la aplicación móvil

Se concluye que la aplicación de la metodología MOBILE-D permitió el desarrollo óptimo del prototipo de aplicativo móvil basado en realidad aumentada con geolocalización, implementándose la geolocalización del dispositivo en tiempo real, el registro de visitas dependiendo de la ubicación de usuario con respecto al lugar turístico seleccionado, la disponibilidad de los sitios de interés acorde a su horario de atención entre otras, permitiendo de esta forma mejorar el potencial de la aplicación móvil.

Se concluye que el uso conjunto de SDK con Wikitude permite la integración de la geolocalización y realidad aumentada, con un rendimiento aceptable en aplicaciones móviles, puesto que una vez evaluada la aplicación móvil con la norma ISO/IEC 25010 enfocada en la característica de eficiencia de desempeño a través de la herramienta JMeter, se evidencia que la aplicación móvil puede ser utilizada por parte de los turistas en cualquier dispositivo móvil. La calidad de software obtenida en el dispositivo móvil

de gama baja, en promedio fue de 8.22/10; en el dispositivo móvil de gama media, en promedio fue de 8.88/10 y en el dispositivo de gama alta, en promedio fue de 9,13/10

Se concluye que el objetivo principal de proyecto; de desarrollar un prototipo de una aplicación para dispositivos Android con Geolocalización basado en Realidad Aumentada para el sector turístico de la ciudad de Riobamba, puede ser implementado en el futuro en un ambiente de producción y con turistas reales.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuros proyectos que integren realidad aumentada y geolocalización el uso de la herramienta Wikitude, además tener en cuenta el lenguaje de programación de JavaScript puesto que esta herramienta trabaja sobre este lenguaje de desarrollo.
- Para el desarrollo de aplicaciones móviles y web se recomienda trabajar bajo metodologías ágiles, puesto permiten estructurar el proyecto de una forma más ordenada
- Se recomienda el uso de norma ISO/IEC 25010 conjuntamente con la herramienta de esfuerzo JMeter para la evaluación de calidad del software puesto que ofrece resultados claros al momento de evaluar cualquier software.
- Se recomiendan continuar con el proyecto puesto que en la actualidad la ciudad de Riobamba no cuenta con un sistema de gestión turística, que ofrezca información a los turistas de los principales Atractivos Turísticos y Sitios de Interés de una forma interactiva mediante el uso de realidad aumentada a través de un aplicativo móvil.

BIBLIOGRAFÍA

- Baz Alonso, A., Ferreira Artime, I., & Álvarez Rodríguez, M. (6 de 5 de 2016). *Dispositivos Móviles*. Obtenido de Sistemas Informáticos de Gestión y Control: http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf
- CABRERA, H., RAMIREZ, M., & María Janet. (8 de Noviembre de 2015). Realidad aumentada y geolocalización en el desarrollo de una aplicación turística.: *Revista de Desarrollo Económico*, 315-317. Obtenido de Realidad aumentada y geolocalización en el desarrollo de una aplicación turística.: http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Desarrollo_Economico/vol2num5/Revista_de_Desarrollo_Economico_V2_N5-23-25.pdf
- Baquero Garcia, J., & Blanch, A. (11 de 12 de 2019). *arsys.es*. Obtenido de arsys.es: <https://www.arsys.es/blog/programacion/disenio-web/web-services-desarrollo/>
- Cabero Almenara, J., & Jiménez García, F. (2016). *Realidad Aumentada: tecnología para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Cardador Cabello, A. L. (2014). *Implantación de aplicaciones web en entornos internet, intranet y extranet*. Antequera: IC Editorial.
- Cruz Matinez, A. (2015). *Revista Latinoamericana de Investigación en Organizaciones, Ambiente y Sociedad. Base de datos interna de pérdidas operacionales*, 198-199.
- Donais, C. (19 de Diciembre de 2018). <https://www.skyhook.com/>. Obtenido de <https://www.skyhook.com/blog/what-is-an-sdk-and-an-api>
- Foundation, A. S. (20 de 7 de 2018). *Apache JMeter™*. Obtenido de <https://jmeter.apache.org>
- Gualotuña, D., Miranda, S., & Ordoñez, P. (2014). *Aplicación Móvil con Realidad Aumentada y. Energia*, 7-17.
- H.Weber, R. (2010). *Internet of Things - New Security and Privacy Challenges*. En R. H. Weber, *Computer Law & Security* (págs. 23-30). Hong Kong: elsevier.
- I, L. (11 de 12 de 2019). *QUÉ ES GOOGLE MAPS[Artículo del blog]*. Obtenido de <https://www.guiagps.com/que-es-google-maps/>
- ISO, I. O. (2019). *ISO 25010*. Obtenido de <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- Lopez, J. L. (2016). *Definiciones: turismo-turista. Papers de turisme*, 17-25.
- Martínez, I., Aguilar, G., & Trápaga, J. A. (2016). *REALIDAD AUMENTADA. HERRAMIENTA DE APOYO PARA AMBIENTES EDUCATIVOS. Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(5).
- Microsoft. (2019). *Microsoft*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-es/sql-server/sql-server-downloads>
- Navarro, M. (08 de 07 de 2019). *El turismo avanza en su digitalización*. Obtenido de <https://revistabyte.es/tema-de-portada-byte-ti/el-turismo-avanza-en-su-digitalizacion/>
- Neosentec. (4 de 7 de 2018). www.neosentec.com. Obtenido de <https://www.neosentec.com/5-beneficios-de-la-realidad-aumentada-en-turismo/>
- Orange, F. (01 de 03 de 2016). *La transformación digital en el sector turístico*. Obtenido de http://www.fundacionorange.es/wp-content/uploads/2016/05/eE_La_transformacion_digital_del_sector_turistico.pdf
- Posada Prieto, F. (18 de 1 de 2014). *canaltic.com*. Obtenido de <https://canaltic.com/blog/?p=1859>
- Rodríguez, C. I. (8 de 12 de 2015). *E-Turismo aplicando Tecnologías de Geolocalización, Visitas. REVISTA TECNOLÓGICA N° 8*.

- Salazar Fierro, F. A. (2018). COMPARATIVA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS PARA REALIDAD. *AXIOMA - Revista Científica de Investigación, Docencia y Proyección Social.*, 86-96.
- SALAZAR, J., & SILVESTRE, S. (04 de 08 de 2019). *Techpedia*. Obtenido de INTERNET DE LAS COSAS: <https://core.ac.uk/download/pdf/81581111.pdf>
- Sánchez, P. (28 de 08 de 2018). *¿Realidad aumentada en tu móvil? Prueba la app Wikitude[Artículo del blog]*. Obtenido de Consejos de viaje, Viajeros: <https://www.intermundial.es/blog/wikitude-app-realidad-aumentada/>
- Santiago, R., Trbaldo, S., Kamijo, M., & Fernández, Á. (2015). *Mobile learning: nuevas realidades en el aula*. Barcelona: EDITORIAL OCEANO S.L.U.
- Seystic. (2019). *seystic.com*. Obtenido de <https://seystic.com/infografia-realidad-aumentada-en-la-smart-city/>
- SOLBYTE. (21 de 07 de 2014). *www.solbyte.com*. Obtenido de www.solbyte.com: <https://www.solbyte.com/blog/2014/07/21/tipos-de-aplicaciones-moviles-nativas-webs-hibridas/>
- Turismo, D. d. (22 de 08 de 2019). Obtenido de <https://riobamba.com.ec/es-ec/chimborazo/riobamba/puntos-informacion/direccion-gestion-turismo-a286ebc0f>
- Vizan, N. (14 de junio de 2016). *Sneakerlost.*. Obtenido de El marketing turístico ¿es digital?: <https://www.sneakerlost.es/blog/transformacion-digital-en-marketing-turistico>

ANEXOS

ANEXO I. Boletín reportes Dirección de Gestión de Turismo

La ciudad de Riobamba obtuvo un registro de turistas en el año 2018 de 89.647 entre turistas nacionales y extranjeros según el último boletín realizado por el GAD Municipal del Cantón Riobamba como se observa en la figura 17:



Figura 17: Reporte visitas Turísticas Enero- diciembre 2018
Fuente: <https://twitter.com/riobamba/status/1108860949811863554>

ANEXO II. Fase de Planificación del Sistema METODOLOGÍA SCRUM

En esta parte se establece el alcance al que el proyecto va a tener, los requisitos, se estable también los encargados del desarrollo, programas y dispositivos que se va a utilizar para el desarrollo de la aplicación web.

- **Requerimientos del usuario**

- **Administrador GAD Riobamba.**

- ✓ Contar con un Login del GAD Riobamba quien será el encargado de registrar toda la información que después va ser consumida por la aplicación móvil.
 - ✓ Poder recuperar la contraseña en caso de olvido.
 - ✓ Desarrollar los módulos del administrador GAD Riobamba para gestionar los datos para la aplicación móvil.
 - ✓ Modulo para ingresar los tipos de lugares turísticos
 - ✓ Modulo para ingresar los tipos de sitios de interés.

- ✓ Modulo para ingresar los lugares turísticos.
- ✓ Implementar un mapa que pueda tomar los datos de latitud y longitud en tiempo real.
- ✓ Modulo para ingresar los sitios de interés
- ✓ Implementar un mapa que pueda tomar los datos de latitud y longitud en tiempo real.
- ✓ Enviar al correo del dueño del sitio de interés su contraseña y correo, en caso de registrase a nuestra promoción quien posteriormente será el administrador de su sitio de interés.
- ✓ Poder generar reportes de los distintos lugares turísticos y sitios de interés que sean visitas diariamente o en cualquier fecha para posterior poder realizar un análisis con la data obtenida.
- ✓ Toda esta información será almacenada en la base de datos SQL Server a cuál posteriormente será consumida por la aplicación móvil.

Administrador Sitio Interés

- ✓ Login del administrador sitio interés quien será el encargado de registrar las promociones de los sitios visitados.
- ✓ Actualizar la contraseña cuando ingrese por primera vez a la página administrador del sitio de interés.
- ✓ Poder registrar las promociones de su sitio de interés
- ✓ Poder generar reportes de los distintos lugares turísticos, sitios de interés y promociones que sean visitadas diariamente o en cualquier fecha para un posterior análisis con la data obtenida.

Los encargados de desarrollar la aplicación web son:

Líder del proyecto	Ing. Gonzalo Allauca .Mgs
Equipo de Desarrollo	Santiago Moreno Henry Orozco

Tabla 13: Encargados de desarrollar la aplicación web
Elaborado por: Los Autores

- **Programas a Utilizar**

- ✓ Windows 10 (Sistema Operativo)

- ✓ Visual Studio ASP.NET Web Forms.
- ✓ Microsoft SQL Server
- ✓ Navegador Google Chrome
- **Características del Computador**
 - ✓ Procesador CORE I5 de 6ta generación
 - ✓ Tarjeta de video nvidia geoforce
 - ✓ Memoria RAM 8 GB
 - ✓ Disco duro de 1TG
 - ✓ Sistema operativo Windows 10

ANEXO III. Fase de Diseño METODOLOGÍA SCRUM

- **Entidades**

Para la elaboración de la base se tomó en cuenta el análisis de los requerimientos de la aplicación web.

Dentro de la base de datos utilizaremos las siguientes entidades:

- ✓ Login Administrador
- ✓ Usuario App
- ✓ Ciudad
- ✓ Tipo Lugar Turístico
- ✓ Tipo Sitio Interés
- ✓ Lugar Turístico
- ✓ Sitio Interés
- ✓ Visita Lugar Turístico
- ✓ Promociones

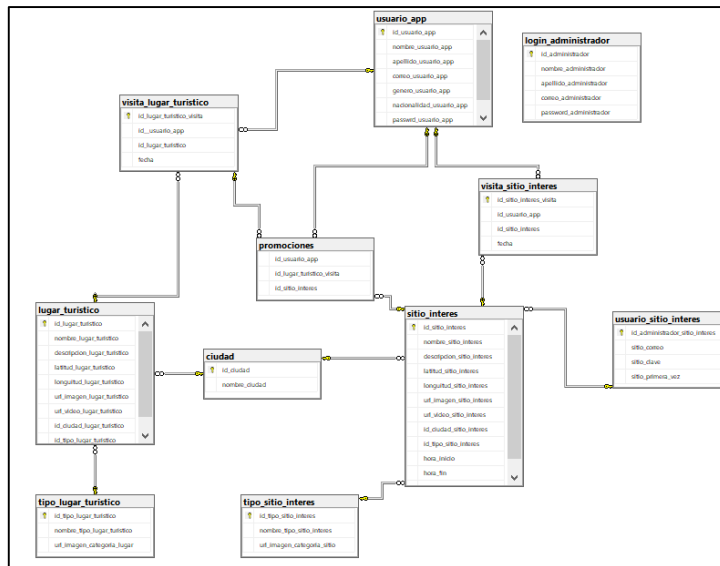


Figura 18: Diagrama de Base de Datos
Elaborado por: Los Autores

Visual Studio 2017

Para el desarrollo de la aplicación web, se utilizó Visual Studio 2017 ASP.net web forms puesto que presentaba facilidades para poder llegar al objetivo planteado.

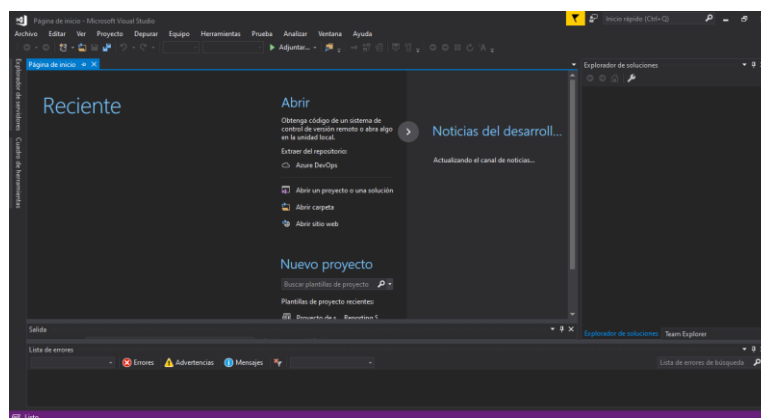


Figura 19: Plataforma Visual Studio
Elaborado por: Los Autores

ANEXO IV. Fase de Implementación METODOLOGÍA SCRUM

En esta fase se realizó la implementación de toda la aplicación web con sus respectivos módulos que posteriormente serán usados para el ingreso de información.

Administrador GAD Riobamba

- Módulos de la aplicación web

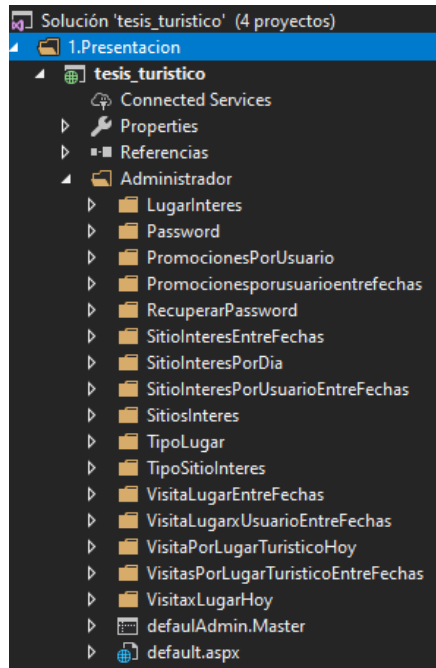


Figura 20: Estructura de la aplicación Web
Elaborado por: Los autores

- **Módulo Login Aplicación Web**

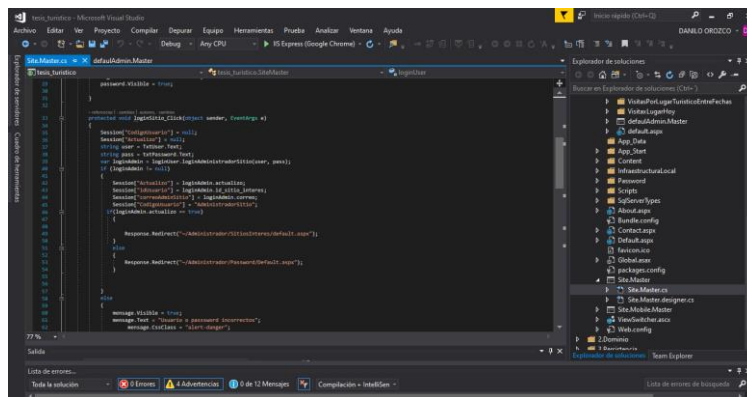


Figura 21: Código Login Aplicativo Web
Elaborado por: Los Autores

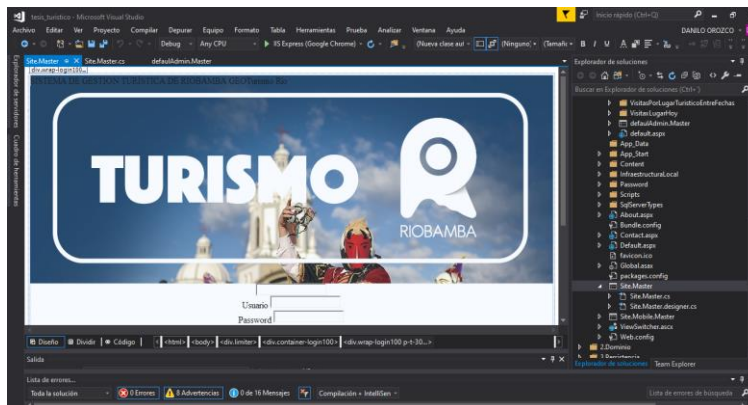


Figura 22: Interfaz Login Aplicativo Web

- **Modulo Tipo Lugar**

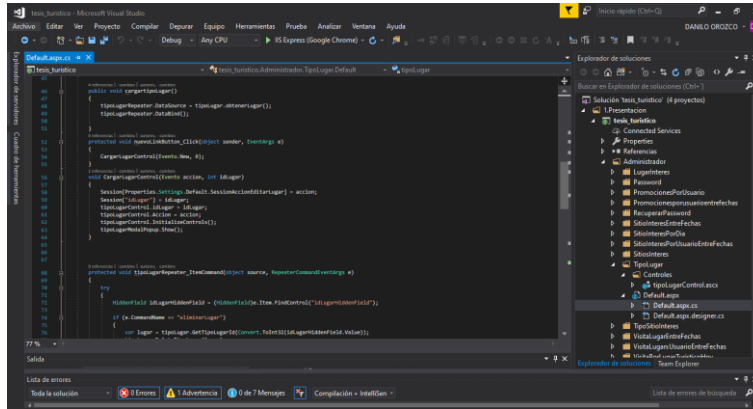


Figura 23: Código Tipo Lugar
Elaborado por: Los Autores

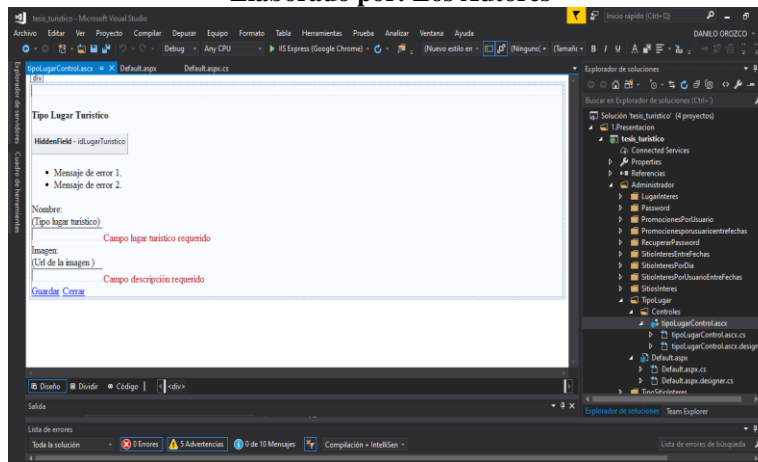


Figura 24: Interfaz Tipo Lugar
Elaborado por: Los Autores

- **Modulo Tipo Sitio**

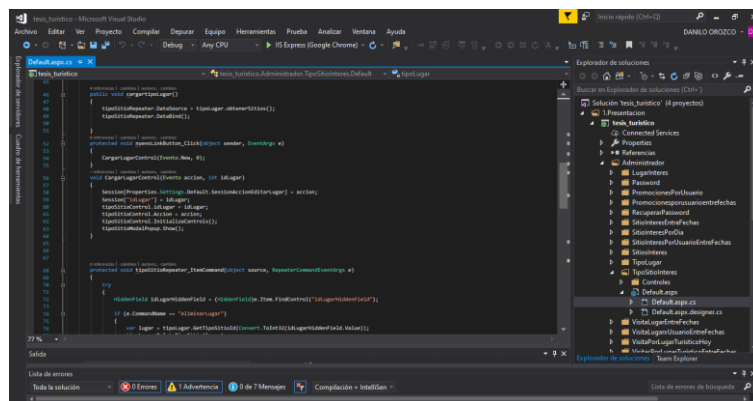
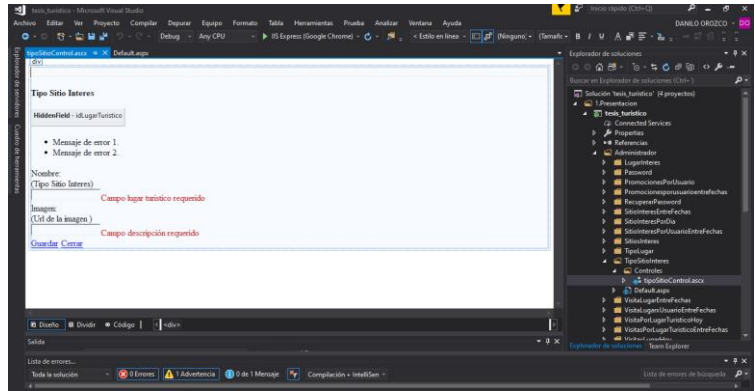
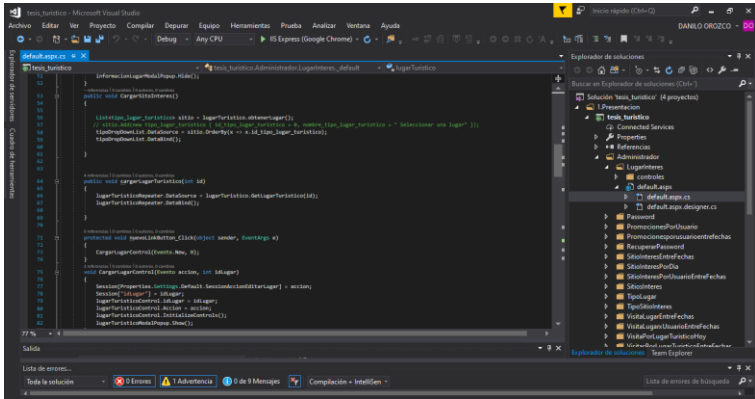


Figura 25: Código Tipo Sitio
Elaborado por: Los Autores

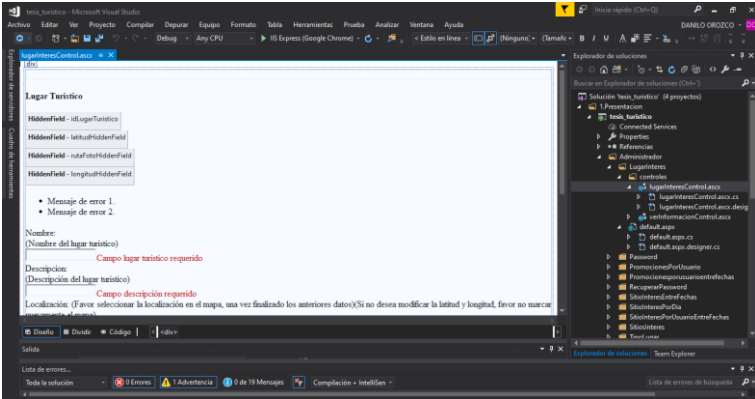


**Figura 26: Interfaz Tipo Sitio
Elaborado por: Los Autores**

- **Modulo Lugar Turístico**



**Figura 27: Código Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores**



**Figura 28: Interfaz Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores**

- **Modulo Sitio Interés**

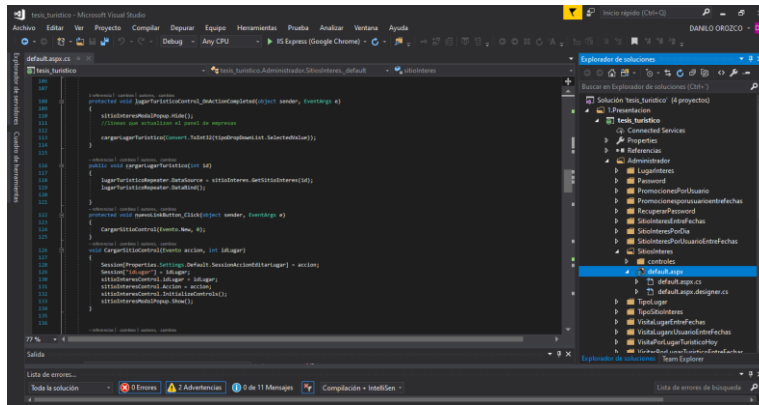


Figura 29: Código Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

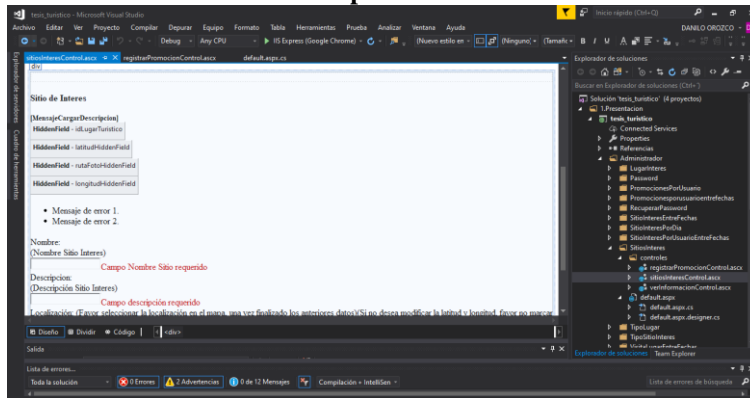


Figura 30: Interfaz Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

- **Modulo reportes**

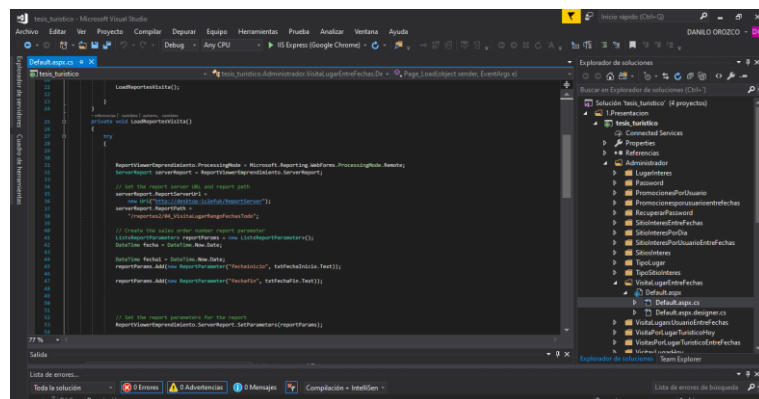


Figura 31: Código Reportes
Elaborado por: Los Autores

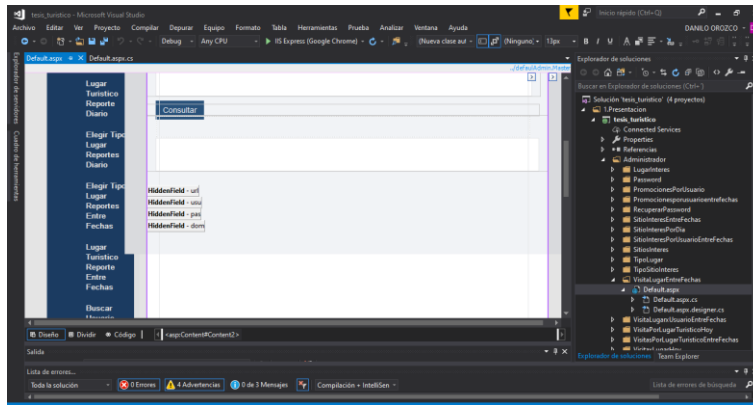


Figura 32: Interfaz Reportes
Elaborado por: Los Autores

Administrador Sitio Interés

- Login Administrador Sitio Interés

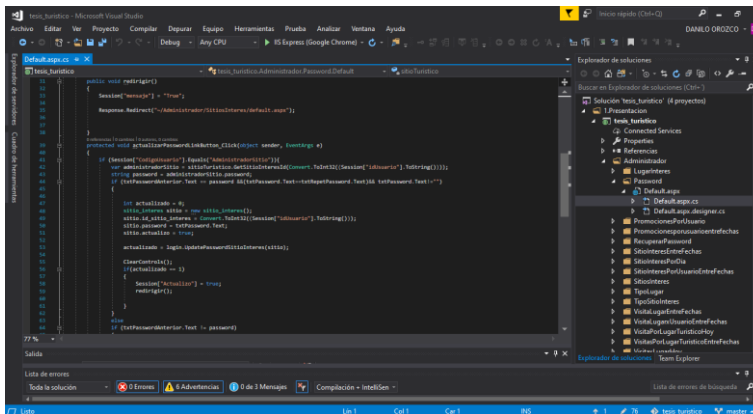


Figura 33: Código Login Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

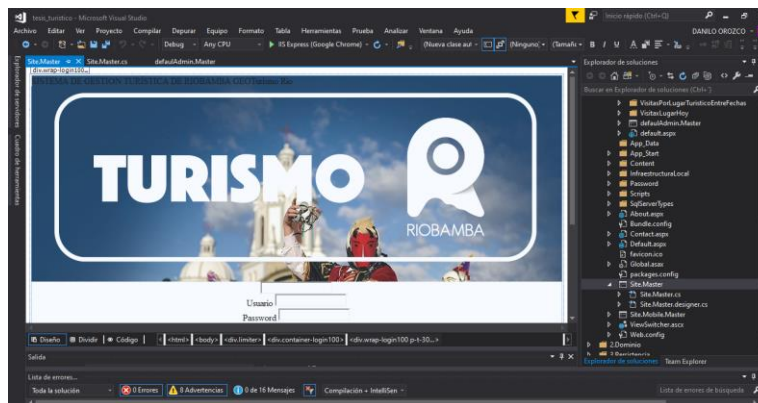
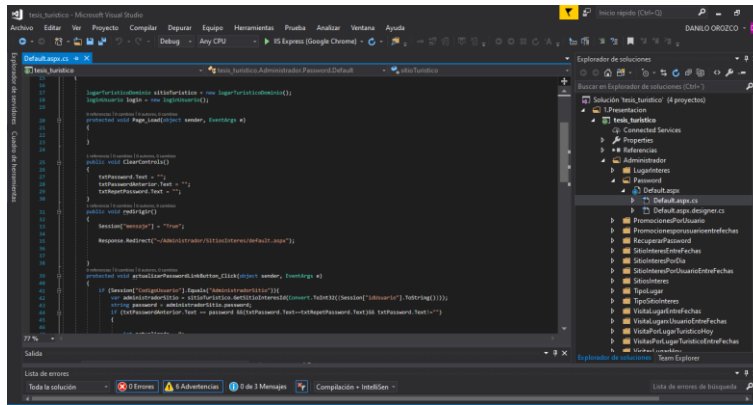
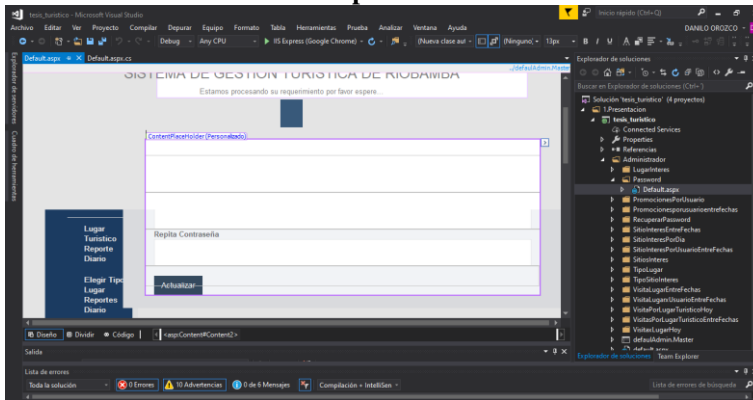


Figura 34: Interfaz Login Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

- Modulo Actualizar Contraseña

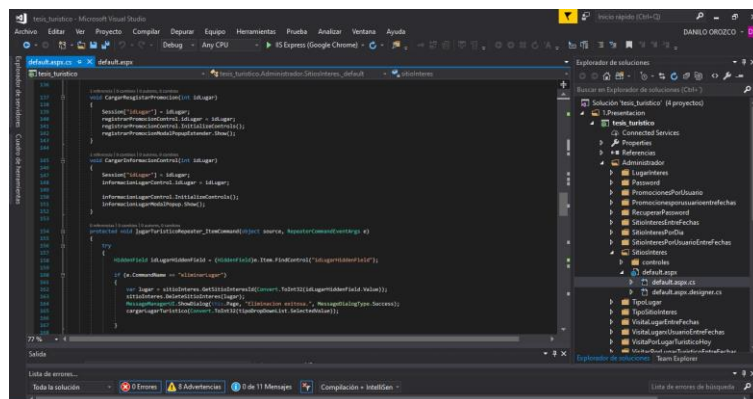


**Figura 35: Código Actualizar Contraseña
Elaborado por: Los Autores**



**Figura 36: Interfaz Actualizar Contraseña
Elaborado por: Los Autores**

- **Modulo Sitio Interés**



**Figura 37: Código Sitio Interés Promociones
Elaborado por: Los Autores**

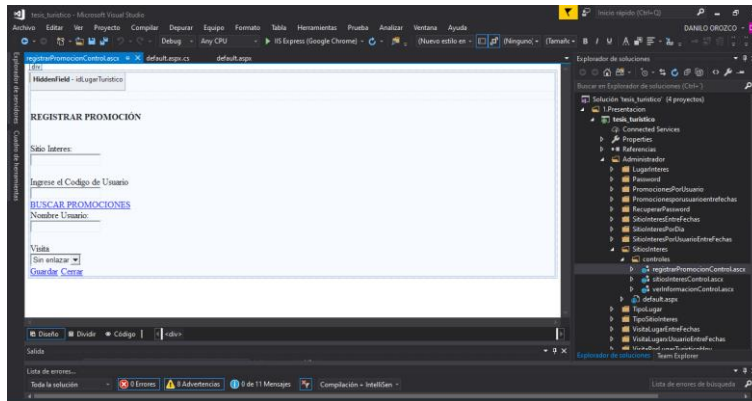


Figura 38: Interfaz Sitio Interés Promociones
Elaborado por: Los Autores

- **Modulo Reportes AMD Sitio**

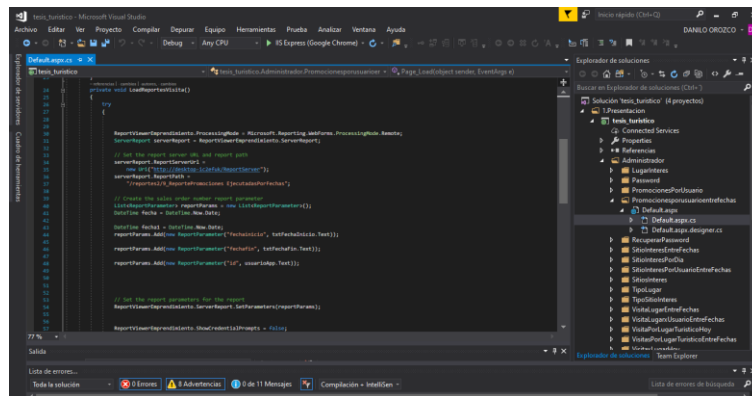


Figura 39: Código Reportes AMD Sitio
Elaborado por: Los Autores

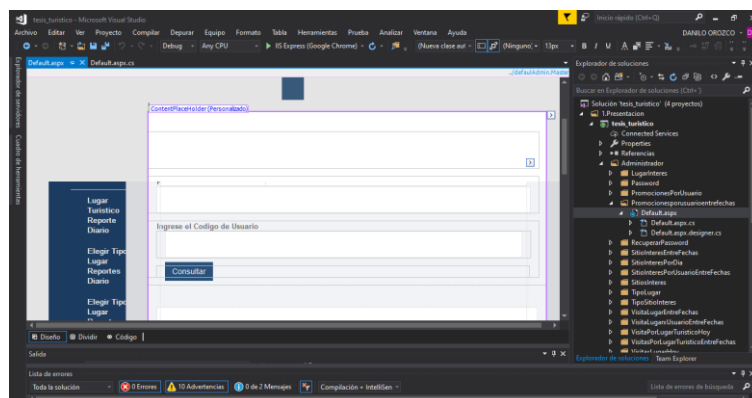


Figura 40: Interfaz Reportes AMD Sitio
Elaborado por: Los Autores

ANEXO V. Fase de Pruebas METODOLOGÍA SCRUM

Se realiza las pruebas de toda la aplicación web en caso de existir algún error se realiza las respectivas correcciones como lo establece el método.

Página del LOGIN de la app web.

Cuenta con dos Login puesto que existen el usuario administrador GAD y Administrador Sitio Interés.

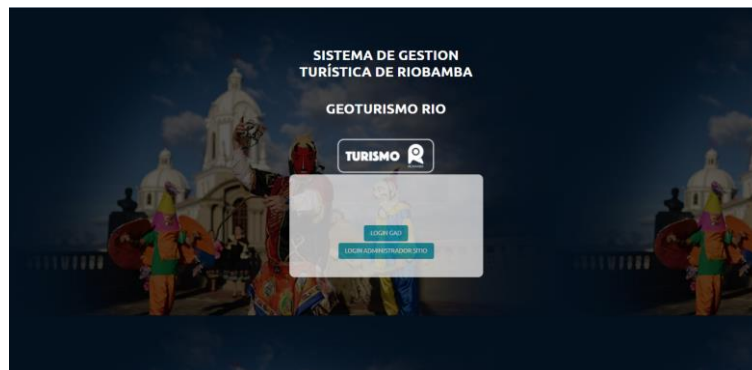


Figura 41: Login Administrador
Elaborado por: Los Autores

LOGIN Administrador GAD Riobamba.

Cuenta con validación de campos.

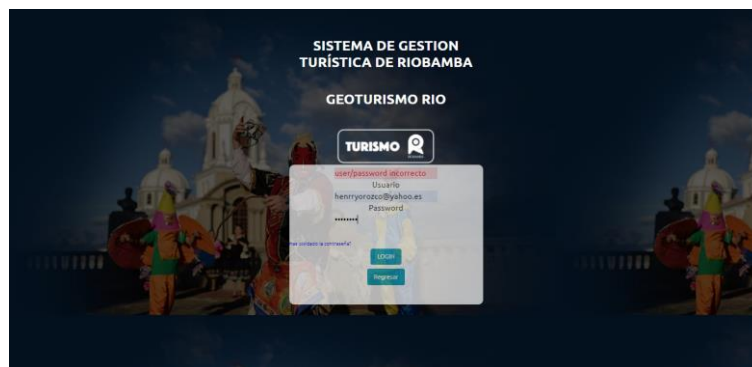


Figura 42: Validación campos GAD Riobamba
Elaborado por: Los Autores

Cuenta tan bien con una opción de recuperar contraseña mediante el correo electrónico del usuario administrador del GAD.

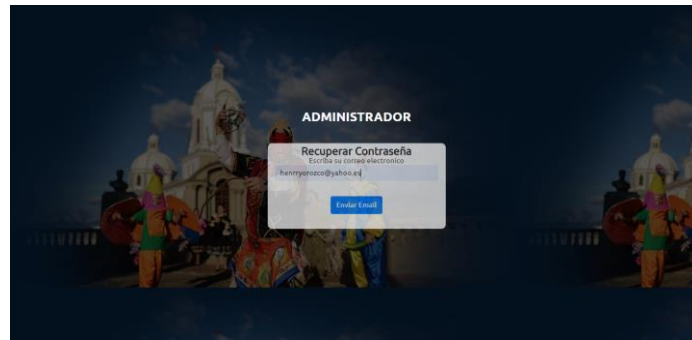


Figura 43: Recuperar Contraseña GAD Riobamba
Elaborado por: Los Autores

La página cuenta con dos módulos principales.

- ✓ Administrador
- ✓ Reportes



Figura 44: Módulos Administrador GAD Riobamba
Elaborado por: Los Autores

Dentro del módulo Administrador contamos con cuatro módulos que son:

- Tipo Lugar
- Tipo Sitio
- Lugar Turístico
- Sitio Interés



Figura 45: Módulos Principales “GEOTurismo RIO”
Elaborado por: Los Autores

Modulo Tipo Lugar

En el apartado de Tipo Lugar se puede ingresar un nuevo tipo de Lugar Turístico, teniendo también las operaciones actualizar y eliminar.



Figura 46: Módulos Tipo Lugar
Elaborado por: Los Autores

Modulo Tipo Sitio

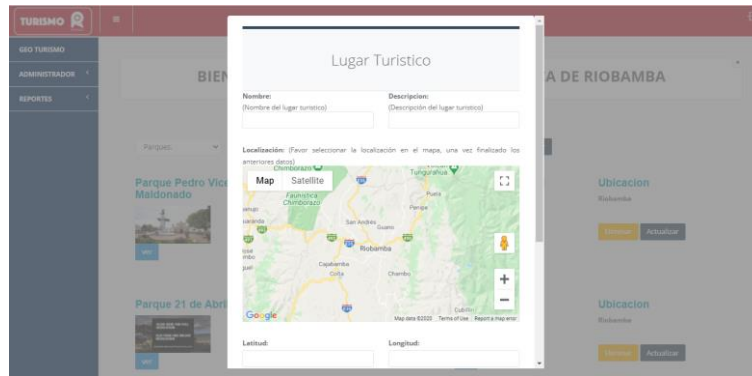
De la misma forma en el apartado Tipo Sitio se ingresan un nuevo tipo de Sitio Interés, teniendo también las operaciones actualizar y eliminar.



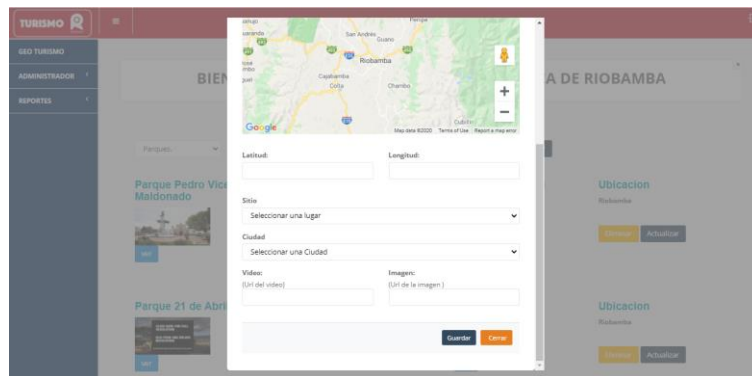
Figura 47: Módulos Tipo Sitio
Elaborado por: Los Autores

Modulo Lugar Turístico

Página de ingreso de un nuevo Lugar Turístico

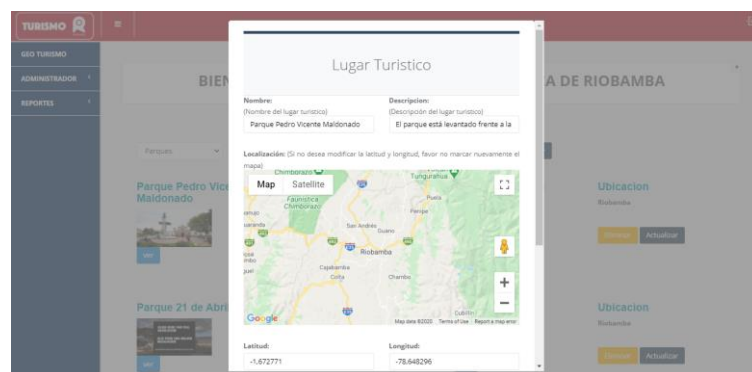


**Figura 48: Ingresar Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores**



**Figura 49: Ingresar Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores**

Página actualizar Lugar Turístico



**Figura 50: Actualizar Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores**

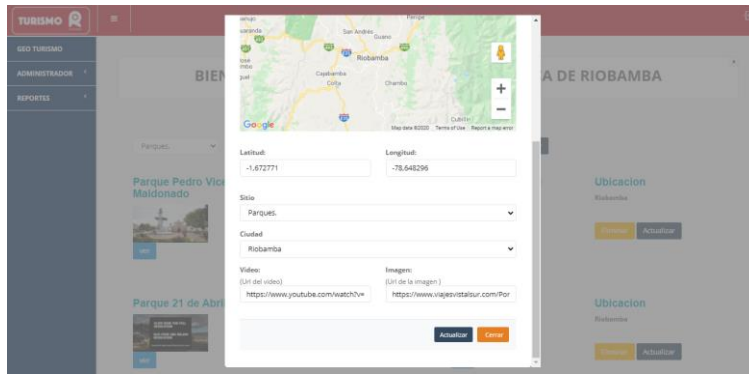


Figura 51: Actualizar Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores

Ventana de alerta de Eliminar Lugar Turístico

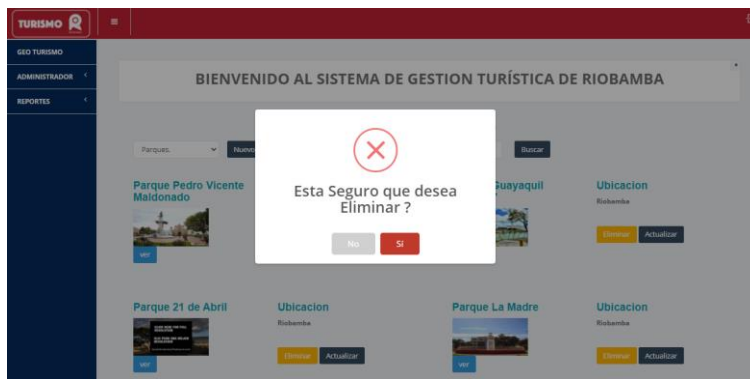


Figura 52: Eliminar Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores

Opción de buscar Lugar Turístico



Figura 53: Buscar Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores

Opción ver información de Lugar Turístico

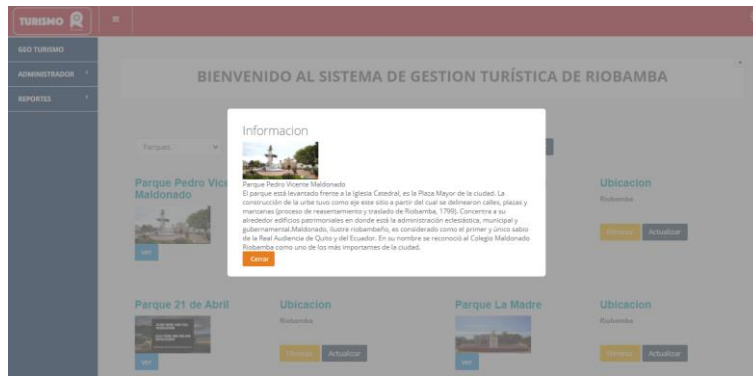


Figura 54: Información Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores

Modulo Sitio Interés

Página de ingreso de un nuevo Sitio Interés.

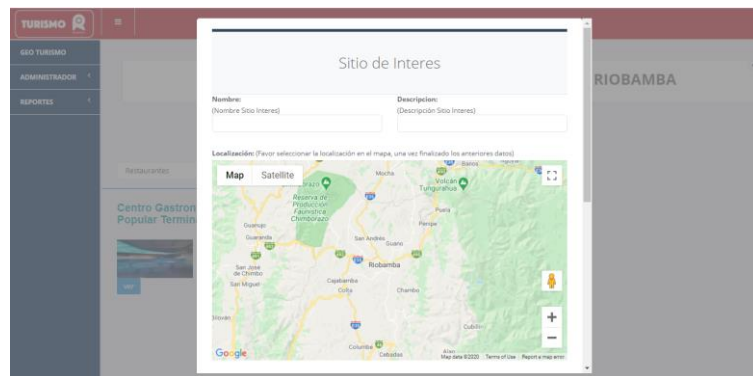


Figura 55: Ingresar Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

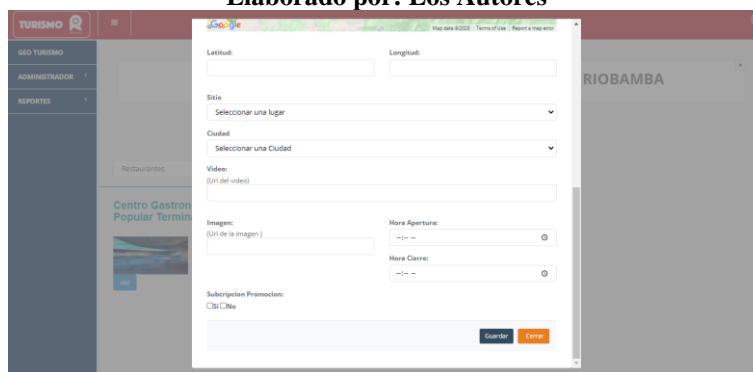


Figura 56: Ingresar Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

Contando con una opción para Suscribirse a las promociones.

Subscripción Promocion:
 Si No

correo: henrryrozco@yahoo.es password:

Figura 57: Suscripción Promoción Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

Página actualizar Sitio Interés

Sitio de Interés

Nombre: Centro Gastronómico Popular Terminal Terrestre
Descripción: Centro Gastronómico Popular Terminal Terrestre

Localización: (Si no desea modificar la latitud y longitud, favor no marcar nuevamente el mapa)

Map Satellite

Subscripción Promocion:
 Si No

Figura 58: Actualizar Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

-1.663972 -78.663746

Sitio: Restaurantes

Ciudad: Riobamba

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=GqLUc11CY>

Imagen: <https://img.googleusercontent.com/img/AT1QpOI>

Hora Apertura: --:--

Hora Cierre: --:--

Subscripción Promocion:
 Si No

correo: henrryrozco@yahoo.es password:

Figura 59: Actualizar Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

Ventana de alerta de Eliminar Sitio Interés

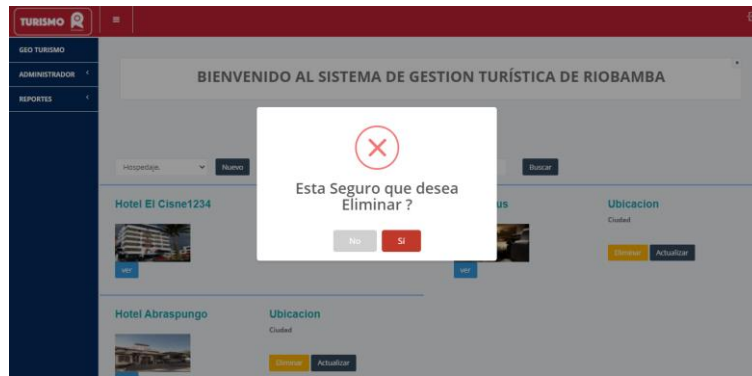


Figura 60: Eliminar Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

Opción de buscar Lugar Turístico



Figura 61: Buscar Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

Opción ver información de Sitio Interés



Figura 62: Información Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

Modulo Reportes

Tenemos la opción de generar distintos reportes tanto de las visitas realizadas por los usuarios al Lugar Turístico y Sitio Interés



BIENVENIDO AL SISTEMA DE GESTION TURÍSTICA DE RIOBAMBA

REPORTES ADMINISTRADOR

Fecha Inicio: 08/10/2020 Fecha Fin: 09/02/2020 Lugar Turístico: Museos Consultar

Unach GEOturismo RIO Riobamba

Visita Por Tipo Lugar Entre Fechas

Numero	Nombre	Nombre	Tipo	Nombre	Apellido	Correo	Genero	Nacionalidad	Fecha
1	Museo MIMAR	Museos	Lugar	Santiago	Moreno	santya@gmail.com	masculino	ecuatoriano	21/08/2020 0:00:00
1	Casa Museo de Riobamba	Museos	Lugar	santya2	moreno	santya2@gmail.com	masculino	ecuatoriano	22/08/2020 0:00:00

Figura 63: Reportes Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

LOGIN Administrador Sitio Interés

Cuenta con validación de campos.



Figura 64: Validación de campos
Elaborado por: Los Autores

Al momento de ingresar el Administrador Sitio Interés por Primera vez debe realizar la actualización de su contraseña la cual será provista por el administrador del GAD al momento de ingresar un nuevo Sitio de Interés, esto puede varias si el dueño del local del sitio de interés acepta la Publicidad.



Figura 65: Actualizar Contraseña
Elaborado por: Los Autores

El cambio de contraseña cuenta también con validación de campos.



Figura 66: Validación de campos Actualizar contraseña
Elaborado por: Los Autores

La página cuenta con dos módulos principales.

- ✓ Administrador
- ✓ Reportes AMD Sitio



Figura 67: Administrador Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

En el módulo administrador

- ✓ Sitio Interés
- ✓ Cambiar contraseña



Figura 68: Módulos Principales Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

En el módulo Sitio interés tendremos la opción de registrar promoción

Figura 69: Registro Promoción
Elaborado por: Los Autores

Modulo Reportes

Tenemos la opción de generar distintos reportes tanto de las visitas realizadas por los usuarios al Lugar Turístico y Promociones registras por el administrador del Sitio Interés.

Numero Visitas	Id_Usuario	Nombres	Apellidos	Sitio Interes	Correo
1	4	Santiago	Moreno	Paseo Shopping	sant@gmail.com
Total de visitas: 1					

Figura 70: Módulos Reportes
Elaborado por: Los Autores

ANEXO VI. Fase de Exploración Metodología MOBILE-D

Establecimiento de Interesados

Líder del proyecto	Ing. Gonzalo Allauca .Mgs
Equipo de Desarrollo	Santiago Moreno Henry Orozco
Usuarios de la Aplicación	Población de la ciudad de Riobamba

Tabla 14: Encargados de desarrollar la aplicación móvil
Elaborado por: Los Autores

Definición del alcance

Dentro de esta actividad se determinó los requisitos, así como también los objetivos y el alcance del proyecto.

Requisitos:

- Registro de Usuarios
- Geolocalización de los Sitios de Interés de la ciudad de Riobamba.
- Guía Digital de los lugares Turísticos y Sitios de interés.
- Mostrar los Sitios de Interés dentro del rango de 100m a la redonda del Lugar Turístico
- Mostrar la disponibilidad de los sitios de interés en base a su hora de atención.
- Registrar la visita al Lugar Turístico solo si el usuario se encuentra cerca del mismo.
- Geolocalización de los Lugares turísticos de la ciudad de Riobamba.
- Integración de Realidad Aumentada y geolocalización.

Alcance:

- Prototipo de una aplicación móvil con realidad aumentada para el sector Turístico de la ciudad de Riobamba.

Establecimiento del Proyecto

Tecnologías:	Android, Wikitude.
Lenguaje de Programación:	Java, JavaScript.
IDE:	Android Studio 3.5.1, Visual Studio Code

SDK:	Wikitude 9.3.0
Sistema Operativo:	Android versión 9.1
Equipos:	1 Laptop LENOVO Core I7, 8Gb de RAM. 1 Smartphone HUAWEI Y9 2019. 1 Smartphone HUAWEI Y5 2019 1 Smartphone XIOMI MI 9 T

ANEXO VII. Fase de Inicialización MOBILE-D

Configuración del Proyecto

Preparación del Entorno

- Para el desarrollo de la aplicación se instaló el software Android Studio el cual se puede encontrar en la web oficial <https://developer.android.com/studio>.
- Para la parte de integración de Geolocalización y Realidad Aumentada se procedió a descargar el SDK Wikitude el cual está disponible en su sitio web.

Al descargar Wikitude nos mostrara un archivo con extensión .aar, el cual se debe colocar en la carpeta libs de nuestro proyecto en Android Studio.

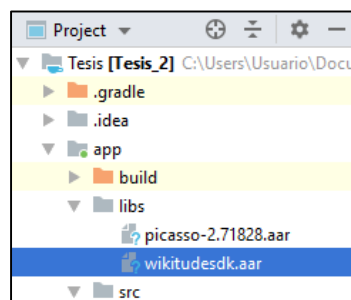


Figura 71: Archivo .aar
Elaborado por: Los Autores

Procedemos abrir el módulo build.gradle y en la sección de dependencias agregamos la siguiente línea de código.

```
//LIBRERIA PARA WIKITUDE RA
implementation(name: 'wikitudesdk', ext: 'aar')
```

Figura 72: Dependencia de WikiTude
Elaborado por: Los Autores

Una vez agregada la dependencia especificamos en el build.gradle la ubicación del archivo.

```

repositories {
    flatDir {
        dirs 'libs'
    }
}

```

Figura 73: Asignación de la ubicación del SDK
Elaborado por: Los Autores

Se proporcionan los permisos necesarios que utiliza el SDK WikiTude en el manifests del proyecto.

```

<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_WIFI_STATE" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_GPS" />
<uses-permission android:name="android.permission.CAMERA" />
<uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />

```

Figura 74: Permisos para utilizar WikiTude
Elaborado por: Los Autores

Para poder implementar WikiTude se deberá contar con la siguiente estructura dentro de la clase del activity.

```

public class SampleActivity extends Activity {
    private ArchitectView architectView;
    private LocationProvider locationProvider;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.sample_cam);

        architectView = (ArchitectView)this.findViewById( R.id.architectView );
        final ArchitectStartupConfiguration config = new ArchitectStartupConfiguration();
        config.setFeatures(ArchitectStartupConfiguration.Features.Geo);
        config.setLicenseKey( "YOUR-LICENCE-KEY" );

        architectView.onCreate( config );

        locationProvider = new LocationProvider(this, new LocationListener() {
            @Override
            public void onLocationChanged(Location location) {
                if (location!=null && SampleActivity.this.architectView != null ) {
                    // check if location has altitude at certain accuracy level & call right
                    architect method (the one with altitude information)
                    if
                    ( location.hasAltitude() && location.hasAccuracy() && location.getAccuracy()<7) {
                        SampleActivity.this.architectView.setLocation( location.getLatitude(),
                    } else {
                        SampleActivity.this.architectView.setLocation( location.getLatitude(),

```

```

);
    }
}

@Override public void onStatusChanged(String s, int i, Bundle bundle) {}
@Override public void onProviderEnabled(String s) {}
@Override public void onProviderDisabled(String s) {}
});
}

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    architectView.onCreate();
    try {
        architectView.load( "YOUR-AR-EXPERIENCE" );
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

@Override
protected void onResume() {
    super.onResume();
    architectView.onResume();
    // start location updates
    locationProvider.onResume();
}
}

```

Figura 75: Clases y Métodos para la implementación de WikiTude
Elaborado por: Los Autores

La key del Proyecto se obtuvo al registrarse en la página oficial de WikiTude teniendo así acceso a una licencia TRIAL del SDK.

- Para la creación de los servicios web se utilizó Visual Studio Code, un editor de código.
- Además, se procedió a instalar XAMPP, para poder alojar los servicios web que se crearon.

Análisis

Se plantea la estructura de los aplicativos a desarrollar, mediante la creación de diagramas de caso de uso.

- Diagramas de caso de Uso

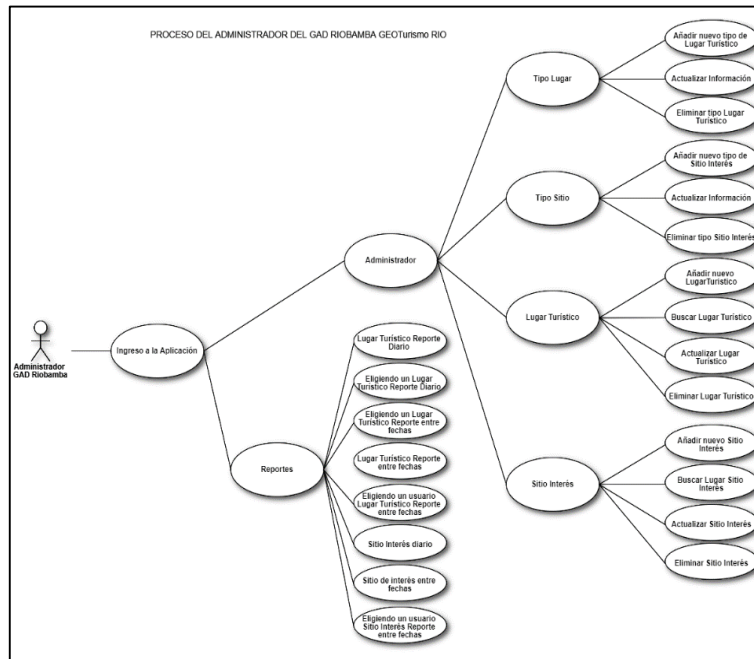


Figura 76: Diagrama Caso de Uso Aplicativo Web Administrador GAD
Elaborado por: Los Autores

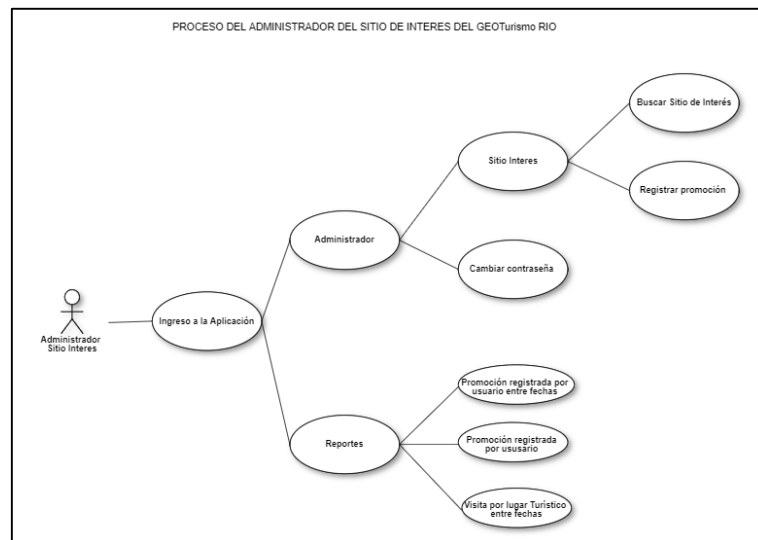


Figura 77: Diagrama Caso de Uso Aplicativo Web Administrador Sitio Interés
Elaborado por: Los Autores

Planeamiento Inicial

La arquitectura del proyecto consta de 3 partes fundamentales como se muestra en la Figura 78: Aplicación Móvil, Servicios Web, Base de datos.

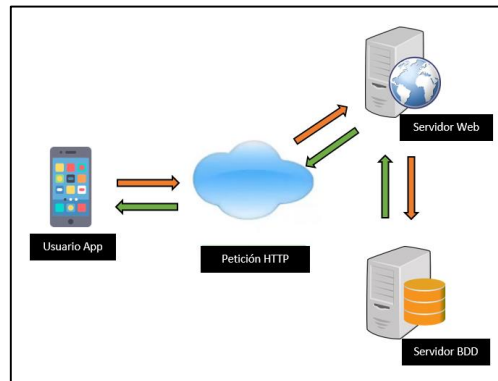


Figura 78: Arquitectura de la aplicación móvil
Elaborado por: Los Autores

En la figura se muestra la arquitectura de la aplicación “GEOTurismo Rio”, explicando la relación que los usuarios tienen con la aplicación, como se muestra en la Figura 79.

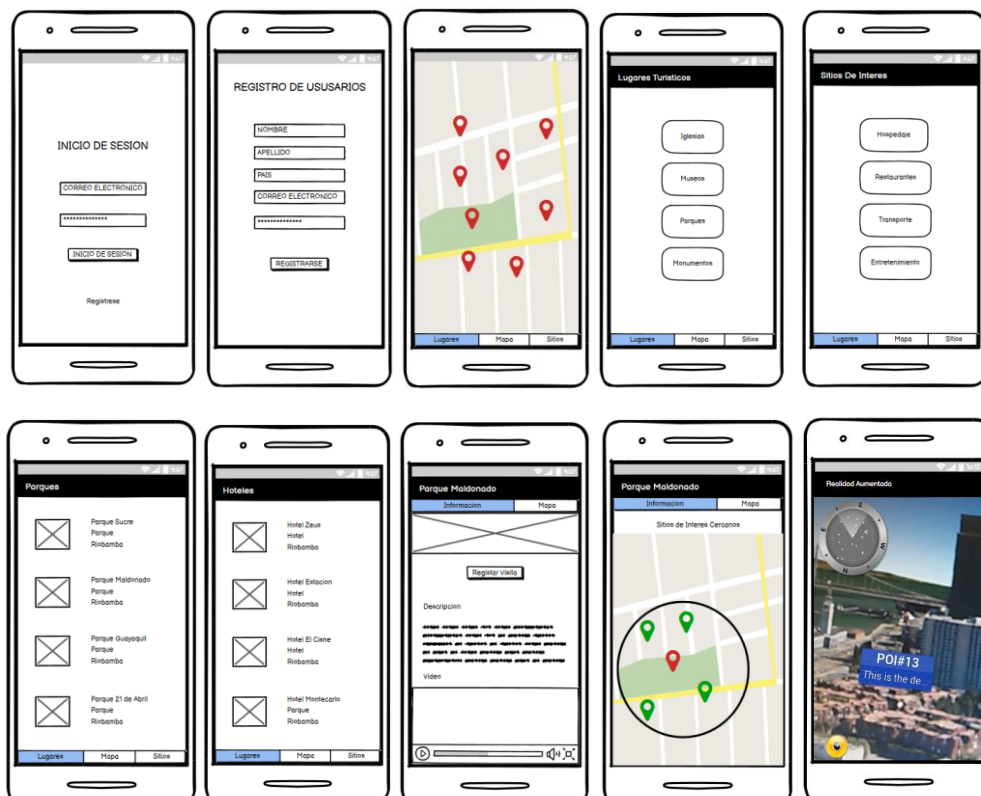


Figura 79: Prototipo aplicación móvil
Elaborado por: Los Autores

ANEXO VIII. Fase de Producción Metodología MOBILE- D

Modelo de Base de Datos

Se procede con la creación de la base de datos en el software Microsoft SQL Server.

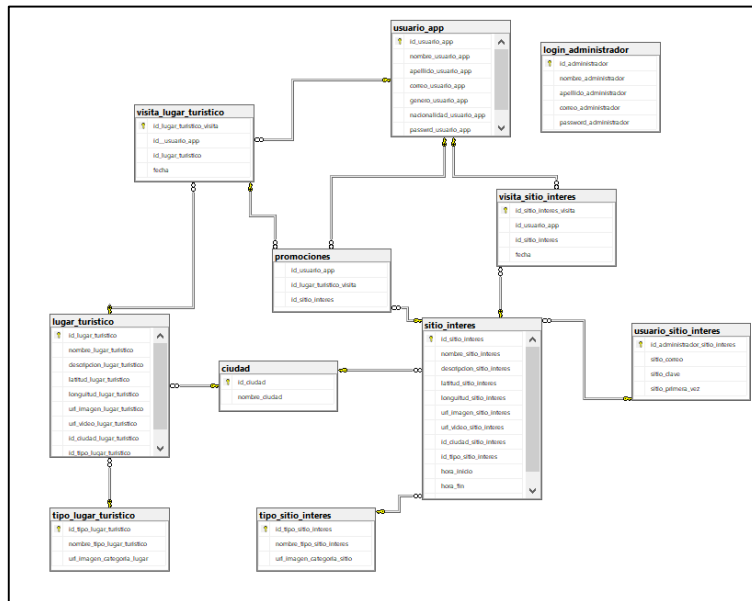


Figura 80: Diagrama de base de datos
Elaborado por: Los Autores

Estructura del proyecto en Android Studio

La estructura del proyecto en Android Studio está constituida por varios módulos.

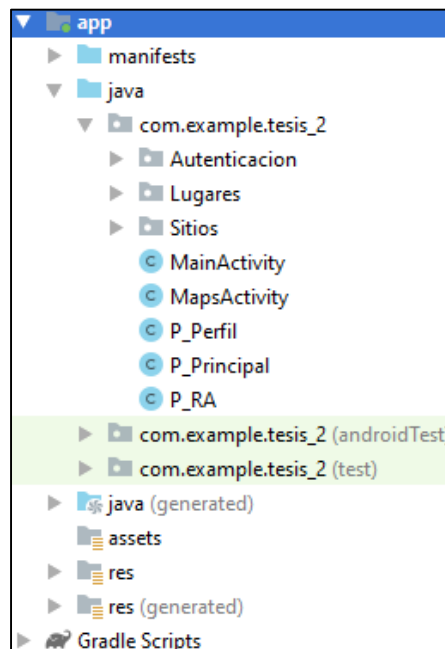


Figura 81: Paquetes y Clases del Proyecto
Elaborado por: Los Autores

Desarrollo Autenticación de los Usuarios

El paquete “Autenticación” cuenta con las clases de Registro e Inicio de Sesión, así como también con las clases VolleyRP y Preferences que actúan como complementos esenciales de las mismas.

Registro de Usuarios

Para el registro de usuarios se procedió a diseñar una interfaz gráfica, mediante la cual el usuario registra sus datos dentro de la base de datos teniendo así acceso a todas las funciones de la aplicación.

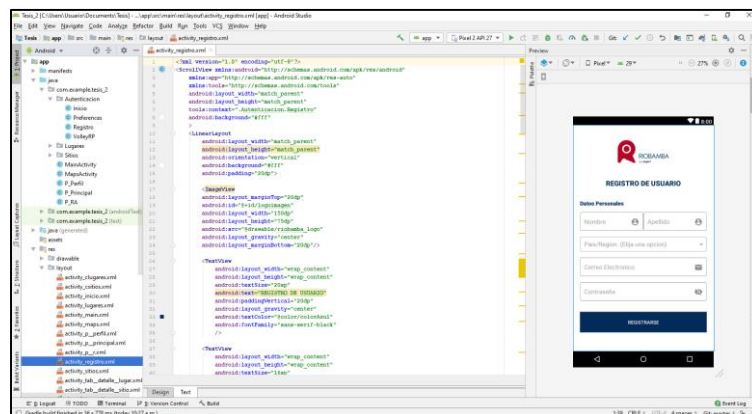


Figura 82: Interfaz Registro de Usuarios
Elaborado por: Los Autores

Los datos del usuario son capturados y enviados a través de un servicio web previamente diseñado el cual a través de consultas SQL llena la base de datos como se muestra en la Figura 84, mediante el método Registrar como se muestra en la Figura 83, la información es capturada y enviada a la base de datos.

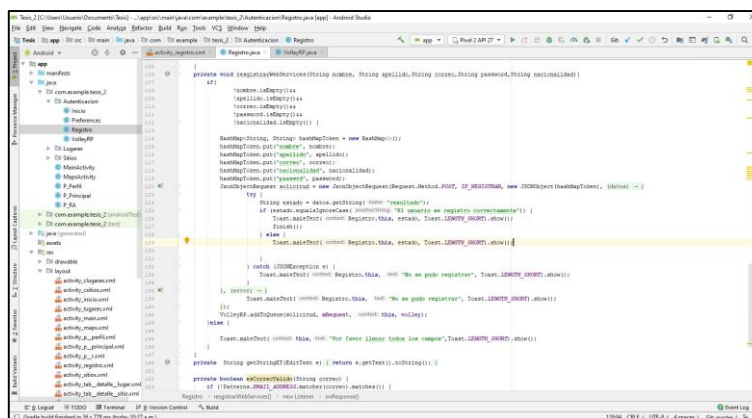


Figura 83: Método para Registrar Usuarios
Elaborado por: Los Autores

```

1 // Registros.php
2 //
3 //
4 //
5 //
6 //
7 //
8 //
9 //
10 //
11 //
12 //
13 //
14 //
15 //
16 //
17 //
18 //
19 //
20 //
21 //
22 //
23 //

```

```

require "Database.php";

class Registros{
    function __construct(){}
}

public static function InsertarNuevoUsuario($nombre,$apellido,$correo,$funcionalidad,$password){
    $password = md5($password);
    $sql = "INSERT INTO usuarios_app (nombre_usuario, apellido_usuario, correo_usuario, funcionalidad_usuario, password_usuario)
    VALUES ('$nombre','$apellido','$correo','$funcionalidad','$password')";
    try{
        $resultado = $conexion->getConexion()->prepare($sql);
        $resultado->execute();
        return $resultado->rowCount();
    }catch(PDOException $e){
        return false;
    }
}
}

```

Figura 84: Servicio web para insertar Usuarios en la Base de Datos
Elaborado por: Los Autores

Desarrollo Inicio de Sesión

En la parte de inicio de sesión para realizar la validación del usuario se procedió a utilizar el correo y contraseña solicitados en el registro de usuarios.

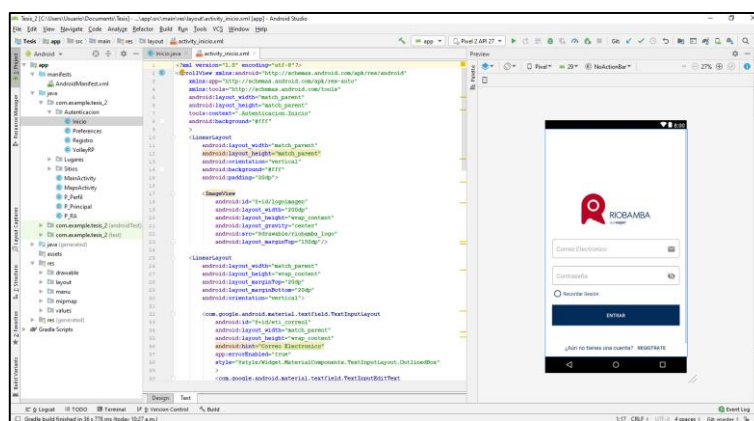


Figura 85: Interfaz Inicio de Sesión
Elaborado por: Los Autores

Mediante el método VerificarLogin se toma el correo electrónico y contraseña realizando una consulta hacia la base de datos a través de servicios web, verificando si el usuario existe. De la misma forma para verifica si la contraseña es correcta, se diseñó el método VerificarPassword el cuál comprueba si la contraseña ingresada coincide con la del usuario encontrado.

```

public void VerificarUsuario(String correo, String password) {
    CORREO = correo;
    PASSWORD = password;
    if (CORREO.isEmpty() || PASSWORD.isEmpty()) {
        Toast.makeText(this, "Debe llenar todos los campos", Toast.LENGTH_SHORT).show();
    } else {
        public void VerificarUsuario(String correo) {
            SharedPreferences sharedPreferences = new SharedPreferences.Builder().setContext(this).build();
            SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();
            editor.putString("correo", correo);
            editor.apply();
        }

        public void VerificarPassword(String password) {
            SharedPreferences sharedPreferences = new SharedPreferences.Builder().setContext(this).build();
            SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();
            editor.putString("password", password);
            editor.apply();
        }

        public void RegistrarUsuario() {
            SharedPreferences sharedPreferences = new SharedPreferences.Builder().setContext(this).build();
            SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();
            editor.putString("correo", correo);
            editor.putString("password", password);
            editor.apply();
        }
    }
}

```

Figura 86: Métodos de la clase Registrar
Elaborado por: Los Autores

Desarrollo Pantalla Principal

En la pantalla principal se realizaron varios métodos tales como la obtención del mapa por medio de la API de Google Maps, que mediante de un servicio web como se muestra en la Figura 89, muestra la ubicación de los lugares turísticos a través de su latitud y longitud visualizándolos en la pantalla principal además de mostrar la ubicación actual del usuario.

```

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_main);
    // Inicialización del mapa
    mMap = GoogleMap.newInstance(this);
    mMap.setOnMapClickListener(new GoogleMap.OnMapClickListener() {
        @Override
        public void onMapClick(LatLng latLong) {
            // Obtener la ubicación actual del usuario
            Location location = LocationManagerCompat.getLastKnownLocation(this);
            // Obtener la latitud y longitud del punto clicado
            double lat = latLong.getLatitude();
            double lon = latLong.getLongitude();
            // Crear un marcador
            Marker marker = mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(latLong).title("Punto clicado"));
            // Mover la cámara al punto clicado
            mMap.animateCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(latLong));
        }
    });
}

```

Figura 87: Interfaz Pantalla Principal
Elaborado por: Los Autores

```

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_main);
    // Inicialización del mapa
    mMap = GoogleMap.newInstance(this);
    mMap.setOnMapClickListener(new GoogleMap.OnMapClickListener() {
        @Override
        public void onMapClick(LatLng latLong) {
            // Obtener la ubicación actual del usuario
            Location location = LocationManagerCompat.getLastKnownLocation(this);
            // Obtener la latitud y longitud del punto clicado
            double lat = latLong.getLatitude();
            double lon = latLong.getLongitude();
            // Crear un marcador
            Marker marker = mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(latLong).title("Punto clicado"));
            // Mover la cámara al punto clicado
            mMap.animateCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(latLong));
        }
    });
}

```

Figura 88: Método para colocar los marcadores en el mapa
Elaborado por: Los Autores

```

class Registro {
    public static function ObtenerTodosLoslugares() {
        //Comentario = "SELECT * FROM ubicacion"; para cargar la ubicacion"
        $consulta = "SELECT
        FROM ubicacion";
        $resultado = $conexion->query($consulta);
        $resultado->fetch(PDO::FETCH_ASSOC);
        return $resultado;
    }

    public static function ObtenerTodosLoslugaresPor() {
        //Comentario = "SELECT * FROM ubicacion"; para cargar la ubicacion"
        $consulta = "SELECT
        FROM ubicacion";
        $resultado = $conexion->query($consulta);
        $resultado->fetch(PDO::FETCH_ASSOC);
        return $resultado;
    }
}

```

Figura 89: Servicio web de los Lugares Turísticos

Elaborado por: Los Autores

Implementación Realidad Aumentada y Geolocalización

Para la parte de integración de realidad aumentada y geolocalización se utilizó el SDK de WikiTude. Este SDK bajo el lenguaje de programación JavaScript permite la visualización de coordenadas a través del uso de la cámara.

```

import com.wikitude.sdk.*;

public class P_RA extends AppCompatActivity implements LocationListener {
    private ARContent arContent;
    private Location location;
    private double latitude;
    private double longitude;
    private float accuracy;
    private int resultCode;

    private void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_p_ra);
        arContent = WikiTude.getInstance().getARContent("http://192.168.1.100:8080/");
        arContent.load();
        arContent.render();
    }

    private void onLocationChanged(Location location) {
        this.location = location;
        latitude = location.getLatitude();
        longitude = location.getLongitude();
        accuracy = location.getAccuracy();
    }
}

```

Figura 90: Activity P_RA Integración Realidad Aumentada y geolocalización

Elaborado por: Los Autores

Se creó la activity P_RA que por medio de la función ArchitectView.Load carga desde el servidor la interfaz de realidad aumentada creada en JavaScript.

```

import * as WikiTude from 'wikitude-sdk';

const arContent = WikiTude.getInstance().getARContent("http://192.168.1.100:8080/");
arContent.load();
arContent.render();

// Location listener
const locationListener = {
    onLocationChanged: function(location) {
        console.log("Location changed: " + location);
    }
};

// Start AR content
const arView = new WikiTude.ARView({
    content: arContent,
    locationListener: locationListener
});
arView.render();

```

Figura 91: Archivo JavaScript Encargado de generar la Realidad Aumentada
Elaborado por: Los Autores

Los datos se obtienen por medio de un servicio web el cual proporciona latitud y longitud de los lugares turísticos registrados en la base de datos y a su vez crea los marcadores que se podrán visualizar por medio de la cámara.

```

1 // Information about server communication. This sample subservice is provided by MLKit and returns random dummy
2 // values near given location.
3
4 // Server information.
5 var serverInformation = {
6   protocol: 'https://202.108.111.101:8080/services/ML_GeminiLocalizationPromoVisita.php',
7   protocol_secure: 'https://202.108.111.101',
8   protocol_secure_port: '443',
9   protocol_secure_port_https: 'https'
10 };
11
12 // The location of an experience (aka "world").
13 var world = {
14   // The user's latest known location, accessible via geolocation.latitude, geolocation.longitude,
15   // geolocation.altitude.
16   geolocation: null,
17   // The key request the data from server periodically, however in this sample data is only requested once.
18   isRequested: false,
19   // The time when we finished.
20   finished: false,
21   // The time when we started.
22   initiallyLoaded: false,
23   // Whether the marker assets.
24   markerImageUri: null,
25   markerImageScale: null,
26   markerImageFractioalIndicator: null,
27   // The list of all markers that are currently shown in the scene / world.
28   markers: [],
29   // The last selected marker.
30   currentMarker: null,
31   localImageCounter: 0,
32   updateLocalImageAndVerifyLocalImageSize: 10,
33 };

```

Figura 92: Conexión al servicio web.
Elaborado por: Los Autores

Además, se realizó una función mediante la cual la aplicación detecta si se encuentra a menos de 100 metros del marcador, de ser así se podrá realizar el registro caso contrario no lo hará.

```

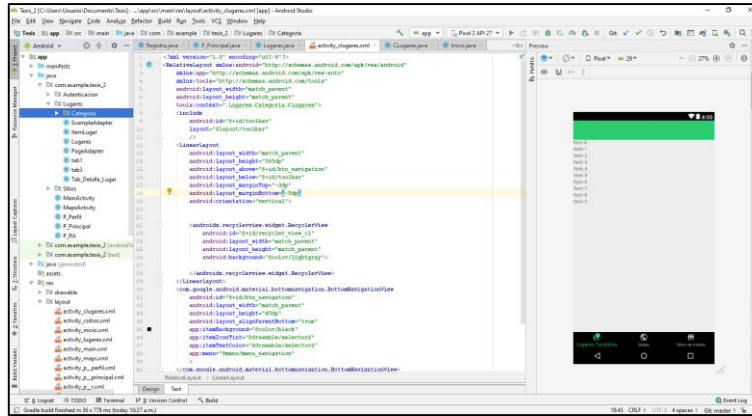
1 // Document.getElementById('save').addEventListener('click', createFrom);
2 var latitude = 0;
3 var longitude = 0;
4 // IndexedList.push()
5
6 // IndexedList.push()
7
8 // IndexedList.push()
9
10 // IndexedList.push()
11
12 // IndexedList.push()
13
14 // IndexedList.push()
15
16 // IndexedList.push()
17
18 // IndexedList.push()
19
20 // IndexedList.push()
21
22 // IndexedList.push()
23
24 // IndexedList.push()
25
26 // IndexedList.push()
27
28 // IndexedList.push()
29
30 // IndexedList.push()
31
32 // IndexedList.push()
33
34 // IndexedList.push()
35
36 // IndexedList.push()
37
38 // IndexedList.push()
39
40 // IndexedList.push()
41
42 // IndexedList.push()
43
44 // IndexedList.push()
45
46 // IndexedList.push()
47
48 // IndexedList.push()
49
50 // IndexedList.push()
51
52 // IndexedList.push()
53
54 // IndexedList.push()
55
56 // IndexedList.push()
57
58 // IndexedList.push()
59
60 // IndexedList.push()
61
62 // IndexedList.push()
63
64 // IndexedList.push()
65
66 // IndexedList.push()
67
68 // IndexedList.push()
69
70 // IndexedList.push()
71
72 // IndexedList.push()
73
74 // IndexedList.push()
75
76 // IndexedList.push()
77
78 // IndexedList.push()
79
80 // IndexedList.push()
81
82 // IndexedList.push()
83
84 // IndexedList.push()
85
86 // IndexedList.push()
87
88 // IndexedList.push()
89
90 // IndexedList.push()
91
92 // IndexedList.push()
93
94 // IndexedList.push()
95
96 // IndexedList.push()
97
98 // IndexedList.push()
99
100 // IndexedList.push()

```

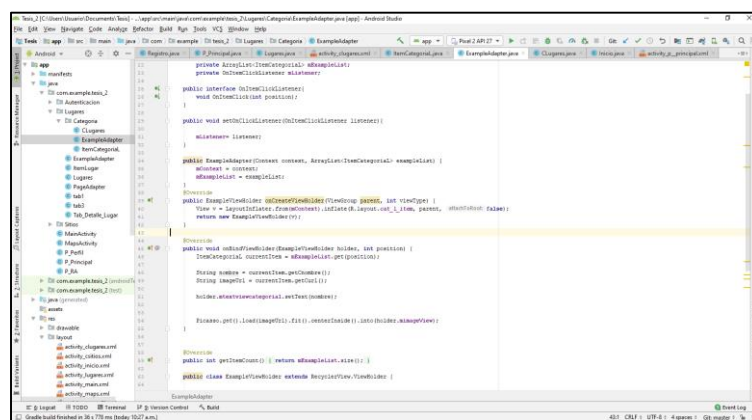
Figura 93: Función para calcular la distancia.
Elaborado por: Los Autores

Desarrollo Categoría Lugares Turísticos

Para poder dividir las categorías de los lugares turísticos se utilizó una activity el cual obtiene las categorías de la base de datos y la muestra de forma en que si se ingresa una nueva categoría el activity se actualizará.



**Figura 94: Activity Categoría Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores**



**Figura 95: Método ExamplerAdapter
Elaborado por: Los Autores**

Desarrollo Detalle Lugar Turístico

El Activity Tab_detalle_Lugar_Turistico tiene como finalidad mostrar la información del Lugar Turístico seleccionado, mostrando de esta forma la información que se encuentra en la base de datos. Al igual que en la realidad aumentada se procedió a implementar un botón el cual registra la vista siempre y cuando el usuario se encuentre cerca del lugar. Posee además la funcionalidad de mostrar los Sitios de Interés cercanos al lugar.

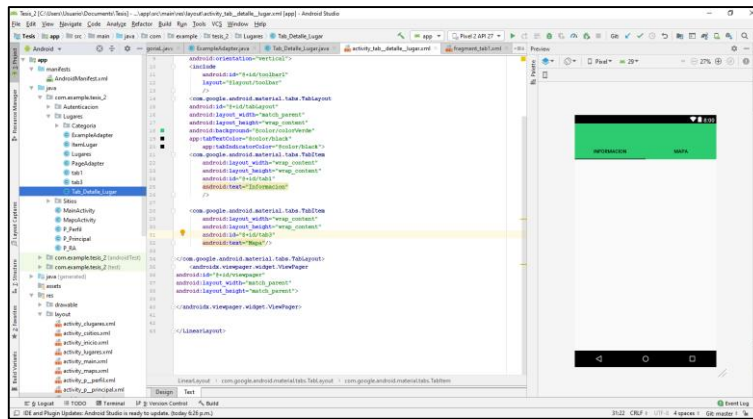


Figura 96: Activity Tab_detalle_Lugar_Turistico
Elaborado por: Los Autores

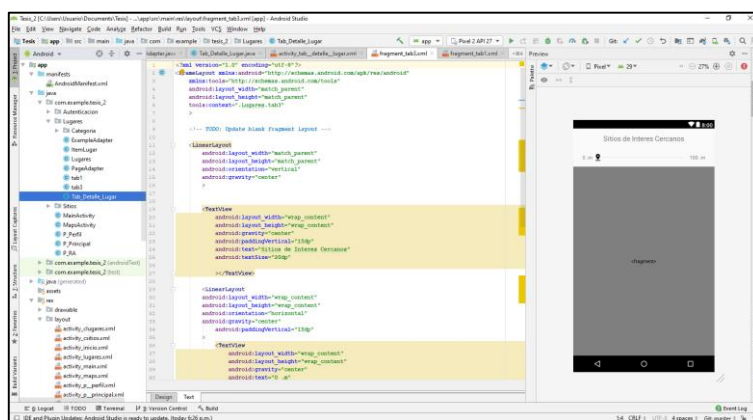


Figura 97: Mapa Sitio de Interés Cercanos
Elaborado por: Los Autores

Desarrollo Categoría Sitios de Interés

Para poder dividir las categorías de los Sitios de Interés se utilizó un activity el cual obtiene las categorías de la base de datos y la muestra de forma en que si se ingresa una nueva categoría el activity se actualizará.

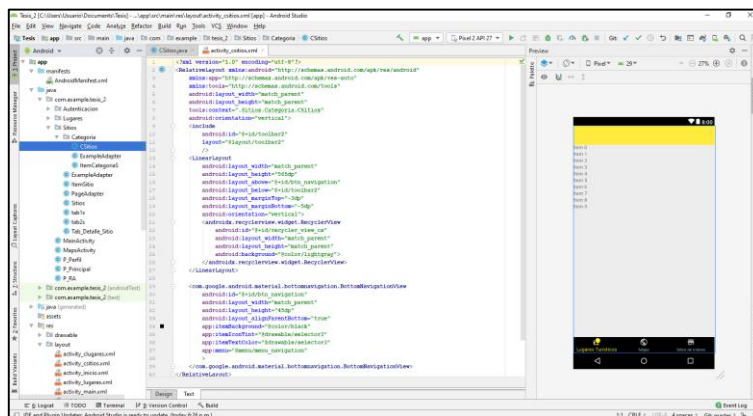
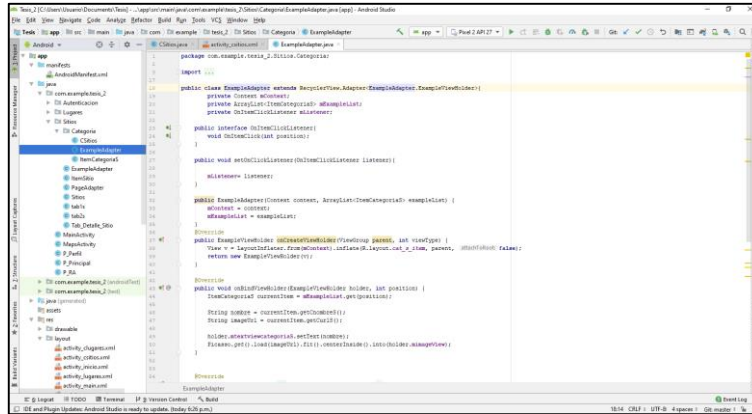


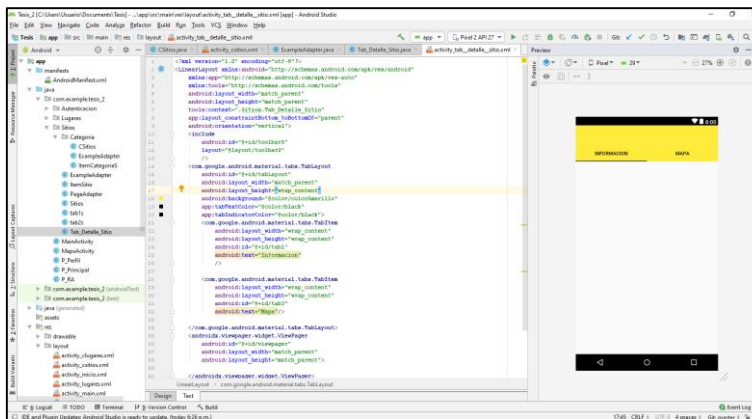
Figura 98: Activity Categoría Sitio de Interés
Elaborado por: Los Autores



**Figura 99: Método ExamplerAdapter
Elaborado por: Los Autores**

Desarrollo Detalle Sitio de Interés

Este Activity Tab_detalle_Sitio_Interes tiene como finalidad mostrar la información del Sitio de Interés seleccionado, mostrando de esta forma la información que se encuentra en la base de datos. Cuenta con una función que muestra el estado del sitio de interés acorde a la hora actual, ya sea cerrado o abierto dependiendo de la hora del dispositivo. Posee además la funcionalidad de mostrar los Lugares Turísticos más cercanos al lugar.



**Figura 100: Activity Tab_detalle_Sitio_Interes
Elaborado por: Los Autores**

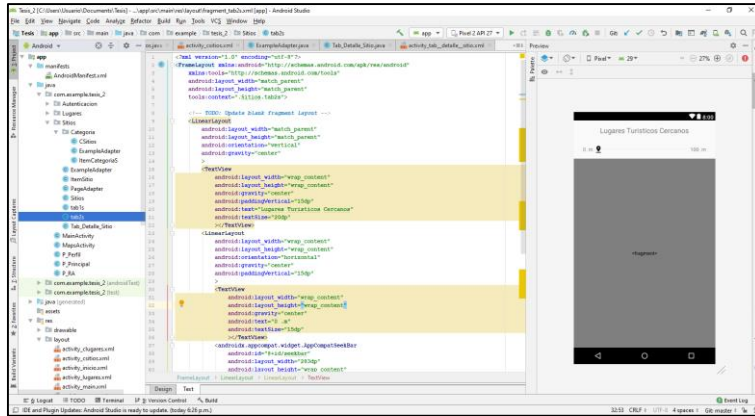


Figura 101: Información del Sitio de Interés
Elaborado por: Los Autores

ANEXO IX. Fase de Pruebas del sistema.

Para la fase de ejecución se utilizó un Smartphone con sistema operativo Android 9.0, este dispositivo deberá tener activada la función de “Depuración USB” que se encuentra en las Opciones de Desarrollador del sistema, de manera que Android Studio lo reconozca como un emulador y pueda ejecutar la aplicación dentro del dispositivo.



Figura 102: Información del Sitio de Interés
Elaborado por: Los Autores

Una vez conectado el dispositivo y activada la función de Depuración USB, Android Studio lo reconocerá y procedente a ello se podrá ejecutar la aplicación en el dispositivo.

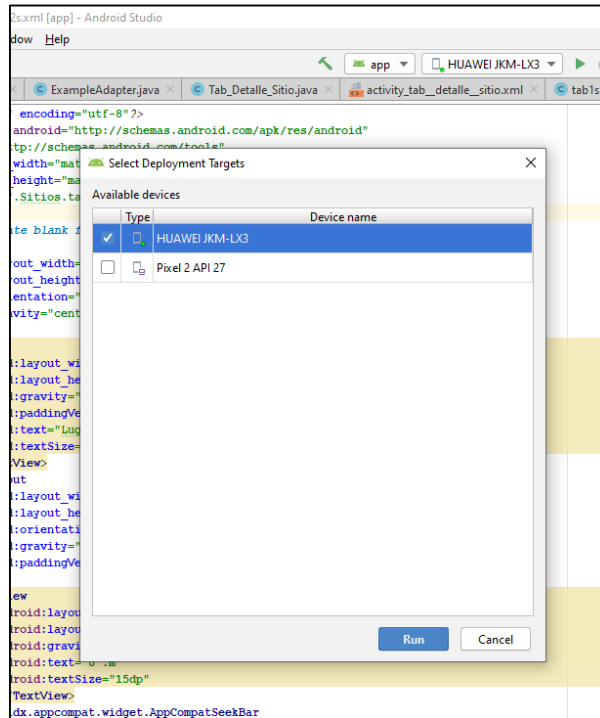


Figura 103: Ejecución de la aplicación móvil en el dispositivo.
Elaborado por: Los Autores

AL iniciar la aplicación se despliega una ventana en la cual el usuario posee la opción de registrarse o Ingresar a la aplicación.



Figura 104: Interfaz Pantalla de Inicio
Elaborado por: Los Autores

El usuario debe registrarse previo al inicio de sesión. Para ello debe presionar sobre “Regístrate” lo cual abrirá una nueva ventana, en donde el usuario ingresará su información correspondiente logrando así el registro de sus datos.

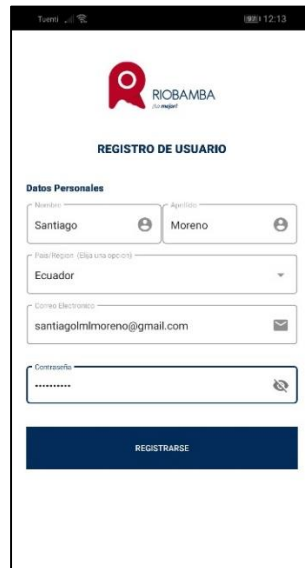


Figura 105: Interfaz Registro de Usuarios
Elaborado por: Los Autores

Luego del registro se procede a desplegar la pantalla de inicio en donde el usuario utilizará el correo electrónico y contraseña que ingresó en el registro para poder entrar al sistema. Para mantener la sesión abierta se procedió a crear una casilla en la cual al marcarla la sesión se mantiene abierta incluso cuando se cierra la aplicación.

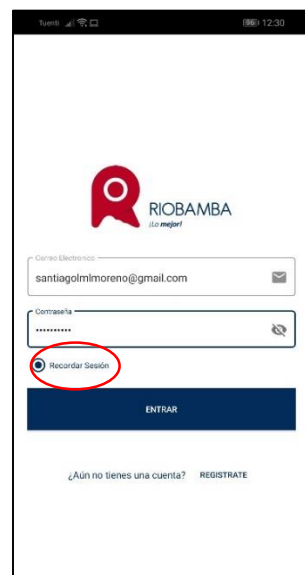


Figura 106: Método Recordar Sesión.
Elaborado por: Los Autores

Al ingresar en la aplicación mediante el proceso de Inicio de Sesión se abrirá la pantalla principal del aplicativo, la cual cuenta con varias funciones como:

- **MAPA**

Dentro de mapa podemos visualizar los lugares turísticos registrados desde el aplicativo web.

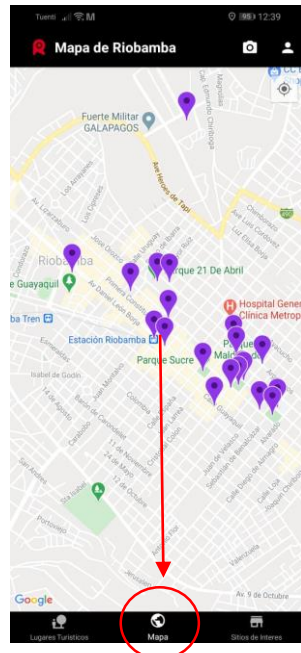


Figura 107: Botón Mapa
Elaborado por: Los Autores

Cuenta con un botón en la parte superior de la derecha, el cual al presionarlo nos lleva a nuestra ubicación actual en el mapa.



Figura 108: Botón de Geolocalización.
Elaborado por: Los Autores

Al seleccionar cualquier marcador del mapa podremos visualizar el nombre del Lugar Turístico, además de ello nos mostrara un botón mediante el cual ejecuta la aplicación de Google Maps y traza la ruta más corta hacia el lugar.

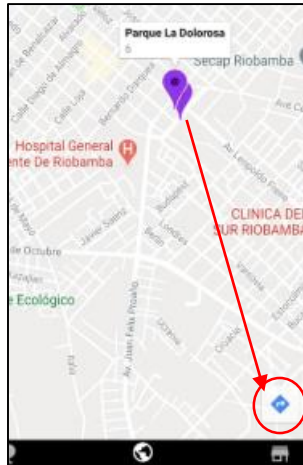


Figura 109: Botón Trazar Ruta en Google Maps
Elaborado por: Los Autores

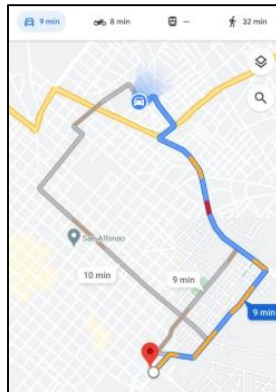


Figura 110: Interfaz de Google Maps con la Ruta Trazada
Elaborado por: Los Autores

En la barra superior podemos visualizar dos botones mediante los cuales tendremos acceso a la cámara del dispositivo o a su vez a la información del Usuario.



Figura 111: Barra superior en la Pantalla Principal
Elaborado por: Los Autores

Al presionar en el botón de cámara inmediatamente se visualizará en la pantalla la interfaz de Realidad Aumentada mostrándonos los lugares turísticos a nuestro alrededor.



Figura 112: Interfaz Realidad Aumentada y Geolocalización
Elaborado por: Los Autores

Si se selección cualquier marcador, en la parte derecha se despliega la información del lugar.



Figura 113: Detalle del Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores

Si deseamos registrar la visita en lugar presionamos el botón Registro he inmediata la aplicación detecta si nos encontramos a menos de 100 m del lugar. Si el usuario se

encuentra dentro del rango el registro será válido, de no ser así nos mostrará un mensaje de alerta informándonos que debemos estar cerca del lugar.



Figura 114: Cuadro de alerta si se realiza el Registro de la Vista
Elaborado por: Los Autores



Figura 115: Cuadro de alerta si no realiza el Registro de la Vista
Elaborado por: Los Autores

Si elegimos la opción de usuario en la barra superior podremos visualizar la información del usuario, así como también la opción de cerrar la sesión. El ID que genera el usuario al registrarse se utiliza para validar promociones en los sitios de Interés Registrados desde la web, el usuario presenta el ID al administrador del Sitio de Interés y el realiza la validación dependiendo de los Lugares que ha visitado.

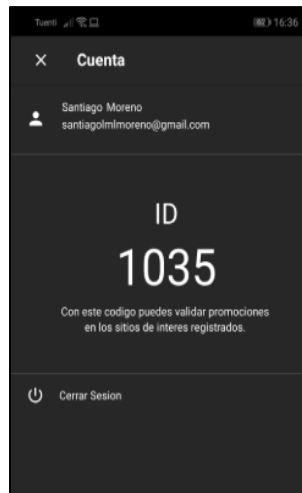


Figura 116: Información de la Cuenta del Usuario
Elaborado por: Los Autores

- **Lugares Turísticos**

Dentro de esta interfaz podemos observar las categorías de los Lugares Turísticos registrados. Al seleccionar la categoría se nos despliega un listado con todos los Lugares Turísticos acorde a su categoría.



Figura 117: Interfaz Categorías Lugares Turísticos
Elaborado por: Los Autores

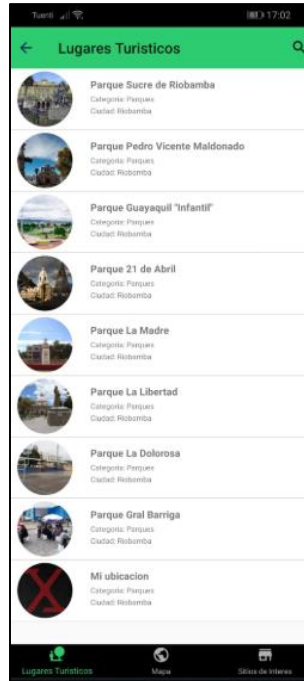


Figura 118: Interfaz Categorías Lugares Turísticos
Elaborado por: Los Autores

Al seleccionar el Lugar Turísticos podremos visualizar los detalles del lugar.



Figura 119: Interfaz Detalle del Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores

De la misma forma que se implementó el botón para registrar las visitas en la interfaz de Realidad Aumentada se procedió con la creación del botón dentro del detalle del lugar el cual posee las mismas funcionalidades, así como la comprobación de que si el usuario se encuentra dentro del rango del lugar pueda registrar la visita.

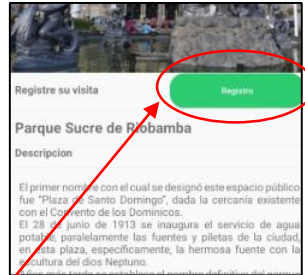


Figura 120: Botón Registrar Visita
Elaborado por: Los Autores

En la opción de mapa podemos elegir el rango para que nos muestre los sitios de interés cercanos al Lugar Turístico a una distancia de 100 metros a la redonda.

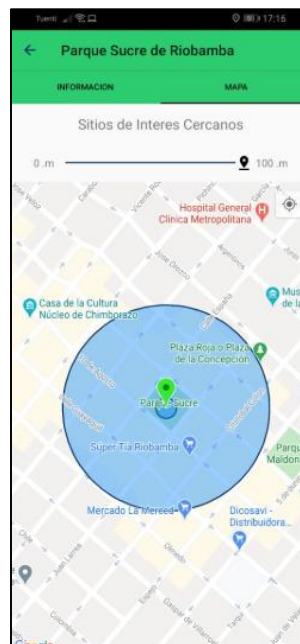


Figura 121: Mapa Sitios de Interés Cercanos al Lugar Turístico
Elaborado por: Los Autores

- **Sitios de Interés**

En la interfaz de sitios de interés podemos observar las categorías de los sitios registrados como se muestra en la Figura 122. Al seleccionar la categoría se nos despliega un listado con todos los Sitios de Interés acorde a su categoría.



Figura 122: Interfaz Categorías Sitios de Interés
Elaborado por: Los Autores

Dentro de este listado se implementó un método mediante el cual dependiendo de la hora del dispositivo nos muestra el estado actual del sitio ya sea Cerrado o Abierto.

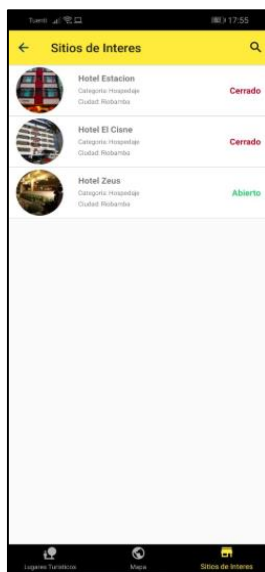


Figura 123: Listado de los Sitios de Interés
Elaborado por: Los Autores

Al seleccionar el Sitio de Interés podremos visualizar los detalles del sitio. El número de visitas seguirá incrementado dependiendo de la validación que se realice con el administrador del sitio de Interés.



Figura 124: Interfaz Detalle Sitio de Interés
Elaborado por: Los Autores

En la opción de mapa podemos elegir el rango, para poder visualizar los Lugares Turísticos cercanos al Sitio de Interés a una distancia de 100 metros a la redonda.

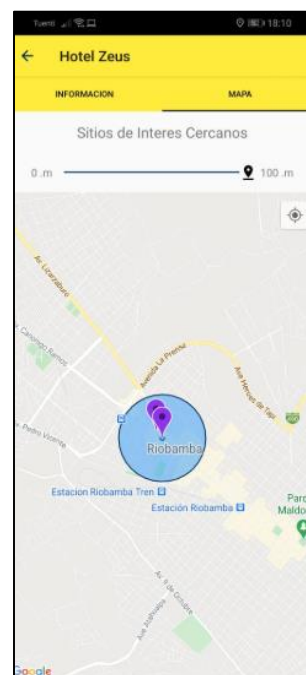


Figura 125: Mapa Lugares Turísticos Cercanos al Sitio de Interés
Elaborado por: Los Autores

ANEXO X. Configuración y simulación de JMeter para la carga de datos para la aplicación.

Una vez ejecutado JMeter procedemos a crear un nuevo “Grupo de Hilos”.

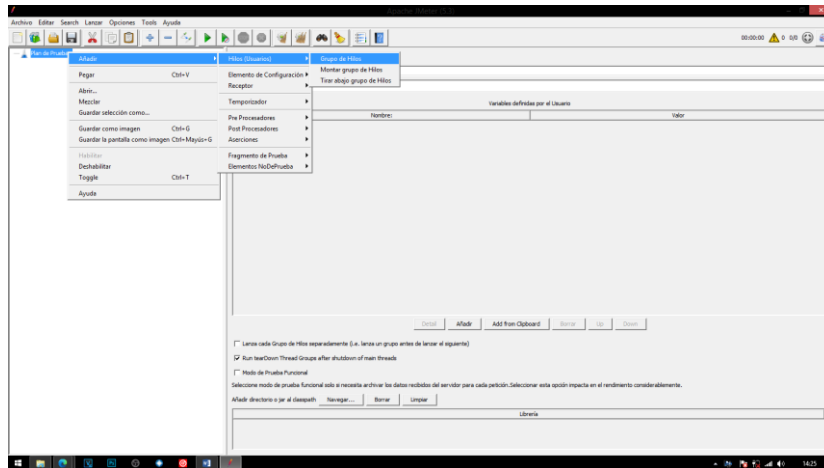


Figura 126: Creación de hilos en JMeter
Elaborado por: Los Autores

Añadimos un servidor proxy como se muestra en la figura 127. El servidor proxy será el encargado de establecer comunicación con el dispositivo móvil.

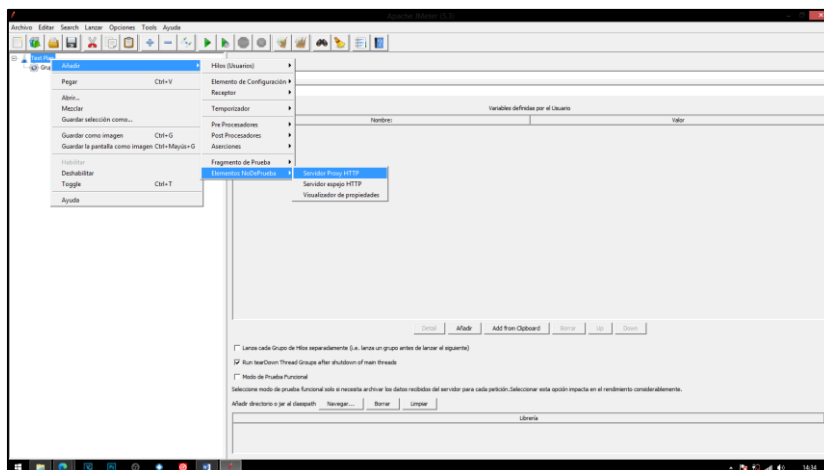


Figura 127: Añadir proxy
Elaborado por: Los Autores

Configuramos el puerto por donde se establecerá conexión JMeter y el dispositivo móvil, en este caso será por el puerto “8888”.

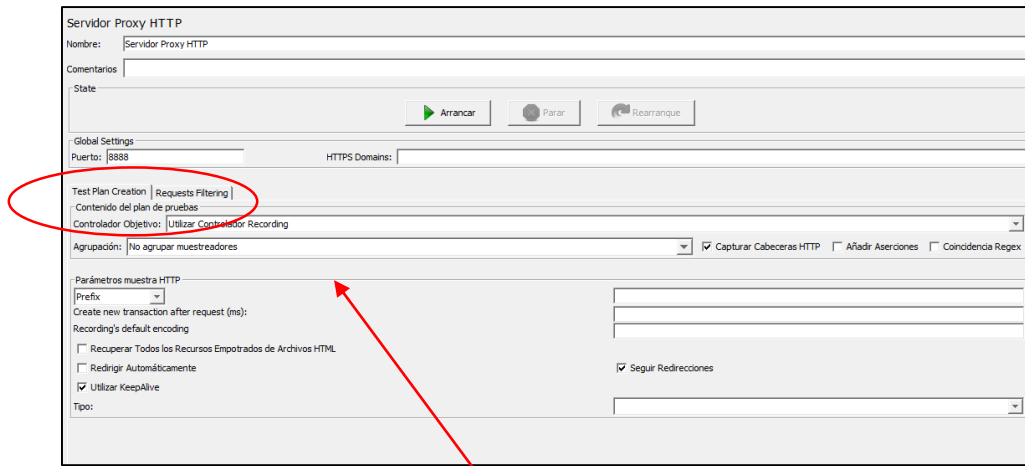


Figura 128: Configuración del puerto
Elaborado por: Los Autores

Antes de seleccionar la opción “Arrancar” configuraremos el dispositivo dentro de la misma red. En el dispositivo móvil configuraremos el puerto proxy de la siguiente manera:

Entramos en “Ajustes” y seleccionamos la opción de “Conexiones inalámbricas y redes”, en donde seleccionaremos la opción de “WiFi”.

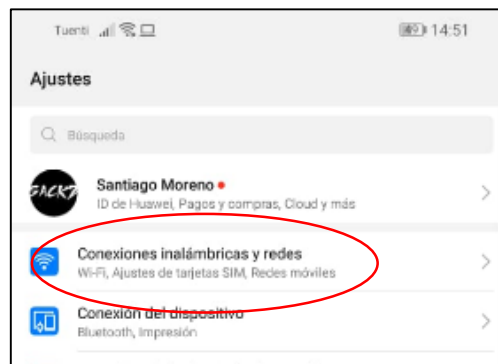


Figura 129: Conexiones inalámbricas
Elaborado por: Los Autores

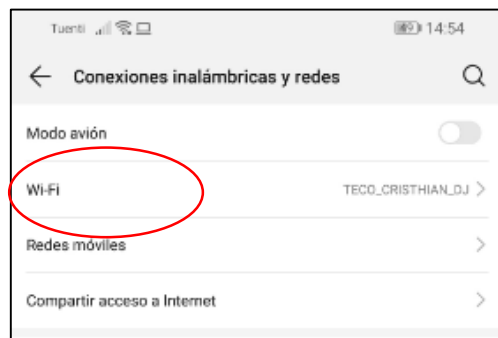


Figura 130: Configuración del Wi-Fi
Elaborado por: Los Autores

Verificamos si el dispositivo se encuentra en la misma red local y procedemos a la configuración del proxy, para lo cual mantendremos presionado sobre la red local y nos mostrara 2 opciones, elegimos la opción de **“Modificar Red”**.

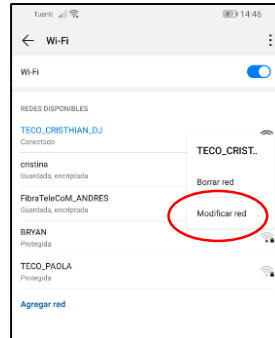


Figura 131: Modificar la red
Elaborado por: Los Autores

Se desplegará la siguiente ventana, dentro de la cual seleccionaremos la opción de **“Mostrar opciones avanzadas”**, presionamos sobre proxy y seleccionamos la opción **“Manual”**.

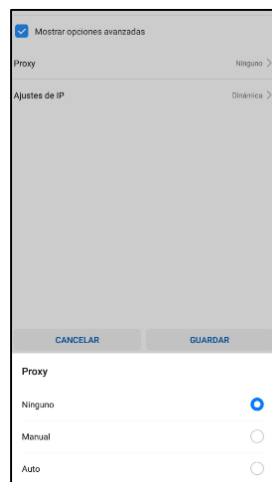


Figura 132: Configuración Proxy
Elaborado por: Los Autores

Ingresamos la dirección IP de la máquina, en el apartado **“Nombre de host de proxy”** y en el apartado **“Puerto proxy”** ingresamos el puerto que asignamos en la figura 133 y seleccionamos **“Guardar”**

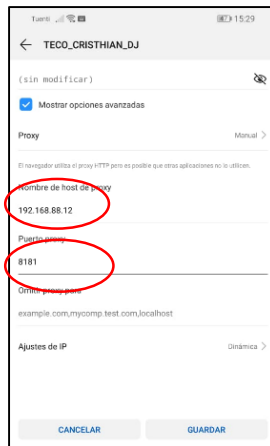


Figura 133: Guardar proxy
Elaborado por: Los Autores

Antes de arrancar con la conexión agregaremos un “Controlador de Grabación”, el cual permite grabar el flujo de trabajo de la aplicación móvil. Para ello damos click derecho sobre “**Grupo de hilos**”, seleccionamos “**Controlador Lógico**”, y elegimos “**Controlador Grabación**”.

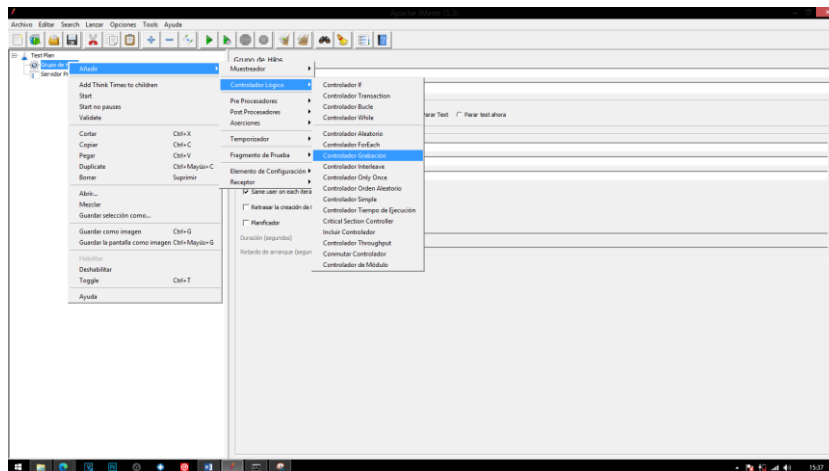
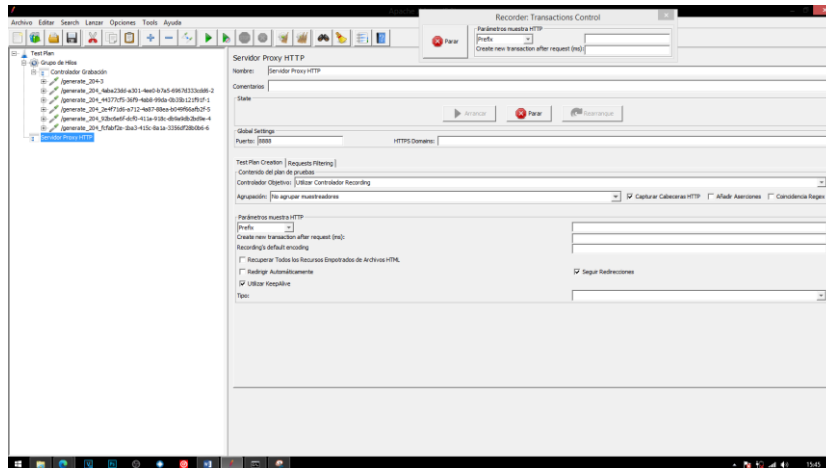


Figura 134: Controlador de grabación JMeter
Elaborado por: Los Autores

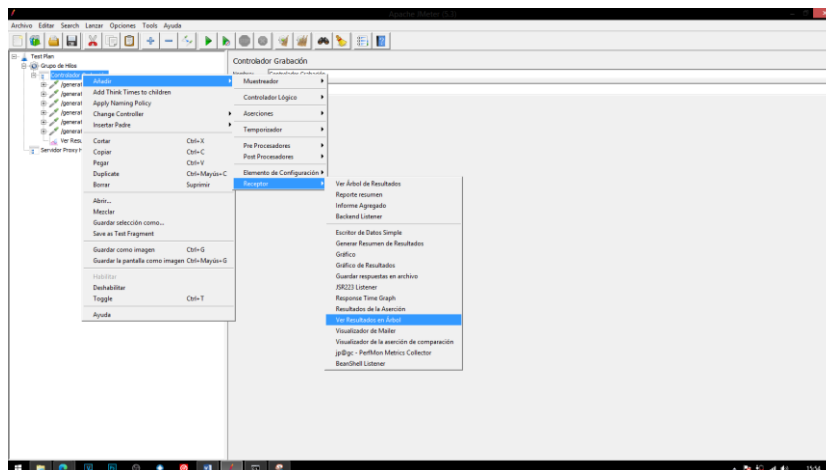
Seleccionamos “**Servidor Proxy**” y damos click en “**Arrancar**”. Podemos observar que en la opción de “**Controlador Grabación**” se empieza a grabar las interacciones con el dispositivo.

Para poder grabar el flujo de trabajo basta con abrir la aplicación y navegar por sus distintas opciones.



**Figura 135: Grabado de flujo de trabajo
Elaborado por: Los Autores**

Una vez obtenido el flujo de trabajo de la aplicación detendremos la grabación. Para poder ver los resultados de la simulación elijamos la opción **“Ver Resultados en Árbol”**.



**Figura 136: Resultados JMeter
Elaborado por: Los Autores**

Configuramos en **“Grupo de Hilos”** la cantidad de peticiones y arrancamos con la simulación.

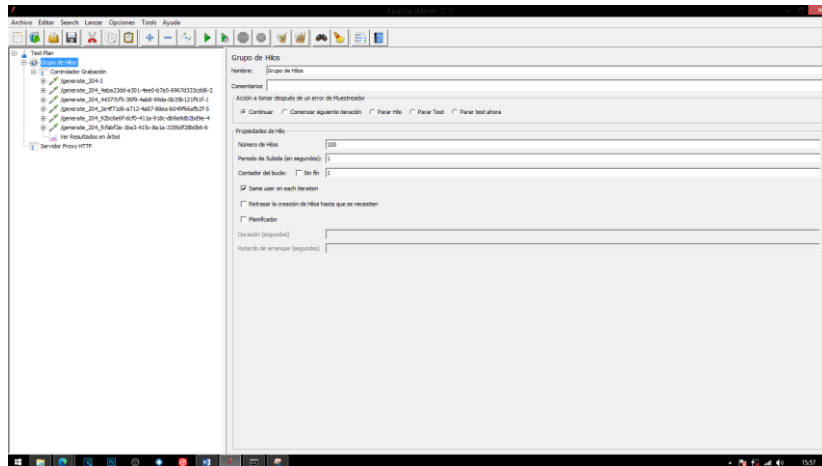


Figura 137: Configuración de peticiones
Elaborado por: Los Autores

Los resultados de la simulación se podrán observar en la opción “Ver Resultados en Árbol”

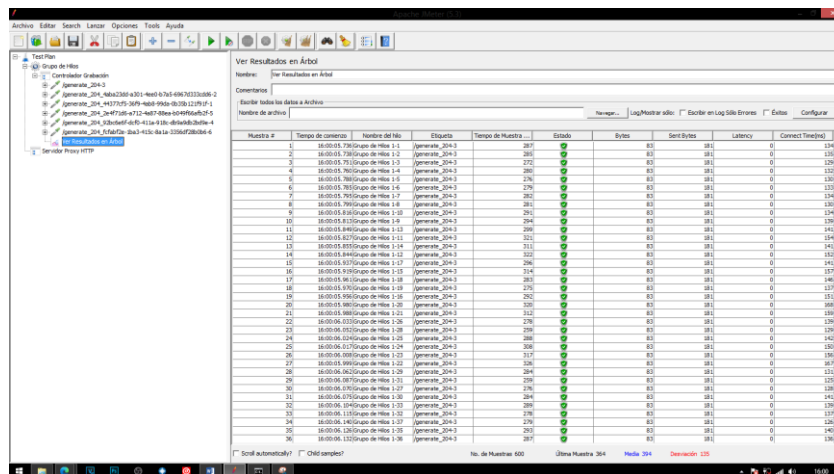


Figura 138: Resultados del árbol
Elaborado por: Los Autores