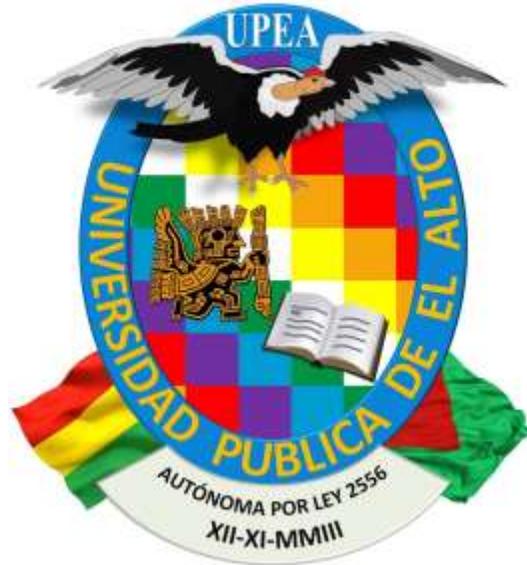


UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



PROYECTO DE GRADO

APLICACION DE REALIDAD AUMENTADA PARA LOS SITIOS TURISTICOS EN LA CIUDAD DE EL ALTO CASO: UNIDAD DE TURISMO GAMEA

Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas
MENCIÓN: INFORMATICA Y COMUNICACIONES

POSTULANTE: JESUS ALBERTO TICONA CONDORI

TUTOR METODOLÓGICO: ING. MARISOL ARGUEDAS BALLADARES

TUTOR REVISOR: ING. FREDDY SALGUEIRO TRUJILLO

TUTOR ESPECIALISTA: M. SC. (C) ING. ENRIQUE FLORES BALTAZAR

EL ALTO – BOLIVIA

2020

DEDICATORIA

Dedico especialmente a las personas que me ayudaron a seguir desarrollando este proyecto de grado con palabras de aliento, con motivaciones, y lo que parecía imposible ahora es una realidad, todo el esfuerzo puesto en esta tesis se lo debo a esas personas que hicieron que mi vida fuera mejor, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer primero a Dios por todas las bendiciones recibidas en mi vida.

Agradecer a mi tutor especialista Ing. Enrique Flores Baltazar, por su apoyo desinteresado, y su conocimiento compartido que me ayudo a desarrollar este proyecto de grado.

Agradecer a mi tutor metodológico, por su tiempo, comprensión, paciencia y orientación con sus conocimientos en la realización de este proyecto de grado.

Agradecer a mi tutor revisor por brindarme su conocimiento, experiencia, apoyo incondicional, el tiempo dedicado y por su paciencia, que me ayudaron a culminar el presente proyecto de grado.

Resumen

La realidad aumentada es una tecnología que se usa para la unión de un mundo virtual con el mundo real que es utilizado en varias áreas, el presente proyecto de investigación es desarrollado para interactuar con los Sitios Turísticos de la ciudad de El Alto, teniendo información visual, textual, multimedia y de tecnología 3D, se utiliza la metodología ágil para el diseño de aplicaciones multimedia de dispositivos móviles y metodología de diseño para aplicaciones de realidad aumentada; como resultado de ambas metodologías y uso de las herramientas Unity, Vuforia y Blender, se desarrolló de manera satisfactoria la aplicación de realidad aumentada portable, accesible y con modelos tridimensionales para fomentar al turismo de la población en la ciudad de El Alto.

Abstract

Augmented reality is a technology that is used to unite a virtual world with the real world that is used in various areas, this research project is developed to interact with the Tourist Sites of the city of El Alto, having visual information , textual, multimedia and 3D technology, the agile methodology is used for the design of multimedia applications for mobile devices and the design methodology for augmented reality applications; As a result of both methodologies and the use of the Unity, Vuforia and Blender tools, the portable, accessible augmented reality application with three-dimensional models was successfully developed to promote tourism for the population in the city of El Alto.

1	MARCO PRELIMINAR.....	1
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	ANTECEDENTES	2
1.2.1	<i>Institucional</i>	2
1.2.2	<i>Internacional</i>	4
1.2.3	<i>Nacional</i>	5
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.3.1	<i>Problema principal</i>	7
1.3.2	<i>Problemas secundarios</i>	7
1.3.3	<i>Formulación del problema</i>	8
1.4	OBJETIVOS	8
1.4.1	<i>Objetivos General</i>	8
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i>	9
1.5	LÍMITES Y ALCANCES	9
1.5.1	<i>Limites</i>	9
1.5.2	<i>Alcances</i>	10
1.6	JUSTIFICACIÓN.....	11
1.6.1	<i>Justificación técnica</i>	11
1.6.2	<i>Justificación económica</i>	12
1.6.3	<i>Justificación social</i>	12
1.7	APORTES	12
1.7.1	<i>Practico</i>	12

1.7.2	<i>Teórico</i>	13
2	MARCO TEÓRICO	14
2.1	SITIO TURÍSTICO	14
2.1.1	<i>Jerarquización de los sitios turísticos</i>	14
2.1.2	<i>Los recursos turísticos</i>	15
2.1.3	<i>Medios por el cual conocer los Sitios Turísticos</i>	17
2.1.4	<i>Demanda turística</i>	18
2.2	SITIOS TURÍSTICOS DE LA CIUDAD DE EL ALTO	18
2.3	APLICACIÓN MÓVIL.....	19
2.3.1	<i>Ingeniería móvil</i>	19
2.4	REALIDAD AUMENTADA	20
	COMBINA MUNDO REAL Y MUNDO VIRTUAL.....	21
	ES INTERACTIVO EN TIEMPO REAL.....	21
	SE REGISTRA EN TRES DIMENSIONES.	21
2.4.1	<i>Tipos de realidad aumentada</i>	22
2.4.2	<i>Componentes y aplicaciones de la RA</i>	25
2.4.3	<i>Aplicaciones de realidad aumentada</i>	28
2.5	METODOLOGÍA ÁGIL PARA EL DISEÑO DE APLICACIONES MULTIMEDIA DE DISPOSITIVOS MÓVILES	34
2.5.1	<i>Fase de requerimiento</i>	35
2.5.2	<i>Fase de planificación</i>	37
2.5.3	<i>Fase de diseño</i>	40
2.5.4	<i>Fase de codificación</i>	44

2.5.5 Fase de prueba.....	48
2.6 MÉTRICAS CALIDAD DE SOFTWARE.....	50
<i>Calidad de Software</i>	50
<i>Calidad:</i>	50
<i>Métrica:</i>	50
<i>Métricas de calidad del software:</i>	51
2.6.1 Factores de la calidad ISO 9126	51
<i>Funcionalidad:</i>	52
<i>Adaptabilidad</i>	52
<i>Exactitud.</i>	52
<i>Interoperabilidad</i>	52
<i>Conformidad.</i>	52
<i>Seguridad.</i>	53
<i>Confiabilidad:</i>	53
<i>Nivel de Madurez.</i>	53
<i>Tolerancia a fallas.</i>	53
<i>Recuperación.</i>	53
<i>Usabilidad:</i>	53
<i>Comprensibilidad</i>	53
<i>Facilidad de Aprender.</i>	53
<i>Operabilidad.</i>	53
<i>Eficiencia:</i>	53
<i>Comportamiento con respecto al Tiempo.</i>	53

<i>Comportamiento con respecto a Recursos.</i>	54
<i>Mantenibilidad:</i>	54
<i>Capacidad de análisis.</i>	54
<i>Capacidad de modificación.</i>	54
<i>Estabilidad.</i>	54
<i>Facilidad de Prueba.</i>	54
<i>Portabilidad:</i>	54
<i>Adaptabilidad.</i>	54
<i>Facilidad de Instalación.</i>	54
<i>Conformidad.</i>	54
<i>Capacidad de reemplazo.</i>	54
2.7 HERRAMIENTAS	55
2.7.1 Unity.....	55
2.7.2 Vuforia	56
2.7.3 Blender.....	58
2.7.4 C Sharp (C#).....	58
2.7.5 Python	60
2.8 ANÁLISIS DE COSTOS DE SOFTWARE COCOMO	61
2.8.1 Cocomo II.....	61
<i>Aplicaciones desarrolladas por Usuarios Finales:</i>	62
<i>Generadores de Aplicaciones:</i>	62
<i>Aplicaciones con Componentes:</i>	62
<i>Sistemas Integrados:</i>	63

<i>Infraestructura:</i>	63
2.8.2 <i>Estimación del Desarrollo del Esfuerzo</i>	64
2.8.3 <i>Ajuste Mediante los Atributos de Costo</i>	66
2.8.4 <i>Tiempo de Desarrollo</i>	68
3 MARCO APLICATIVO	70
3.1 REESTRUCTURACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE DESARROLLO	70
3.2 REQUERIMIENTOS	71
3.2.1 <i>Requerimiento de los usuarios</i>	71
3.2.2 <i>Análisis de la información recolectada</i>	72
3.2.3 <i>Requerimientos de la aplicación móvil</i>	72
3.2.4 <i>Realidad aumentada y el uso de marcadores</i>	75
3.2.5 <i>Definición del hardware y software para el uso de la aplicación de realidad aumentada</i>	75
3.2.6 <i>Definición principios de usabilidad</i>	75
3.3 FASE DE PLANIFICACIÓN	78
3.3.1 <i>Identificación de eventos</i>	78
<i>Módulo de Realidad Aumentada:</i>	79
<i>Modulo principal:</i>	80
<i>Información Multimedia:</i>	80
3.3.2 <i>Modelo de iteración</i>	82
3.3.3 <i>Actividades del proyecto</i>	89
3.4 FASE DE DISEÑO	91
3.4.1 <i>Diseño conceptual</i>	91

3.4.2	<i>Diseño Navegacional</i>	92
3.4.3	<i>Diseño de interfaz abstracta</i>	92
3.4.4	<i>Diseño de interfaz abstracta</i>	93
3.5	CODIFICACIÓN	110
3.5.1	<i>Reconocimiento de las imágenes</i>	110
3.5.2	<i>Creación de la Aplicación con Unity y Vuforia</i>	111
3.6	PRUEBAS.....	120
3.6.1	<i>Pruebas unitarias</i>	120
3.6.2	<i>Pruebas de integración</i>	121
3.6.3	<i>Pruebas de validación</i>	121
3.6.4	<i>Pruebas de usabilidad</i>	121
3.6.5	<i>Pruebas de caja negra</i>	122
3.6.6	<i>Pruebas de caja blanca</i>	122
4	SEGURIDAD Y CALIDAD	123
4.1	SEGURIDAD.....	123
4.1.1	<i>Caracterización de Vulnerabilidades</i>	123
4.1.2	<i>Información de Usuario</i>	125
4.2	CALIDAD.....	125
4.2.1	<i>Factores de calidad según estandar iso-9126</i>	126
4.3	CONFIABILIDAD	130
4.4	USABILIDAD.....	131
4.5	EFICIENCIA	132
4.6	FACILIDAD DE RECIBIR MANTENIMIENTO	132

4.7 PORTABILIDAD.....	133
5 COSTO BENEFICIO	136
5.1 ESTIMACIÓN DEL COSTO	136
5.1.1 <i>Calculo de costo mediante COCOMO II</i>	136
5.2 COSTO DE LA APLICACIÓN.....	138
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	142
6.1 CONCLUSIONES.....	142
6.2 RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFIA.....	144
ANEXOS.....	I
ANEXO A. ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	II
ANEXO B. ÁRBOL DE OBJETIVOS	III
ANEXO C. AVALES DE LOS TUTORES Y LA INSTITUCIÓN	IV
ANEXO D. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	VIII
ANEXO E. SUBIDA DE INFORMACIÓN MULTIMEDIA A LA PLATAFORMA BITTUBE.	XIV
MANUAL DE USUARIO.....	XV
MANUAL TECNICO.....	XXI
PRESENTACIÓN:	XXII
OBJETIVO:.....	XXII
REQUISITOS DEL SISTEMA	XXII
HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	XXII

<i>Unity:</i>	<i>xxii</i>
<i>6.2.1 Vuforia</i>	<i>xxiii</i>
<i>6.2.2 Blender</i>	<i>xxiii</i>
CASOS DE USO.....	XXIV
DIRECTORIOS DE LA APLICACIÓN	XXVIII
<i>Botones:</i>	<i>xxviii</i>
<i>Fondos:</i>	<i>xxviii</i>
<i>Letras creadas:</i>	<i>xxviii</i>
<i>Logos:</i>	<i>xxviii</i>
<i>Scripts:</i>	<i>xxviii</i>
<i>Modelos:</i>	<i>xxviii</i>

1 MARCO PRELIMINAR

1.1 Introducción

La tecnología en el campo de diseño, modelado y simulación hacia Sitios Turísticos de todo el mundo ha crecido significativamente en los últimos años con la ayuda del área de la informática, como resultado de su implementación se obtiene una mayor eficacia en cuanto a poder visualizar, comprender e interactuar con objetos tridimensionales. (PARDO, 2014)

La realidad aumentada como parte de ese avance tecnológico, ha sido de mucho beneficio para muchas áreas y entornos de trabajo tales como la medicina, la arquitectura, la mecánica, la educación, la traducción de lenguajes, la publicidad, la astronomía y la exploración de Sitios para poder visitar y hacer turismo.

El presente trabajo de investigación describe el desarrollo de una Aplicación de Realidad Aumentada para la fomentación de los Sitios Turísticos en la Ciudad de El Alto, con el fin de promover y hacer la difusión de los lugares de atracción turística por medio de la tecnología.

Los paradigmas del turista están cambiando, se ha pasado de viajar con un guía debajo del brazo, a un viajero ¹flashpacker, cargado de ²gadgets tecnológicos que mejoran su experiencia en el viaje. Es el entorno perfecto para que tecnologías como la realidad aumentada, nos permitan complementar recursos interactivos con el mundo real y así mejorar la difusión de los Sitios Turísticos.

¹ Flashpacker describe a un mochilero que le gusta el lujo, flash = *fancy* = lujo y *backpacker* = mochilero. Son las personas que viajan con todo en su mochila y que prefieren viajar por su cuenta, sin tours o agencias de viaje, pero con comodidades.

² Gadget es un dispositivo que tiene un propósito y una función específica, generalmente de pequeñas proporciones, práctico y a la vez novedoso.

Un Sitio Turístico es un atractivo o un hecho que genera interés entre la población. De este modo, puede tratarse de un motivo para que una persona tome la decisión de visitar una ciudad o un país. El valor de los Sitios Turísticos puede radicar en diferentes cuestiones. En algunos casos, se trata de espacios de importancia histórica. En otros, la atracción surge por la belleza natural. Más allá de lugares concretos (físicos), hay Sitios Turísticos que son más bien simbólicos, como la gastronomía o la oferta de eventos. (Navarro, 2013).

Para el desarrollo de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada orientada al turismo de los Sitios Turísticos de la Ciudad de El Alto se hace uso de dos metodologías de desarrollo, una enfocada exclusivamente al desarrollo de aplicaciones móviles como lo es la metodología MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles) y la segunda la Metodología de Diseño para Aplicaciones de Realidad Aumentada, enfocada como su nombre lo indica a aplicaciones de Realidad Aumentada.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Institucional

El Alto cuenta con atractivos turísticos que son inigualables al ser paradisíacos: lagunas de colores; miradores con panoramas de 360° y los más altos del Departamento de La Paz ya que desde estos se pueden apreciar el Lago Titicaca, Sajama, Cordillera Real la ciudad de El Alto y La Paz. A la vez El Alto es la Capital Andina de Bolivia, ya que alberga a migrantes de las diferentes provincias del Departamento de La Paz, los cuales trajeron sus diferentes costumbres.

Pero hoy en día El Alto, es la segunda ciudad más poblada e importante de Bolivia, la más joven de Sudamérica y Bolivia, la Capital Andina y la ciudad del futuro, siendo que tanto en el área rural y urbana engloba una serie de atractivos turísticos entre naturales, culturales y sitios recreativos donde puedes realizar actividades de turismo de aventura.

Lo cual en la actualidad ha llamado la atención no solo a la población local sino a segmentos del interior del país y a nivel internacional, así como medios de prensas nacionales e internacionales mostrando la identidad alteña en su diario vivir.

La unidad de Turismo de la secretaria municipal de desarrollo económico de la dirección de competitividad e innovación del GAMEA, tiene las siguientes características que ayudan al conocimiento del turismo en la ciudad.

1.2.1.1 Misión.

Diseñar políticas y estrategias turísticas destinadas a incluir de forma efectiva y real al municipio en la actividad turística aprovechando de manera sostenible los recursos naturales, históricos, artesanales, folklóricos, etc. donde los proyectos en ejecución y por ejecutarse fortalezcan y enriquezcan el producto turístico a ser comercializados, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio y en especial de los menos favorecidos por el ingreso directo de divisas económicas generadas por la actividad turística.

1.2.1.2 Visión.

El Alto es una ciudad rica en términos culturales, naturales, folklóricos, artesanales e históricos, por lo que el turismo se presenta como una actividad con gran potencial para su desarrollo, comprendiendo al municipio alteño con vocación turística. Es así que se pretende contar con productos turísticos competitivos a nivel local y nacional que sea insertado como paquetes en las distintas operadoras turísticas y comercializado en diferentes agencias de viaje preferentemente asentadas en la ciudad de El Alto para que los beneficios económicos generados por esta actividad se queden en nuestro municipio, generando en un mediano plazo fuentes de trabajo directos e indirectos por la prestación de servicios al turista/visitante (nacional o extranjero).

1.2.2 Internacional

- (Olivencia, 2014) En su tesis REALIDAD AUMENTADA BAJO TECNOLOGÍA MÓVIL BASADA EN EL CONTEXTO APLICADA A DESTINOS TURÍSTICOS; Ofrecer un marco teórico sobre la arquitectura de un sistema de realidad aumentada basado en el contexto aplicado al turismo, que permita implantarse en cualquier destino Turístico, ofreciendo al turista una respuesta personalizada en función de sus preferencias en cada momento, permitiendo además al destino conocer los diferentes perfiles de turistas que lo visitan”. Metodologías usadas: Sistemas de recomendación colaborativos, Sistemas de recomendación basados en Contenido, Sistemas de recomendación demográficos. Sistemas de recomendación basados en conocimiento. Herramientas utilizadas para la tesis: locus8, layar, polar, astor, march, ultra7.
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA Málaga – España
- (Tumaili, 2016) En su tesis APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS EN EL ÁREA DEL DIBUJO TÉCNICO A LOS ESTUDIANTES DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR; Crear una aplicación de Realidad Aumentada para fortalecer las competencias en el área de Dibujo Técnico a los estudiantes de instituciones de educación superior. La investigación se sustenta primordialmente en el Enfoque Sociocrítico, el cual busca potencializar el rol de estudiante como centro del proceso de enseñanza aprendizaje Teoría del Aprendizaje por Descubrimiento, Enfoque holístico, Enfoque Conectivista herramienta utilizada es autodesk autocad
UNIDAD ACADÉMICA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADOS Ambato – Ecuador

1.2.3 Nacional

- (N. C. CONDORI, 2018) En su tesis REALIDAD VIRTUAL EN LA RECREACIÓN DE OBJETOS DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Recrear objetos del patrimonio arquitectónico urbano de la ciudad de La Paz a partir del siglo XIX hasta la actualidad, haciendo uso de la realidad virtual. Metodología de diseño de entornos virtuales (ev's) por Kaur Metodología de Investigación Histórica. Herramientas Unity Google VR SDK Autodesk 3Ds Max Adobe Photoshop Google Maps Google Street View Modelado 3D y texturizado Texturizado. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS La Paz – Bolivia
- (MAYDANA, 2017) En su tesis VIDEOJUEGO EN REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA BASADO EN LA OBRA DE TEATRO ANDINA OLLANTAY Desarrollar un videojuego en realidad virtual inmersiva que permite socializar el contexto de la obra de teatro andino Ollantay entre la juventud. En cuanto a la metodología utilizada se utilizará la metodología de investigación y metodología de desarrollo. Herramientas utilizadas software:
 - MonoDevelop 5.10.1 (Entorno de Desarrollo del Código)
 - Unity 3D 5.2.1 (Entorno de Desarrollo de la interfaz del videojuego)
 - Google VR SDK for Unity 3D (Piquet de integration de Google Cardboard Con Unity)
 - Android SDK
 - Android platform con API nivel 9 o mayor.
 - Blender 2.77 (Herramienta de desarrollo de los recursos gráficos en3D del videojuego).
 - Inkscape 0.48 (Herramienta de desarrollo de los recursos gráficos del videojuego para imágenes vectorizadas).
 - Audacity 2.1.2 (Herramienta de edición de sonidos).
 Hardware:
 - Google Cardboard v.2.0
 - Smartphone con Android, Giroscopio, y 401 ppp en la pantalla.
 UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS La Paz – Bolivia

- (M. L. C. Condori, 2014) En sus tesis **MODELO DE TURISMO COMUNITARIO RURAL CON REALIDAD VIRTUAL** Plantear un modelo de turismo rural comunitario con realidad virtual y la incorporación de tecnología en los emprendimientos familiares. En cuanto a las metodologías ser utilizadas en la investigación son: para el desarrollo de la investigación se aplicará un enfoque descriptivo-analítico para la recopilación de información, en la aplicación de ingeniería de sistemas se desarrollará con la metodología ICONIX y para realizar la virtualización se aplicará la metodología de desarrollo del Lenguaje de modelado de realidad virtual (VRML). Las herramientas utilizadas para la construcción de los objetos tridimensionales son los siguientes: a. Google Sketchup b. Blender, c. Lenguaje para el modelado de realidad virtual, d. Cortona 3D. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS La Paz – Bolivia

1.3 Planteamiento del problema

Considerada una de las ciudades más grandes del país, después de La Paz, Santa Cruz y Cochabamba, El Alto cuenta con al menos 97 Sitios Turísticos que no son aprovechados por la población; entre todos ellos se tiene miradores, plazas, monumentos, estatuas, atractivos naturales, museos y lugares con valor cultural.

El jefe de la Unidad de Turismo de la Alcaldía, Diego del Carpio, informó que una vez que se identificaron los potenciales turísticos se desarrolló un plan de consolidación de los diferentes productos. (Nacional, 2016)

Los medios de difusión de la información son muy importantes para fomentar e incentivar la actividad económica en el ámbito del área turismo, por lo cual es necesario la promoción turística para el crecimiento y desarrollo económico y cultural de una ciudad. En la actualidad se

ha desarrollado muchas herramientas de promoción de Sitios Turísticos tales como las páginas web en el internet con la prioridad de disminuir razones por las cuales no visitar un área turística y que la presencia física no sea una razón para que no se dé la posibilidad de tener acceso. Tanto las herramientas web como las herramientas tridimensionales hacen que la transmisión de información sea de manera rápida y eficiente ante el mundo, esto ampliara considerablemente el conocimiento sobre la geografía y cultura de la Ciudad de El Alto

1.3.1 Problema principal

Existe un 70% de Sitios Turísticos no conocidos por la población de la Ciudad de El Alto porque no se tiene un medio de difusión de fácil acceso y con información actualizada tal que no sea necesaria la presencia física según la Agencia Municipal de Información (Agencia Municipal de Información, 2016), esto demuestra que existe una desinformación verbal y escrita en cuanto a los Sitios Turísticos que tiene la ciudad; la Unidad de Turismo del Gobierno Autónomo Municipal de la Ciudad de El Alto GAMEA, no cuenta con una propuesta de poder utilizar la tecnología tridimensional, la misma que ayudaría mucho al conocimiento, así mismo a fortalecer la inquietud y la propagación de la información de los Sitios Turísticos, que sería beneficioso para el ámbito económico y cultural de la Ciudad de El Alto.

1.3.2 Problemas secundarios

Para el estudio del presente trabajo de investigación se encontraron diversos problemas, a continuación, se especifica los problemas encontrados.

- No existe información completa y actualizada en medios digitales, escritos, orales o de tecnología tridimensional para fomentar el interés en la población respecto al contexto cultural de los Sitios Turísticos por lo que es necesario hacer presencia física, para poder

disfrutar de los mismos, al no tener información se va perdiendo el interés de saber y conocer estos Sitios.

- La difusión y publicidad no es adecuada por lo que se desconoce los Sitios Turísticos en la Ciudad de El Alto ya sea por medio impreso o digital; generando el abandono o desinterés por la población de los mismos.
- El tiempo y dinero son factores que limitan a la población para visitar y conocer el valor cultural que tiene los Sitios Turísticos de la Ciudad de El Alto, lo que ocasiona que estos sitios no tengan visitantes y los accesos a los mismos sean limitados por falta de mantenimiento.
- Falta de explotación de las TIC's en el uso de herramientas que incentiven a la visita de Sitios Turísticos de la ciudad de El Alto por parte de la población, y al no tener un medio tecnológico por el cual conocer e interesarse; se ve el olvido y la desinformación de estos Sitios.

1.3.3 Formulación del problema

¿Cuál será el aporte en la experiencia turística de la población y el acceso a la información de los Sitios Turísticos culturales en la Ciudad de El Alto al implementar una Aplicación de Realidad Aumentada?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos General

Desarrollar una Aplicación Móvil de información turística haciendo uso de la Realidad Aumentada, sobre los Sitios Turísticos de la Ciudad de El Alto, para optimizar y difundir la experiencia turística de la población.

1.4.2 Objetivos específicos

- Análisis y recolección de información del contexto cultural de los Sitios Turísticos de la Ciudad de El Alto en medios digitales e información proporcionada por la Unidad de Turismo GAMEA.
- Desarrollar la Aplicación de Realidad Aumentada, que contenga información en texto información multimedia, y con tecnología Tridimensional (3D), para la interacción con los Sitios Turísticos de la Ciudad de El Alto
- Diseñar objetos 3D y proponer el uso de la tecnología móvil para facilitar el acceso y la interacción con los Sitios Turísticos culturales en la Ciudad de El Alto para fomentar el interés de la población y que no existan límites ni en dinero ni en tiempo
- Evaluar la Aplicación de Realidad Aumentada y sus efectos en cuanto a los Sitios Turísticos culturales de la Ciudad de El Alto.

1.5 Límites y alcances

1.5.1 Límites

El presente trabajo de investigación se limita a realizar un Aplicación de Realidad Aumentada para conocer los Sitios Turísticos en la Ciudad de El Alto, por otra parte, esta Aplicación no considera los sistemas de realidad aumentada con tecnologías inmersivas³.

También se observa que no se puede encontrar mucha información documentada referente a los Sitios Turísticos en la ciudad de El Alto por lo que se tomara en cuenta el trabajo de campo a través de los sujetos informantes.

³ La tecnología inmersivas es aquella que permite a la persona sumergirse en una realidad virtual de manera total. Es decir, que le transmite sensación de realidad mediante sus diferentes sentidos.

Solo se toma en cuenta 35 Sitios Turísticos culturales de la ciudad de El Alto, las cuales son: Área Cultural Wara Wara, Apacheta Jilarata, Balcón represa Milluni, Casetas de Yatiris, Cementerio histórico Milluni, Campana Peaje El Alto, Faro Murillo, Iglesia Milluni, Laguna Colorada, Mirador Atipitis, Monumento Cruz Andina, Monumento Serpiente, Monumento Condor de los Andes, Monumento Che Guevara, Mirador Kaque Marka, Mina Milluni, Monumento Libertador Mariscal de Santa Cruz, Monumento Manco Kapac y Mama Ocllo, Monumento padre Adolfo Koplíng, Monumento Pastor del Altiplano, Monumento Soldado desconocido, Mirador Yatiris Peaje El Alto, Nevado Huayna Potosí, Plaza Ballivian, Plaza del Charango, Plaza del Lustrabotas, Parque de la hormiga, Plaza de la Luna, Plaza del Minero, Plaza del Maestro, Plaza el Minero, Plaza German Bush, Plaza Juana Azurduy, Plaza Libertad, Plaza La Paz, Parque Mirador, Plaza Obelisco, Plaza Sagrado Corazón de Jesús, Plaza Tupak Katari, Rotonda de la Ceja, Mirador Virgen Blanca, Vista Panorámica Camino Achocalla.

La aplicación solo se utilizará como herramienta de información turística, estará disponible para dispositivos móviles con tecnología Android versión 5.0 Lollipop en adelante; el dispositivo móvil deberá tener las siguientes características, RAM de 2gb, ROM de 32gb, cámara de resolución mínima de 8mpx y tener una conexión a internet.

1.5.2 Alcances

Para cumplir con los objetivos propuestos de este trabajo de investigación la Aplicación de Realidad Aumentada tiene las siguientes características.

- Estará desarrollado para poder interactuar con los Sitios Turísticos
- El grupo social al cual se debe llegar es a la población en la ciudad de El Alto que quieran conocer los diferentes atractivos de la ciudad.

- Implementación de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada para los Sitios Turísticos de la ciudad de El Alto a partir del reconocimiento GPS.
- La aplicación Móvil mostrara información multimedia, donde se seleccionarán imágenes 2D que describan a los objetos que se modelarán y se buscará información adicional importante que posee el Sitio Turístico para mostrarse juntamente con la Realidad Aumentada.
- Modelados en 3D y texturizados de Sitios Turísticos de la ciudad de El Alto.
- Modulo principal, en donde se incluirá el menú principal y menús secundarios de la aplicación móvil; se realizará el diseño de las interfaces (pantallas, como sus colores, tipos de fuentes, imágenes a utilizar).
- La aplicación móvil será de distribución gratuita.

1.6 Justificación

1.6.1 Justificación técnica

La unidad de Turismo de la secretaria municipal de desarrollo económico de la dirección de competitividad e innovación del GAMEA cuenta con los siguientes equipos:

- Computadores
- Servidor institucional
- Dron Phantom 4K
- Camara Full HD
- Grabadora Reportera

Estos serán de importancia para las pruebas de escritorio de la aplicación; al tratarse de un software móvil que difunda los lugares turísticos estará subido a la plataforma de Google Play para el acceso e instalación de la misma, usando dispositivos con tecnología android con los

cuales deberá contar la población interesada en usar la aplicación de Sitios Turísticos de la Ciudad de El Alto.

1.6.2 Justificación económica

En la actualidad los dispositivos móviles con sistema operativo android han bajado considerablemente de precio y hoy en día podemos encontrar dispositivos móviles con buenas características a bajos precios, esto hace posible que las Aplicaciones Móviles de Realidad Aumentada estén al alcance de muchas personas. La presente aplicación móvil que se desarrollará pretende aprovechar la funcionalidad y capacidad de los dispositivos móviles, beneficiando así a la unidad de turismo de la secretaria municipal de desarrollo económico dirección de competitividad e innovación de la GAMEA

1.6.3 Justificación social

El uso de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada que se desarrollará beneficiará a la población de la ciudad de El Alto que tengan un dispositivo móvil con sistema operativo android, esto mejorará significativamente su experiencia al visualizar los Sitios Turísticos sin necesidad de gastos económicos de una forma sencilla e interactiva, logrando así un mayor aprecio de los detalles de los Sitios Turísticos en la Ciudad de El Alto. La aplicación móvil ayudará tanto a los guías como al personal, facilitándoles el trabajo al momento de guiar e informar respecto a dichas obras, teniendo así una mayor cantidad de visitas, siendo esta Aplicación Móvil una gran ayuda para la difusión y promoción de la cultura e historia presente en la ciudad de El Alto.

1.7 Aportes

1.7.1 Practico

Con la implementación y posterior uso de la aplicación se pretende que la población tenga a disposición y al alcance de sus manos, la información de los Sitios Turísticos de la ciudad de El

Alto. Una información necesaria para que pueda conocer el lugar, sin la necesidad de tener a su lado a un guía turístico el cual incluirá la Realidad Aumentada para así lograr de alguna manera la interacción ya no de una manera física sino virtual con los distintos Sitios Turísticos de esta manera se permitirá desarrollar la interrelación y comunicación con la población para mejorar la difusión de los Sitios Turísticos en la ciudad de El Alto.

1.7.2 Teórico

Para realizar la implementación de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada para los Sitios Turísticos de la Ciudad de El Alto, se hizo una búsqueda exhaustiva de metodologías de desarrollo ágil para aplicaciones móviles que se adapte al proceso de desarrollo que se realizará, se optó por la metodología MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles), que combina varias metodologías de desarrollo ágil, también se eligió la metodología de Diseño para Aplicaciones de Realidad Aumentada aplicada al turismo, la cual se planteó en el 2do. Congreso de la Red Internacional de Investigadores en Turismo, Cooperación y Desarrollo (Dra. Julia Fraga & Yeni Morales, 2015). La combinación de estas dos metodologías que tienen un conjunto de pasos concretos y considerando aspectos primordiales para lograr una Aplicación Móvil de calidad, nos ayudará en el proceso de desarrollo del proyecto.

2 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se detallan los antecedentes o marco referencial y las consideraciones teóricas del tema de investigación.

2.1 Sitio Turístico

Un sitio turístico es aquel lugar, objeto y acontecimiento efectivo o potencial cuyas relevantes características naturales o culturales que cuentan con las condiciones necesarias para ser visitados y disfrutados por el turista, es decir, que cuentan con medios de transporte, servicios complementarios e infraestructura básica son capaces de atraer el interés del turista por si solo o en conjunto con otros atractivos y motivar su desplazamiento actual o futuro.

2.1.1 Jerarquización de los sitios turísticos

La capacidad de atracción no es siempre la misma en todos los atractivos turísticos, por ello pueden ser jerarquizados. Para ello, la capacidad de atracción se cuantifica y mide atendiendo al impacto que puedan generar en el turismo internacional o en el interno, este proceso es conocido como jerarquización.

Las jerarquías se expresan en una escala ordenada de mayor a menor (3, 2 y 1). Los atractivos cuyas cualidades no permiten incorporarlos en las jerarquías anteriores se consideran inferiores al umbral mínimo y se clasifican como jerarquía 0.

Estos criterios de evaluación, según la Organización de Estados Americanos (OEA), contemplan los siguientes aspectos:

Jerarquía 3. Recurso excepcional y de gran significación para el mercado turístico internacional, capaz por sí solo de motivar una importante corriente de visitantes (actual o potencial). Por ejemplo: Machu Picchu, el lago Titicaca, la ciudad de Cusco, el Callejón de Huaylas, las Líneas de Nazca y el Parque Nacional del Manu.

Jerarquía 2. Recurso excepcional de un país, capaz de motivar una corriente (actual o potencial) de visitantes nacionales o extranjeros, ya sea por sí solo o en conjunto con otros recursos contiguos. Por ejemplo: el cañón del Colca, la fortaleza de Sacsayhuamán, el nevado Huascarán, la ciudadela de Chan Chan, el volcán Misti.

Jerarquía 1. Recurso con algún rasgo llamativo, capaz de interesar a visitantes de larga distancia que hubiesen llegado a la zona por otras motivaciones turísticas o de motivar corrientes turísticas locales. Por ejemplo: Pachacamac, el museo de la catedral de Lima, etc.

Jerarquía 0. Recurso sin mérito suficiente para ser considerado en las jerarquías anteriores.

El Estado promueve su actualización continua a través de las Direcciones Regionales de Comercio, Turismo y Artesanía. (Erica Iparraguirre, 2011)

2.1.2 Los recursos turísticos

Son los elementos primordiales de la oferta turística. Son aquellos elementos naturales, culturales y humanos que pueden motivar el desplazamiento de los turistas, es decir, generar demanda. Estos recursos han sido categorizados en:

Sitios naturales; esta categoría agrupa a los lugares geográficos que, por sus atributos propios, tienen gran importancia y constituyen atractivos turísticos.

Manifestaciones culturales; se consideran los diferentes sitios y expresiones culturales del país, región o pueblo, que datan de épocas ancestrales (desarrollo progresivo de un determinado lugar) o más recientes (tales como restos y lugares arqueológicos, sitios históricos, entre otros) y que representan por ello una atracción en sí mismos.

Folclor; es el conjunto de tradiciones, costumbres, leyendas, mitos, bailes, gastronomía, que representan y sintetizan el carácter único y diferente del país, región y/o pueblo.

Realizaciones técnicas, científicas y artísticas contemporáneas; comprenden aquellas obras actuales que muestran el proceso de cultura, civilización y tecnología alcanzado por el país, la región o el pueblo, con características únicas de gran importancia y relevantes para el turismo.

Acontecimientos programados; categoría que agrupa a todos los eventos organizados, actuales o tradicionales, que atraen a los turistas como espectadores o actores.

Para conocer cuáles son los recursos turísticos, cuantos son estos y sus características, es necesario contar con un inventario de recursos turísticos.

El inventario de recursos turísticos constituye un registro y un estado integrado de todos los elementos que por sus cualidades naturales y/o culturales, pueden constituir una motivación para el turista. Representa un instrumento valioso para la planificación turística, en cualquier ámbito, toda vez que sirve como punto de partida para realizar evaluaciones y establecer las prioridades necesarias para el desarrollo turístico local, regional o nacional.

El procesamiento de la información contenida en el inventario es un trabajo permanente e inacabable por naturaleza, en la medida en que necesita estar actualizado constantemente.

Todo inventario deberá presentar dos características fundamentales:

Debe constituir un reflejo fiel de la realidad de los recursos turísticos inventariados, indicando información técnica y la situación en que se encuentran. A partir de este instrumento se puede propiciar el acondicionamiento necesario que permita el desarrollo turístico con beneficios para la comunidad que habita el espacio geográfico estudiado.

Debe ser claro, abierto y dinámico, permitiendo su actualización periódica y la incorporación de nuevos elementos según las tendencias y necesidades de la actividad turística.

2.1.3 Medios por el cual conocer los Sitios Turísticos

A través del paquete turístico que es la forma integral en que se presenta la oferta turística. Esta herramienta busca facilitar la comercialización organizada del producto turístico y de esta manera facilitar el viaje al turista.

El paquete turístico está compuesto de:

- Traslado.
- Transporte.
- Alojamiento.
- Alimentación.
- Tour y excursión.

El paquete turístico está integrado por el itinerario, el circuito turístico y el programa.

El itinerario. Es la secuencia de lugares a visitar durante los días que dura el programa de viaje. Incluye también las horas de salida y llegada desde o hacia los destinos elegidos. Se suele complementar la información con un circuito que ilustra gráficamente la distancia entre los atractivos.

El circuito turístico. Es la serie de rutas turísticas que vinculan los puntos de atractivo histórico, cultural, arqueológico, ecológico, etc. y los medios de transporte a utilizar.

Programa turístico. En él se señala en forma detallada lo que se ofrecerá y las actividades que se desarrollaran durante el viaje día por día indicándose los horarios.

Suele incorporarse algunas reseñas de los lugares a visitar, las actividades a desarrollar, los servicios que incluye, los precios, así como recomendaciones y sugerencias para cada caso.

El programa debe ser cumplido estrictamente, si se diera lo contrario, el cliente tiene derecho a reclamar por incumplimiento de contrato. (campus virtual, 2006)

2.1.4 Demanda turística

La demanda la constituyen los visitantes que desean acceder a los diversos servicios que conforman la actividad turística.

La demanda turística, como en todo mercado, se divide en:

Demanda turística potencial: Es aquel grupo de personas que tiene todas las características necesarias para consumir o comprar un servicio o producto turístico, pero aún no lo han consumido o comprado.

Demanda turística actual o real: Es aquel grupo de personas que consumen o compran un servicio o producto turístico. (campus virtual, 2006)

2.2 Sitios Turísticos de la ciudad de El Alto

Los Sitios Turísticos de la ciudad de El Alto comprenden de los siguientes:

Tiene una de las rutas más visitadas es la esotérica donde están los amautas y yatiris que se encuentran en el Distrito Municipal 6 y 1, además de los cholets, que es la arquitectura andina alteña.

Otro atractivo que tiene El Alto es la Feria 16 de Julio, en la que se puede encontrar insectos para la venta, como las abejas, hasta maquinaria impresionante.

Luego se tiene el Mirador Virgen Blanca, denominado el balcón de los enamorados con una vista impresionante, que es la más visitada por las parejas y recién casados los fines de semana, otro sector similar es el Mirador Atipiri en el D-8, que permite ver el contraste entre lo moderno y lo natural.

Además, está el Valle Ecoturístico de Kaquemarca del D-10, en el que se tiene importante reserva de flora y fauna, aquí se puede apreciar lo que es el zorro andino, la vizcacha,

el loro andino, plantas medicinales. En ese lugar, de igual manera, se puede observar a los chullpares que datan de 1.200 d.C.

Asimismo, está el Mirador Jilarata en el D-13, del cual se puede ver toda la cordillera real y una parte del Sajama.

Por otra parte, está el turismo de aventura, lo que es el Rappel, un descenso de aproximadamente 20 – 25 metros de altura.

La Secretaria Municipal de Desarrollo Económico informó que en los últimos tuvieron la gran participación de la Ruta Kaquemarka con el cicloturismo, debido a que se logró tener más de 300 inscritos que fueron parte de una gran aventura.

Se pudo recorrer cuatro miradores y un museo, siendo la partida la plaza Juana Azurduy y la meta en mirador Atipiris del D-10.

2.3 Aplicación Móvil

Una aplicación móvil es un programa diseñado para ser ejecutado en teléfonos, tablets y otros dispositivos móviles, que permiten al usuario realizar actividades profesionales, acceder a servicios, mantenerse informado, entre otro universo de posibilidades

2.3.1 Ingeniería móvil

La ingeniería de Software móvil es una disciplina que incluye metodologías y técnicas para generar aplicaciones móviles de forma correcta, optimizada y que cumpla con los requerimientos de desarrollo pedidos por el cliente. Esta ingeniería cuenta con diversas etapas o pasos para concretar el proyecto, están incluidas el análisis de requerimientos, la especificación, arquitectura, la programación, las pruebas, la documentación y el mantenimiento (Agudelo, 2011).

La ingeniería de software móvil es igual a la de la ingeniería de microcomputadoras, pero en un tamaño reducido, donde se tiene una nueva cultura una nueva forma de realizar el proyecto donde se establece de primera vez las limitaciones y las características de los dispositivos a apuntar como plataforma a llegar y así generar los requerimientos necesarios para realizar el proyecto y obtener soluciones viables (GAVF, 2010).

2.4 Realidad Aumentada

Con el paso de los años las tecnologías de información están cambiando el mundo, y la forma de ver al mundo.

(Prendes, C. 2015) expone que “la Realidad Aumentada, a partir de ahora RA, es una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador. Un ejemplo muy claro e ilustrativo de este tipo de escenarios lo tenemos en conocidos videojuegos”. En este contexto, los niños son quienes llevan una notoria ventaja en la interacción con esta tecnología, ni aún los jóvenes adultos, denominados migrantes digitales, lo dominan en su totalidad, peor aún las personas que sobrepasan los 35 años. A pesar de esto, los proyectos en los que se incluye la RA no han parado de producirse.

(Basogain, 2012, pag1) La Realidad Aumentada es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado con información adicional generada por el ordenador. Esta tecnología está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son entre otras la reconstrucción del patrimonio histórico, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, el mundo de diseño interiorista y guías de museos.

La realidad aumentada es un entorno que enriquece el mundo real con diferentes tipos de elementos virtuales. Por ejemplo, un usuario de RA puede llevar gafas translúcidas a través de las

cuales puede ver el mundo, así como imágenes generadas por ordenador que se proyectan encima de este mundo.

Azuma define el sistema de Realidad Aumentada que reúne las siguientes características (Azuma et al, 2001):

- Combina mundo real y mundo virtual.
- Es interactivo en tiempo real
- Se registra en tres dimensiones.

Otros autores ofrecen conceptos más complejos que contienen más elementos diferentes entres varios conceptos. Así por ejemplo (De Pedro, 2011 en Prendes, C. 2015) explica la RA como “aquella tecnología capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real aumentado con información adicional generada por ordenador. De este modo, la realidad física se combina con elementos virtuales disponiéndose de una realidad mixta en tiempo real”

El sistema de realidad aumentada necesita un dispositivo que se encarga de recoger información sobre la realidad real, una maquina capaz de crear imágenes sintéticas y de procesar la imagen añadiendo esta información, (procesador software) y un medio para proyectar la imagen final (pantalla). En ciertas aplicaciones se utilizan los marcadores que son hojas de papel con símbolos que el software interpreta realizando una respuesta específica para un marcador específico.

Por su parte (Basogain, Olabe, Espinosa, Rouéche y Olabe, 2007 en Prendes, C. 2015) afirman que “la realidad aumentada no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene el mundo real que ve el usuario, complementándolo con información virtual superpuesto al real. El usuario nunca pierde el contacto con el mundo real que tiene al alcance de su vista y al

mismo tiempo puede interactuar con la información virtual superpuesta” Es necesario ampliar este criterio, dado que podría haber una confusión en si la RA anula el espacio físico real, los autores antes mencionados aclaran que, la RA mantiene el contexto real donde interactúa el sujeto, pero a su vez, permite ampliar la información a través de una realidad virtual. El usuario la observa, la manipula, pero no la puede palpar, porque ese sí, constituye un mundo virtual.

2.4.1 Tipos de realidad aumentada

(Prendes, C. 2015) cita a varios autores que hablan de niveles de RA (Estebanell, Ferrés, Cornellá & Codina, 2012; Lens-Fitzgerald, 2009; Reinoso, 2012; Rice, 2009), quienes exponen que se pueden entender los niveles como una forma de medir la complejidad de las tecnologías involucradas en el desarrollo de sistemas de RA.

Entre los diferentes autores hay algunos cambios de criterio en cuanto a los niveles que presentan y dónde caería alguna de las tecnologías que se comentan. En este punto es de destacar, por ejemplo, que tanto Reinoso (2012) como Estebanell et al. (2012) introducen la activación mediante imágenes como realidad aumentada markerless mientras que Lens Fitzgerald (2009) considera este tipo de RA como nivel 1 (no markerless). Rice (2009) incluso advierte de que el término markerless fue utilizado más que nada como una campaña de marketing por parte de las empresas para distinguir el uso de imágenes del uso de las marcas o patrones predefinidos en la activación de las aplicaciones de RA. Para el propósito de este trabajo se ha optado por la utilización del esquema de LensFitzgerald.

Tipo 0. Hiperenlazando el mundo físico (physical world hyper linking). Basado en códigos de barra (enlaces 1D, Universal Product Code), códigos 2D (por ejemplo, los códigos QR) o reconocimiento de imágenes aleatorias (véase Imagen 1). Lo característico de este nivel 0 es que los códigos son hiperenlaces a otros contenidos, no existe registro en 3D ni seguimiento de los

marcadores (básicamente funcionan como un hipervínculo html pero sin necesidad de teclear).

Imagen 1. Código UPC y código QR.



Figura 2.1. Código UPC y Código QR. (Prendes, C. 2015).

Tipo 1. AR basado en marcadores (marker based AR). Normalmente es reconocimiento de patrones 2D, el reconocimiento 3D de objetos (por ejemplo, una silla) sería la forma más avanzada de nivel 1 de AR. Según Estebanell et al. (2012): “los marcadores son unas imágenes en blanco y negro, generalmente cuadradas, con dibujos sencillos y asimétricos”.



Figura 2.2. Ejemplo de modelo 3D asociado a un marcador. (Prendes, C. 2015).

Tipo 2. RA sin marcadores (markerless AR). Mediante el uso del GPS y la brújula de los dispositivos electrónicos conseguimos localizar la situación y la orientación y superponer POI (puntos de interés) en las imágenes del mundo real. Lens-Fitzgerald (2009) lo define como AR basada en GPS-brújula. También puede incluir el uso de acelerómetros para calcular la inclinación.



Figura 2.3. Ejemplo de RA markerless geo posicionada. (Prendes, C. 2015).

Tipo 3. Visión aumentada, citando a Rice (2009):” Debemos despegarnos del monitor o el display para pasar a ligeros, transparentes displays para llevar encima (de una escala como las gafas). Una vez la RA se convierte en VA (visión aumentada), es inmersiva. La experiencia global inmediatamente se convierte en algo más relevante, contextual y personal. Esto es radical y cambia todo”. Este nivel no está todavía disponible. Rice (2009) incluso habla de un nivel 4 donde terminaremos usando “displays de lentes de contacto y/o interfaces directos al nervio óptico y el cerebro. En este punto, múltiples realidades colisionarán, se mezclarán y terminaremos con Matrix” Habla, además, de un entorno donde podremos olvidarnos de nuestros cuerpos y que será la culminación de la realidad virtual. Por supuesto este apunte en estos momentos es sólo una suposición para un futuro a muy largo plazo, aunque ya existen proyectos para producir lentes de contacto que actúen como displays. La tecnología que Reinoso (2013) y otros denominan markerless (entendida como el uso de imágenes como activadores), aunque parecida a la de marcas, es mucho más robusta frente al movimiento, inflexiones y cambios en la iluminación, de la posición y a cambios extremos de perspectiva u oclusión de las imágenes que sirven de marcadores (Ortega, 2013) por lo que su resultado final es de mayor calidad.

Los niveles presentados y justificados por los autores extienden la panorámica del conocimiento sobre la RA. Debido a la complejidad que presenta el nivel 2 RA sin marcadores (markerless AR) y debido a la calidad de la presentación de objetos en 3 dimensiones, se consideró

este nivel para la ejecución de la propuesta final de la tesis. Hay que añadir que, actualmente existe software que permite asociar los objetos de tres dimensiones diseñados a las aplicaciones vigentes para visualizar RA.

2.4.2 Componentes y aplicaciones de la RA

La realidad aumentada comprende de componentes y aplicaciones que son necesarios para comprender las bondades de este sistema, los componentes de hardware y software resultan necesarios para poder implementar un sistema de realidad aumentada, estudiaremos algunos sistemas existentes identificando en cada caso los diferentes componentes de hardware, software, así como la arquitectura en la que están basadas.

2.4.2.1 Componentes hardware

Cada sistema de realidad aumentada tiene características particulares que hacen necesario la existencia de algún componente especial, pero la mayoría requiere una serie de componentes comunes para poder llevar a cabo los diferentes procesos.

Los componentes comunes como unidades de procesamiento, almacenamiento, dispositivo de transmisión y recepción de datos, etc. Serán necesarios otros tipos de dispositivos más específicos y relacionados con los sistemas de realidad aumentada. Entre todos se destacan los siguientes componentes.

- Cámaras
- Pantallas de visualización
- Equipos Holográficos 2D o 3D

En la tabla podemos ver un resumen de los diferentes componentes necesarios en un sistema de realidad aumentada (azuma et al 2001).

Técnica	Componente hardware
Captura video-through	Todo tipo de cámaras de video
Captura see-through	Cámaras integradas de video, HMD (Head Mounted Display)
Reconocimiento geo-posicionamiento	Antena GPS, sensores de movimiento Reconocimiento híbrido Antena GPS, sensores de movimiento, dispositivos de captura de imágenes
Almacenamiento	Disco duro convencional
Tratamiento imágenes	Procesadores con velocidad de procesamiento de imágenes
Comunicaciones locales	Tarjetas de red, conectores RJ45, antena WIFI, puntos de acceso
Comunicaciones móviles	Equipamiento GSM
Visualización video-through	Pantallas de video, monitores, proyectores
Visualización see-through	HMD, teléfonos móviles

Tabla 2.1 componentes hardware de un sistema de realidad aumentada.

2.4.2.2 Componentes software

La utilización de un software viene orientada esencialmente por las características del sistema de realidad aumentada que se desee implementar. Cada software tiene un módulo de

reconocimiento, ya sea por imágenes, posicionamiento (con o sin marcadores). De ser necesario se debe utilizar librerías o plugins, que ayudaran al procesamiento de imágenes y software de comunicaciones. Las bases de datos, así como las librerías y los plugins de aumento de contenido digital serán necesarios en los sistemas de realidad aumentada (Seungjun y Anind, 2010). Una gran parte de librerías de procesamiento de imágenes, como ARToolkit, implementan tanto funciones de reconocimiento como procesado y manipulación de contenidos visuales. En la tabla (Azuma et al, 2001) se puede distinguir diversos requisitos software de un sistema de realidad aumentada.

Técnica	Componente software
Captura escena	Controladores de cámara de vídeo
Reconocimiento visual	Librerías de reconocimiento de imágenes
Reconocimiento geo-posicionamiento	Brújula digital, software GPS
Reconocimiento híbrido	Brújula digital, librerías de reconocimiento de imágenes, software GPS
Tratamiento de imágenes	Librería de tratamiento de imágenes
Almacenamiento	Base de datos
Comunicaciones locales	Controlador de red
Comunicaciones móviles	Controlador GSM
Visualización contenidos	Software de reproducción de contenidos multimedia, librerías de tratamiento de imágenes

Tabla 2.2. Requisitos software en un sistema de realidad aumentada

2.4.3 Aplicaciones de realidad aumentada

Actualmente la realidad aumentada es un sistema utilizado en el campo de la educación, medicina, industria, arquitectura, defensa, robótica, entretenimiento, mecánica, marketing, turismo, publicidad y espacial.

2.4.3.1 Realidad aumentada en marketing y publicidad

Los sistemas de realidad aumentada frecuentemente son utilizados en el campo de la publicidad y el marketing, por la gran capacidad de impacto y versatilidad, la RA permite interactuar un producto (cambiar de color un vehículo, probar ropa, amueblar un piso) esta interacción hace que el interés sea mayor al producto mostrado.

Las empresas ven la realidad aumentada como una forma de distinguirse con respecto a la competencia, ofreciendo al usuario la posibilidad de interactuar con contenido visual llamativo en el ámbito de marketing, la gran ventaja que ofrece la realidad aumentada es la opción de comprobar el resultado de la compra sin necesidad de probar físicamente el producto.

2.4.3.2 Realidad aumentada en enseñanza

La realidad aumentada en este campo facilita la visión espacial al mostrar un objeto en 3D, por lo que la comprensión es mucho mayor y mucho más intuitiva. Por ejemplo, imaginar un problema complejo de física o un experimento de química puede tener una gran dificultad para el estudiante. Pero la realidad aumentada puede ser una herramienta alternativa en la enseñanza y en la superación de estas dificultades. Esta tecnología permite que los estudiantes experimenten pensamientos, emociones y conductas similares a las que viven en una situación en la vida real. Pero para poder aprovechar el gran potencial de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje tiene que estar cuidadosamente en sintonía con los modelos pedagógicos y los estilos

de aprendizaje individuales de los estudiantes que participen en una experiencia de aprendizaje específica.

2.4.3.3 Realidad aumentada en la medicina

La realidad aumentada se encuentra en el campo de la medicina también es susceptible para el uso, ya que en muchas actividades que se realizan en este ámbito, los profesionales médicos demandan gran cantidad de información de contexto, como complemento a la información visual directa o a la que se le suministran cámaras. Así para un cirujano, puede ser muy importante disponer de tres dimensiones de los órganos y huesos alrededor de la zona en la que se está llevado a cabo una intervención o también información complementaria como datos de paciente o sobre la operación.

2.4.3.4 Realidad aumentada en juegos

En muchas universidades vieron el potencial que podía tener el uso de la realidad aumentada y para su investigación comenzaron a crear réplicas de juegos para el ordenador y las videoconsolas usando esta tecnología. Un juego clásico muy conocido y replicado es Pac-Man que fue implementado por la National University of Singapore, de manera que el jugador podía ser, bien un fantasma o el propio Pac-Man y el laberinto eran las propias calles de Singapur para poder jugar, el usuario tenía que disponer de un ordenador portátil, unas gafas (que permitían ver la realidad y los datos del juego), GPS, Bluetooth, wifi, infrarrojos y sensores.

2.4.3.5 Realidad aumentada en la aeronautica y el campo militar

La realidad aumentada se aplica a los simuladores, haciendo más real la adquisición empírica de conocimientos y habilidades.

2.4.3.6 Realidad aumentada en la arquitectura

En el campo de la arquitectura ofrece diversas posibilidades en cuanto a poder recrear edificios históricos, que están en ruinas, con tan solo enfocarlo con la cámara del móvil, pero, además, si paseamos por la calle y vemos un edificio en construcción con solamente el esqueleto de este, podremos virtualmente el aspecto final de dicho edificio (siempre y cuando sus arquitectos hayan desarrollado el proyecto).

2.4.3.7 Realidad aumentada en procesos de mantenimiento

En el área de procesos de mantenimiento, la posibilidad de ver información digital sobre la realidad sirve tanto para formar operarios menos expertos como para reducir los errores en las tareas de mantenimiento o el tiempo de realización de las mismas en cuanto a la robótica, mecánica, electrónica y de forma industrial, de hecho, se puede decir que la primera aplicación aumentada fue la epitome de los varios procesos de reparación y mantenimiento.

2.4.3.8 Realidad aumentada aplicada a procesos de búsquedas

Una de las categorías más relevantes en realidad aumentada es la relacionada con la navegación y las búsquedas. Se trata de aplicaciones que ayudan a encontrar la parada de autobús más cercana o los cajeros automáticos de la zona, las consultas de médicos, así como las cafeterías y restaurantes entre otras. Podríamos encontrar estos Sitios preguntado a gente o con un mapa, pero es más sencillo ir andando mientras se dispone de una pantalla donde se van señalando los puntos de interés.

2.4.3.9 Realidad aumentada social.

Tiene que ver con un uso social. Se trata de mezclar las redes sociales y las interfaces de realidad aumentada de manera que se satisfaga la necesidad humana de encontrar gente y compartir

experiencias e información con amigos y compañeros. Además, las aplicaciones bajo esta categoría facilitan la realización de anotaciones en diferentes lugares.

2.4.3.10 Realidad aumentada en el turismo

En el campo de los viajes y el turismo es muy adecuado para la explotación de la tecnología de realidad aumentada, tanto en el campo de las guías de viaje, como en el de la promoción de lugares. Dentro de este conjunto de aplicaciones podemos incluir ejemplos como el proyecto Lifeplus que utiliza la Realidad Aumentada para realizar una representación de Pompeya (Vlahakis, Demiris y Ioannidis, 2004), en la que el usuario puede interactuar con personajes ficticios y observar los monumentos de la ciudad, hoy en día en ruinas, reconstruidos de forma virtual.

Otro proyecto de aplicación orientada a la reconstrucción virtual arquitectónica es Archeoguide (Vlahakis et al., 2002), el cual consiste en crear un sistema para visualizar modelos 3D que se superponen a monumentos reales, de los cuales apenas quedan los cimientos. Los modelos 3D utilizados son sencillos y utilizan una resolución gráfica baja para de esta forma facilitar que el procesamiento sea rápido y el sistema pueda funcionar en tiempo real.

Los ejemplos comentados son de los comienzos del 2000 y en su mayoría requieren de dispositivos específicos (HMD, receptor de GPS, etc.); pero presentan el inconveniente de que son sistemas voluminosos y aunque sean portátiles, resultan incómodos y de difícil difusión, debido a la necesaria inversión de los museos o instituciones para tener una gran cantidad de sistemas en funcionamiento.

Actualmente, la mayoría de los proyectos hacen uso de dispositivos móviles de amplia difusión, como son smartphones, tablets, i'pads o portátiles ultraligeros, que están prácticamente al alcance de cualquiera e incluyen normalmente accesorios como cámara, conexión a Internet y

GPS. Se intenta realizar un aprovechamiento de la tecnología de la información en el turismo cultural y hacer más accesible el patrimonio monumental y artístico. En el proyecto iTacitus (Zoellner, et al, 2009) no se renderizan modelos 3D, pero sí imágenes y fotografías mediante el lenguaje para gráficos vectoriales X3D, utilizando como plataforma un PC Ultra Móvil (UMPC) o un dispositivo móvil con conectividad a Internet. En concreto lo que hace es un filtrado de la realidad, cambiando el modo de vista a un modo en escala de grises que permite ver los edificios como eran originalmente a través del UMPC. Otra aplicación interesante es Google Goggles que es un servicio de Google que permite reconocer objetos mediante fotos tomadas con un dispositivo móvil, devolviendo información relacionada.

Las características de las aplicaciones que tienen como objetivo el guiado de los turistas en un destino Turístico o ciudad, indicando dónde se hallan los monumentos de interés, restaurantes, hoteles y otros productos Turísticos. Esta idea se aplicó mediante Realidad Aumentada hace más de diez años (Wagner y Schmalstieg, 2003).

Por supuesto, la ventaja de usar este tipo de plataformas es que los sistemas desarrollados tendrán un público mayor que otros basados en un hardware específico o poco accesible.

Además, la utilización de dispositivos habitualmente conocidos por el usuario facilita la interacción, la disponibilidad y la personalización de la información. Aparte de todas estas ventajas, habrá que tener en cuenta el hecho de que la mayoría de estos dispositivos incluyen accesorios como cámara, conexión wifi y GPS, que hacen que dispongamos de un dispositivo de mayor potencial y una gran versatilidad. No obstante, una de las debilidades de utilizar este tipo de dispositivos es que su capacidad de cómputo es reducida.

Entre algunos ejemplos de guías virtuales, tenemos a Wikitude, que se trata de una de las aplicaciones pioneras en su ámbito y que ha dado una gran difusión a la realidad aumentada,

Wikitude es un navegador de realidad aumentada desarrollado por la empresa austriaca Mobilizy GmbH para iOS y Android y publicado en 2008 bajo licencia freeware.

Posteriormente han ido surgiendo diferentes navegadores de realidad aumentada. Uno que ha adquirido gran fama y que ya hemos comentado es Layar (Figura 2.13), que está desarrollado por la empresa SPRX Mobile y fue lanzado al mercado en 2009 para iOS y para Android. Al igual que Wikitude, Layar hace uso del GPS, compás y acelerómetros, para determinar la posición y orientación del móvil y con esta información superponer a la imagen de la cámara del móvil distintos puntos de interés. En el caso de Layar, los puntos están agrupados en lo que se denominan capas (Layers en inglés). Cuando se selecciona un punto de interés, el navegador es capaz de mostrar imágenes, reproducir audio, vídeos, llamar a un número de teléfono, lanzar aplicaciones, etc. Al igual que Wikitude, las capas pueden ser generadas por cada usuario y hospedadas en el servidor de Layar para su uso.

Junaio es otro navegador de Realidad Aumentada que ha sido desarrollado por la empresa Metaio GmbH para iOS y Android. Lanzado al mercado en 2009, la principal diferencia de este navegador con respecto a Wikitude y Layar es que, además de usar GPS para detectar la localización del móvil, Junaio también hace uso de la triangulación de antenas para detección en interiores.

Al igual que las otras dos aplicaciones, Junaio permite crear canales propios y habilitar sólo aquellos en los que se está interesado. Además, permite dejar comentarios y opiniones de Sitios concretos que otros usuarios pueden leer. Sin embargo, la principal diferencia respecto a las anteriormente descritas es la capacidad de reconocimiento de imágenes, códigos QR y de barras.

2.5 Metodología ágil para el diseño de aplicaciones multimedia de dispositivos móviles

La metodología MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles), diseñada exclusivamente para el desarrollo de aplicaciones móviles, se encuentra dividida en cinco fases. Ver figura 2.4.

El propósito de esta metodología es brindar un apoyo a todos los desarrolladores que desean elaborar algún tipo de aplicación en el ámbito móvil bien sea para dispositivos Smartphone, Tablets u otros dispositivos que haga uso de esta tecnología.

Para el elaboración de MADAMDM se utilizaron cuatro distintas metodologías las cuales son: XP (Programación Extrema), MOOMH (Metodologías Orientada a Objetos para la producción de software Multimedia e Hipermedia), UWE (Based Web Engineering) y OOHDM (Método de Diseño Hipermedia Objeto Orientado), agarrando características relevantes que ayudan a concretar los objetivos y a facilitar el trabajo de desarrollo y diseño de la aplicación en dispositivos móviles, en varios sistemas operativos.

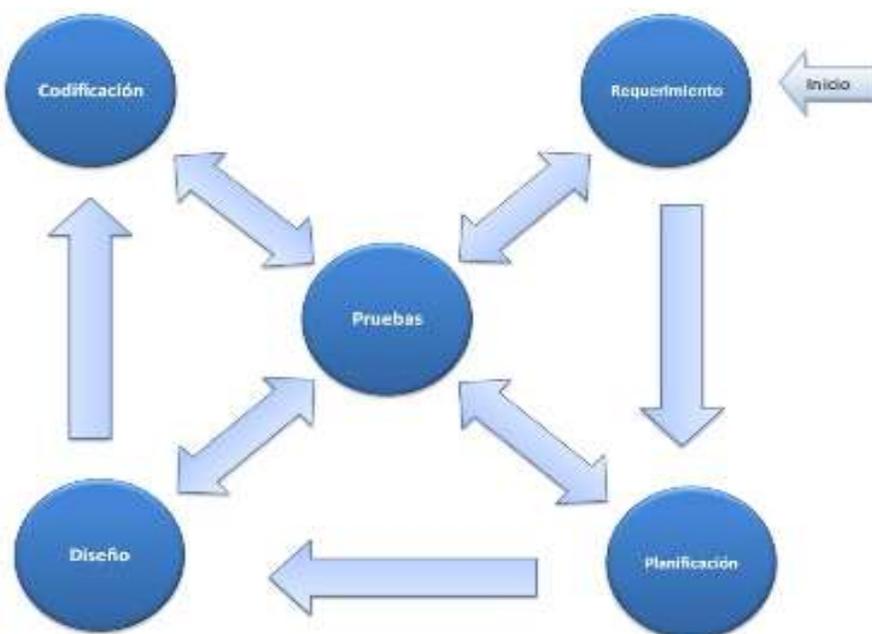


Figura 2.4. Fases de la metodología MADAMDM

Fuente: [Fuzi, 2013]

Tomando en cuenta, que con MADAMDM se debe pasar por cada una de sus fases y evaluar en su modo de prueba el funcionamiento o ejecución de la aplicación, quedando en general las siguientes fases y etapas para el desarrollo de la metodología. Ver figura 2.5.



Figura 2.5 Esquema General de la Metodología MADAMDM

Fuente: [Fuzi, 2013]

2.5.1 Fase de requerimiento

Por su parte, en MADAMDM es la primera fase de un proyecto donde el usuario fija las características necesarias para realizar la aplicación móvil, es importante destacar que esta fase pretende determinar las principales necesidades del mercado y de los usuarios tomando en cuenta estudios analíticos y recolección de información minuciosa, esta fase se divide en las siguientes etapas mostradas en la figura 2.6.

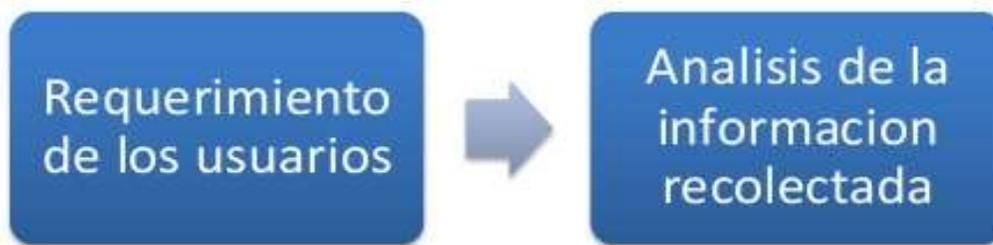


Figura 2.6 Esquema de Etapas de La Fase de Requerimientos

Fuente: [Fuzi, 2013]

2.5.1.1 Requerimiento de los usuarios

Por otro lado, al culminar la etapa de estudio de mercado, se inicia con los requerimientos de usuarios, basado en las experiencias de la metodología XP, se utilizó el estudio a los usuarios para determinar los antecedentes con otras aplicaciones que han vivido.

Este se lleva a través de una ficha la cual es suministrada a un grupo de usuarios donde plasmara las experiencias con aplicaciones anteriormente utilizadas, teniendo en cuenta que las mismas deben tener características a fin del futuro software a desarrollar.

En esta etapa, el desarrollador debe crear un vínculo con el usuario para así comprometerlo de que esta información que será suministrada sea la más real y objetiva posible.

2.5.1.2 Análisis de la información recolectada

Por último, se tiene la etapa de análisis de toda la información recolectada, donde el desarrollador utilizar sus habilidades de análisis y objetividad para determinar cuáles son las características fundamentales que predomina en su aplicación móvil, para así poder apoyar la siguiente fase de la metodología y formar objetivos claros. No obstante, el desarrollador podrá utilizar las siguientes herramientas para el análisis de los datos:

2.5.1.3 Análisis de la información

Para el uso de esta herramienta, el desarrollador debe primero analizar el estado actual del mercado, para así tener una idea clara de que es lo que ocurre y cuáles son las aplicaciones

multimedia que favorecen a los dispositivos móviles, posterior, se inicia con el análisis de los requerimientos de usuarios, de esta forma se debe englobar una idea general de lo que se desea elaborar.

2.5.2 Fase de planificación

Por su parte, es posible diseñar una planificación tras la identificación precisa del problema que se ha de abordar. Una vez conocida e interpretada esa problemática, se postula el desarrollo de las alternativas para su abordaje o solución. Después de definir las ventajas y las desventajas de esos posibles enfoques, se opta por la planificación más conveniente y se decide su puesta en práctica.

Un propósito adicional de la planificación consiste en coordinar los esfuerzos y los recursos dentro de las organizaciones. Se ha dicho que la planificación es como una locomotora que arrastra el tren de las actividades de la organización, la dirección y el control.

Como en toda elaboración de un proyecto, el desarrollador está en la obligación de organizar y planificar las actividades, ya teniendo una idea de cómo es el comportamiento del mercado y cuáles son las necesidades de los usuarios, se puede dar inicio a una planificación de la aplicación que se desea elaborar, para ello se debe cumplir los siguientes factores: Ver figura 2.7

2.5.2.1 Identificaciones de eventos

En este propósito, el desarrollador inicia su planificación de los eventos que tendrá el usuario con la aplicación, desglosando y modelando las capacidades, conociendo y definiendo las características que tendrá para los terminales, es decir, se desglosara las limitaciones del diseño y codificación del software.



Figura 2.7 Esquema General de las Fases de Planificación.

Fuente: [Fuzi, 2013]

Estos mismos deben ser plasmados en diagramas de actividades. Todo con el fin de garantizar los tiempos de desarrollo de la aplicación y organizar todas las ideas en procesos coherentes para el cumplimiento de los objetivos.

2.5.2.2 *Modelo de iteración*

En otro orden de ideas, el modelo de iteración será un esquema basado en las relaciones que poseen las distintas herramientas del dispositivo móvil, como, por ejemplo: la cámara, el flash, teclado, Wifi, entro otros. Además, se debe plasmar, las posibles interfaces que existirán en la aplicación, todo este proceso se realiza de forma general, con el fin de mantener la idea.

a) Diagrama de caso de uso

Mediante los diagramas de casos de uso se podrán plasmar las relaciones que tendrán los usuarios con la aplicación ya concluida, además de dividir los patrones que posee la aplicación y definir la clase de aplicación que se desea desarrollar. Ver figura 2.8

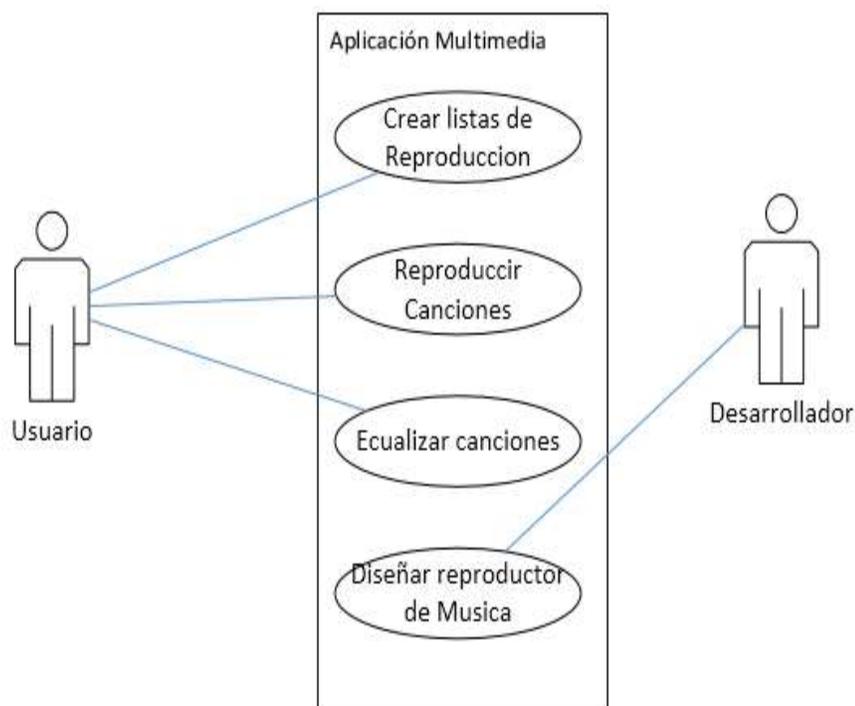


Figura 2.8 Diagrama de Casos de Uso para una Aplicación Multimedia Móvil

Fuente: [Fuzi, 2013]

2.5.2.3 Actividades del proyecto

Es la principal etapa del modelo de planificación del proyecto, donde el desarrollador debe plasmar las actividades y los resultados de cada una de ellas, teniendo en cuenta la imprecisión de los mismos. Estas actividades deben ser reales y deben tener coherencia cronológica para la elaboración de la aplicación.

a) Cuadro de procesos

En el diagrama de procesos, se plasmarán las actividades de la metodología y a su vez se marcarán la culminación de cada una de ellas al pasar del tiempo, esto con el fin de organizar las ideas y mantener el rumbo correcto de los pasos de las metodologías. A continuación, se muestra en la figura 2.9.

Cuadro de Procesos			
	Culminada	Prueba Ejecución	Prueba Diseño
Diseño Conceptual	Sin Observaciones		
Diseño Navegacional	Sin Observaciones		
Diseño Interfaz Abstracta	Sin Observaciones		
Codificación	Se necesita Prueba	Exitosa	
Prueba	Sin Observaciones		

Figura 2.9 Diagrama de Procesos Ejemplo

Fuente: [Fuzi, 2013]

2.5.3 Fase de diseño

Por su parte, en esta tercera fase de la metodología, el desarrollador inicia con el diseño de la aplicación, teniendo en cuenta diversas herramientas que brindan los sistemas operativos móviles para la estructura y colores que deben poseer las aplicaciones.

Por otro lado, existen sistemas operativos móviles que limitan a los desarrolladores a estructuras de interfaz e iconos, donde se deben plasmar únicamente los modelos planteados por el sistema operativo móvil. Para el diseño se deben seguir las siguientes etapas descritas en la figura 2.10.



Figura 2.10 Etapas de Fase de Diseño

Fuente: [Fuzi, 2013]

2.5.3.1 *Diseño navegacional*

En esta etapa, el desarrollador debe definir los esquemas y estructuras de la aplicación previamente concientizado de las limitantes de su aplicación y de las herramientas que brindan el SO dentro del el paquete de desarrolladores.

Por su parte, esta etapa se considera una de las más críticas ya que es aquí donde el desarrollador va a dar pie a su estructura de aplicación y es donde el mismo brindara los pasos a seguir para cambiar entre los diferentes módulos.

2.5.3.2 *Diseño de interfaz abstracta*

Durante la fase de diseño de aplicaciones para dispositivos móviles puede resultar imprescindible definir la estructura de los elementos de las interfaces gráficas, para definir claramente comportamientos y obtener una idea mucho menos abstracta que en otras fases del diseño.

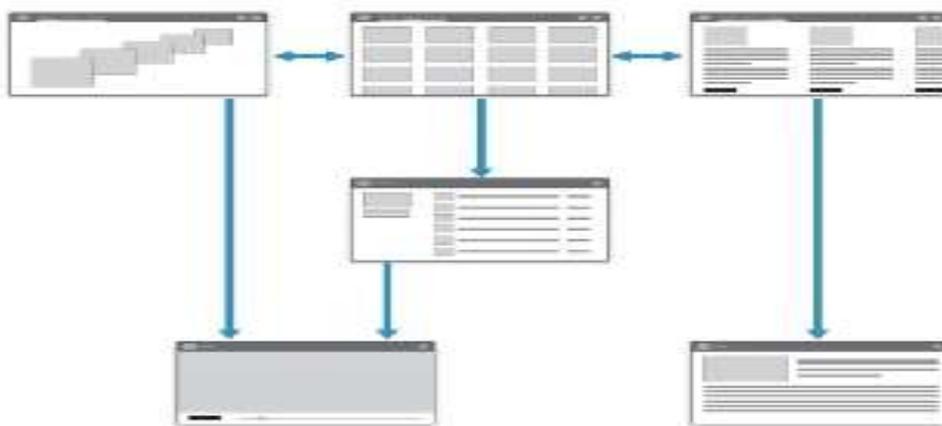


Figura 2.11 Ejemplo de Interfaz Abstracta

Fuente: [Fuzi, 2013]

En esta etapa, el desarrollador debe unir los conceptos plasmados en las dos anteriores etapas y crear una interfaz abstracta, agregando los contenidos necesarios para su aplicación multimedia como lo son: Audio, Video, Imágenes, etc. Por su parte, se puede decir que en esta etapa el desarrollador puede implementar los bocetos que sean necesarios para amoldar el diseño de la aplicación al resultado esperado, se puede realizar un esquema de la siguiente forma: Ver figura 2.11

En Conclusión, se sabe que el ámbito de diseño durante el desarrollo de una aplicación es uno de los pasos más engorrosos y tedioso por los desarrolladores, ya que en ellos se plasman gran cantidad de entidades gráficas, movimientos y colores, para aliviar gran parte del trabajo, se propone utilizar las siguientes herramientas de diseño para aumentar la habilidad del desarrollador y optimizar el resultado final.

2.5.3.3 Recomendaciones para el diseño de la aplicación

Por otro lado, se deben tomar en cuenta la ayuda de las guías de diseño creadas por las casas de software de sistemas operativos móviles, para asimilar estándares de diseño dentro de sus aplicaciones y mantener la armonía de las aplicaciones en el marketing.

2.5.3.4 Pasos para el diseño de la aplicación

Se pretende, que para la metodología la fase de diseño sea uno de los puntos más críticos para el desarrollo de una aplicación móvil multimedia, ya que este tipo de software deben tener gran calidad de colores, además, de gráficos llamativos para el usuario final, a continuación, se presenta un esquema general de diseño. Ver figura 2.12

a) Características Físicas

En este punto, el desarrollador debe tener muy presente las distintas resoluciones que tienen los terminales a que van dirigido el producto final, además, tener en cuenta la variedad de gamas a nivel de procesador y memorias que podrá soportar la aplicación y determinar en si cuáles serán los requerimientos mínimos para el buen desenvolvimiento de la aplicación.



Figura 2.12 Pasos para el Diseño de la Aplicación Móvil

Fuente: [Fuzi, 2013]

b) Manejo de Módulos

En cuanto al manejo de módulos, se tiene que el desarrollador debe mantener estándares poco saturados de información para el buen desempeño de la aplicación, esto con el fin de crear interfaces ligeras e intuitivas para el usuario, donde el mismo pueda reconocer los errores y pueda fácilmente ejecutar el proceso deseado.

c) Iconos y Formularios

Por consiguiente, en este módulo el desarrollador inicia con la creación de los iconos de pantalla principal y los formularios de las interfaces, donde es importante tener en cuenta los tamaños para no entorpecer el funcionamiento de la aplicación y la poca saturación de iconos, además, se debe preparar el método de notificación si en el caso la aplicación utiliza y las ventanas de ayuda para el usuario.

d) Colores y Diseños

Por otro lado, se tiene el modulo más artístico de todos, en el cual el desarrollador deber tener imaginación y creatividad para la creación y buena saturación de colores en el diseño de las interfaces, es importante apoyarse en los estándares de cada uno de los sistemas operativos móviles y delimitar un estándar específico.

e) Recursos Limitados

Por último, el desarrollador deber comprender las limitaciones que presentan los dispositivos móviles, ya que no es lo mismo ejecutar la aplicación en un PC que en un Smartphone, en esta etapa es de considerar que la aplicación sea capaz de ejecutarse en cualquier tipo de dispositivo teniendo en cuenta capacidad de los existentes en el mercado.

Todos estos pasos anteriormente mencionados quedan sujetos al gusto del desarrollador, dados únicamente para guiar el diseño de la aplicación y crear paso a paso interfaces agradables y sencillas para el usuario final.

2.5.4 Fase de codificación

La fase de codificación, es una de las etapas más extensas del proyecto, donde el desarrollador debe tener claro cuál va a ser el tipo de aplicación multimedia desea desarrollar bien sea nativa, una aplicación bajo ambiente web o una aplicación hibrida, ya que de ello dependerá el código y la sintaxis del sistema.

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

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

También existen lo que llamamos aplicaciones híbridas. Este tipo de aplicaciones son una combinación de ambas: Nativas - Web. Y todo apunta a que este tipo de aplicaciones móviles tienden a ser las más utilizadas. Ver figura 2.13

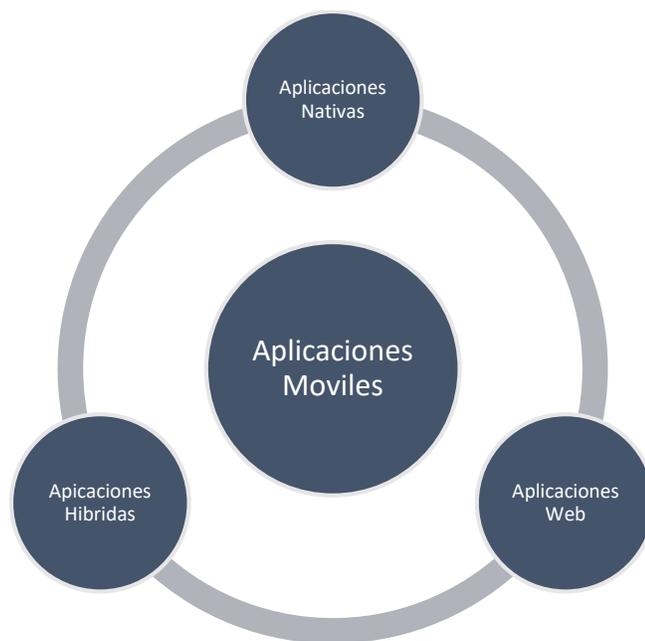


Figura 2.13 Esquema General de Aplicación Móvil

Fuente: [Fuzi, 2013]

2.5.4.1 Aplicaciones nativas

Este tipo de aplicaciones están hechas para ejecutarse en un dispositivo y sistema operativo específico. Este tipo de aplicaciones se crean con distintos tipos de lenguajes.

Por ende, las desarrolladas para iOS lo hacen con los lenguajes: Objective C, C, o C++. Las aplicaciones desarrolladas para el sistema operativo Android lo hacen con lenguaje Java.

Por otro lado, las aplicaciones desarrolladas para el sistema operativo BlackBerry se realizan bajo el lenguaje Java y las aplicaciones Windows Mobile bajo lenguaje C# y VB.NET.

Este tipo de aplicaciones corren de forma más eficiente sobre estos dispositivos ya que sus componentes están diseñados de forma específica para este sistema operativo. Además, este tipo de aplicaciones pueden emplear todos los sensores y elementos del teléfono: cámara, GPS, acelerómetro, agenda, etc.

Por su parte, el código fuente de estas aplicaciones se escribe en función del dispositivo para el que trabajemos. Este código fuente se compila a un ejecutable bien sea para los dispositivos iOS el ejecutable será un archivo APP, para los dispositivos Android será APK, para los dispositivos BlackBerry. COD y para los dispositivos Windows Mobile .XAP.

Todos aquellos recursos (imágenes, iconos, etc) que la aplicación necesita para ejecutarse quedan en el archivo compilado. Este archivo está ya listo para ser distribuido y subido al marketing del sistema operativo seleccionado.

Por último, Una vez subido el ejecutable, el marketing cumple con un proceso de auditoría de la aplicación para evaluar si se adecúa a los requerimientos del sistema, para posterior exhibirlo a los usuarios finales.

Algunas ventajas de utilizar este tipo de aplicaciones son:

- Tienen acceso total a las utilidades del sistema operativo del dispositivo
- Las aplicaciones nativas no requieren de conexión web para ser ejecutadas (En algunos casos)
- Tendrán mucha más visibilidad ya que se distribuyen a través de los Marketing de los fabricantes
- Algunas desventajas de utilizar este tipo de aplicaciones son:

- Necesitas desarrolladores con conocimientos específicos de la plataforma.
- Se Tienes que esperar a que te aprueben la aplicación para tenerla accesible al gran público.

2.5.4.2 Aplicaciones web

En otro orden de ideas, Las aplicaciones web móviles a diferencia de las aplicaciones nativas, se ejecutan dentro del navegador del teléfono. Por ejemplo, en la plataforma iOS, se ejecutan en el navegador Safari. Estas aplicaciones están desarrolladas con HTML, CSS y Javascript.

Algunas ventajas de utilizar este tipo de aplicación:

- Las aplicaciones web se pueden ejecutar en múltiples dispositivos evitando así las complejidades de tener que crear varias aplicaciones.
- El proceso de codificación es más sencillo ya que emplean tecnologías ya conocidas como HTML, CSS y Javascript.
- Estas aplicaciones se pueden encontrar con los tradicionales buscadores.
- No necesitan de la aprobación de ningún fabricante para ser publicadas.
- Algunas desventajas de utilizar este tipo de aplicación:
 - El acceso a los elementos del teléfono es limitado.
 - Este tipo de aplicaciones no se pueden vender en los Market de los SO móviles.

2.5.4.3 Aplicaciones híbridas

Por último, se tiene las aplicaciones híbridas aunando mejor de los dos anteriores modelos. Este tipo de aplicaciones permite el uso de tecnologías multiplataforma como HTML, Javascript y CSS pero permiten acceder a buena parte de los dispositivos y sensores del teléfono. Buena parte de la infraestructura es tipo web y la comunicación con los elementos del teléfono se hace mediante

comunicadores tales como Phonegap. Un buen ejemplo de aplicaciones híbridas es Facebook. Ya que se descarga del marketing y cuenta con todas las características de una aplicación nativa, pero requiere ser actualizada ocasionalmente.

Además, el proceso de desarrollo para este tipo de aplicaciones es algo más complicado. Al igual que para las aplicaciones nativas, el código una vez creado se compila a un ejecutable.

Además, también como en las aplicaciones Web se genera código HTML, CSS y Javascript a ejecutar en un navegador. Ambos códigos se compilan para ser subidos mediante un paquete distribuible a la Marketing.

Ya conociendo los tres tipos de aplicaciones multimedia que se pueden encontrar en el mercado se puede determinar cuál de ellas se va a utilizar para codificar la aplicación a desarrollar y para cual sistema operativo móvil se va a basar la aplicación.

2.5.5 Fase de prueba

Por último, y más importante se tiene la fase de prueba, en MADAMDM desde cualquiera de las fases se puede saltar a la fase de prueba, esto creando un filtro donde el desarrollador puede evaluar y visualizar un resultado rápido de la aplicación en ejecución. Teniendo en cuenta que si se consigue algún tipo de error puede regresar a cualquier punto para corregirlo. Ver figura 2.14



Figura 2.14 Esquema de Fases de Prueba

Fuente: [Fuzi, 2013]

En esta fase, el desarrollador debe evaluar dos etapas, las cuales son: ejecución y resultado, estos tienen como propósito evaluar las factibilidades de la aplicación, realizando ejecuciones dentro de los dispositivos móviles o brindando diseños en fase beta a usuarios para su evaluación.

Además, se hace uso de una tabla de desempeño donde se marca las características del software.

2.5.5.1 Etapa de ejecución

El desarrollador, inicia la ejecución en frío de la aplicación ya sea de su diseño, de su modelo o diagrama, esto con el fin de validar que el mismo se ejecute de forma coherente entre las interfaces o módulos y brinde estabilidad para un resultado óptimo.

2.5.5.2 Etapa de resultados

Por otro lado, esta etapa el desarrollador ingresa valores en la aplicación, donde se mide la eficiencia y certeza de las variables y los cálculos codificados o planteados en el proyecto, es decir, en esta prueba se busca validar que las variables ingresadas brinden el resultado esperado.

Por lo tanto, esta fase trata de un control de calidad para dar salida al producto final ya elaborado y así garantizar que será un producto de calidad y cubrirá las expectativas de los usuarios finales.

Para dar por finalizado, se presenta una metodología de fácil uso para cualquier desarrollador, brindando posibilidades de emprender proyectos pequeños y de una duración media-baja.

Además, se plantea que entre cada fase el desarrollador va a tener como máximo tres (3) semanas para desarrollarlas, es importante conservar el trabajo en equipos pequeños y mantener orden y coordinación en el cumplimiento de los objetivos.

2.6 Métricas calidad de software

Calidad de Software:” La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario". (IEEE, Std. 6101990). "Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario” (R., Pressman, 2006)

Calidad: La calidad es un término que actualmente se encuentra en multitud de contextos y con el que se busca despertar en quien lo escucha una sensación positiva, transmitiendo la idea de que algo es mejor. La palabra calidad tiene muchos significados. La calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con un producto o servicio determinado, que solo permanece hasta el punto de necesitar nuevas especificaciones. La calidad es la capacidad de un producto o servicio para satisfacer las necesidades del cliente o usuario.(Informatica, 2011)

Métrica: Históricamente se habló de métrica en referencia a los sistemas que existían para escribir versos diferenciados en base al número de sílabas que contenía cada verso, así como en referencia al estudio y “medición” de la cantidad de sílabas y estrofas que contenían los versos.

En informática, el término métrica hace referencia a la medición del software en base a parámetros predeterminados, como puede ser el número de líneas de código de que consta o el volumen de documentación asociada. A veces en vez de hablar de métrica se usa el término “Indicadores” del software. Algunos ingenieros lo usan como sinónimos mientras que otros les atribuyen significados distintos.

Algunas métricas o indicadores pueden ser:

- a) Índice de productividad = tamaño / esfuerzo = líneas de código generado / horas trabajadas.
- b) Tasa de defectos = defectos / tamaño = número de errores / líneas de código generadas.

Métricas de calidad del software: Los sistemas de métricas de calidad del software tradicionales se han centrado fundamentalmente en las métricas de procesos, de productos y de recursos.

Los sistemas de métricas hoy en día son los usados en los perfiles o aplicaciones para probar las aplicaciones. Este tipo de aplicaciones usan sistemas de métricas en tiempo de ejecución para medir tiempos, buscar cuellos de botella en las aplicaciones, medir capacidades máximas, etc.

Así, las métricas tratan de servir de medio para entender, monitorizar, controlar, predecir y probar el desarrollo software y los proyectos de mantenimiento.((pdf), 2016)

Los tres objetivos fundamentales de la medición son:

- Entender qué ocurre durante el desarrollo y el mantenimiento.
- Controlar qué es lo que ocurre en nuestros proyectos.
- Mejorar nuestros procesos y nuestros productos.

2.6.1 Factores de la calidad ISO 9126

El estándar ISO 9126 se desarrolló con la intención de identificar los atributos claves del software de computo. La tabla siguiente muestra las preguntas centrales que atiende cada una de estas características

Características	Preguntas
Funcionalidad	¿Las funciones y propiedades satisfacen las necesidades explícitas e implícitas?

Confiabilidad	¿Puede mantener el nivel de rendimiento, bajo ciertas condiciones y por cierto tiempo?
Usabilidad	¿El software es fácil de usar y de aprender?
Eficiencia	¿Es rápido y minimalista en cuanto al uso de recursos?
Mantenibilidad	¿Es fácil de modificar y verificar?
Portabilidad	¿Es fácil de transferir de un ambiente a otro?

Tabla N° 2.3. Características de la norma ISO-9126

Fuente: (Abud Figueroa, s. f.)

El estándar ISO-9126 establece que cualquier componente de la calidad del software puede ser descrito en términos de seis atributos cada una de las cuales se detalla a través de un conjunto de sub-atributos que permiten analizar y profundizar en la evaluación de la calidad de productos de software. A continuación, se explican estos atributos detalladamente:

Funcionalidad: En este grupo se conjunta una serie de atributos que permiten calificar si un producto de software maneja en forma adecuada el conjunto de funciones que satisfagan las necesidades para las cuales fue diseñado. Para este propósito se establecen los siguientes atributos:

Adaptabilidad. Se enfoca a evaluar si el software cuenta con un conjunto de funciones apropiadas para efectuar las tareas que fueron especificadas en su definición.

Exactitud. Este atributo permite evaluar si el software presenta resultados o efectos acordes a las necesidades para las cuales fue creado.

Interoperabilidad. Permite evaluar la habilidad del software de interactuar con otros sistemas previamente especificados.

Conformidad. Evalúa si el software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.

Seguridad. Se refiere a la habilidad de prevenir el acceso no autorizado, ya sea accidental o premeditado, a los programas y datos.

Confiabilidad: Aquí se agrupan un conjunto de atributos que se refieren a la capacidad del software de mantener su nivel de ejecución bajo condiciones normales en un periodo de tiempo establecido. Las sub características que el estándar sugiere son:

Nivel de Madurez. Permite medir la frecuencia de falla por errores en el software.

Tolerancia a fallas. Se refiere a la habilidad de mantener un nivel específico de funcionamiento en caso de fallas del software o de cometer infracciones de su interfaz específica.

Recuperación. Se refiere a la capacidad de restablecer el nivel de operación y recobrar los datos que hayan sido afectados directamente por una falla, así como al tiempo y el esfuerzo necesarios para lograrlo.

Usabilidad: Consiste de un conjunto de atributos que permiten evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema.

Comprensibilidad. Se refiere al esfuerzo requerido por los usuarios para reconocer la estructura lógica del sistema y los conceptos relativos a la aplicación del software.

Facilidad de Aprender. Establece atributos del software relativos al esfuerzo que los usuarios deben hacer para aprender a usar la aplicación.

Operabilidad. Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.

Eficiencia: Esta característica permite evaluar la relación entre el nivel de funcionamiento del software y la cantidad de recursos usados. Los aspectos a evaluar son:

Comportamiento con respecto al Tiempo. Atributos del software relativos a los tiempos de respuesta y de procesamiento de los datos.

Comportamiento con respecto a Recursos. Atributos del software relativos a la cantidad de recursos usados y la duración de su uso en la realización de sus funciones.

Mantenibilidad: Se refiere a los atributos que permiten medir el esfuerzo necesario para realizar modificaciones al software, ya sea por la corrección de errores o por el incremento de funcionalidad. En este caso, se tienen los siguientes factores:

Capacidad de análisis. Relativo al esfuerzo necesario para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas, o para identificar las partes que deberán ser modificadas.

Capacidad de modificación. Mide el esfuerzo necesario para modificar aspectos del software, remover fallas o adaptar el software para que funcione en un ambiente diferente.

Estabilidad. Permite evaluar los riesgos de efectos inesperados debidos a las modificaciones realizadas al software.

Facilidad de Prueba. Se refiere al esfuerzo necesario para validar el software una vez que fue modificado.

Portabilidad: En este caso, se refiere a la habilidad del software de ser transferido de un ambiente a otro, y considera los siguientes aspectos:

Adaptabilidad. Evalúa la oportunidad para adaptar el software a diferentes ambientes sin necesidad de aplicarle modificaciones.

Facilidad de Instalación. Es el esfuerzo necesario para instalar el software en un ambiente determinado.

Conformidad. Permite evaluar si el software se adhiere a estándares o convenciones relativas a portabilidad.

Capacidad de reemplazo. Se refiere a la oportunidad y el esfuerzo usado en sustituir el software por otro producto con funciones similares. (Abud Figueroa, s. f.)

2.7 Herramientas

2.7.1 Unity

Unity es un motor de videojuegos multiplataforma creado por Unity Technologies que actualmente está siendo muy utilizado por los desarrolladores.

Una de las razones de su uso es porque se pueden desarrollar juegos para diversas plataformas, como, por ejemplo:

- PC: Microsoft Windows, OS X y Linux.
- Móviles: Windows Phone, iOS y Android.
- Consolas: Xbox, Playstation y Nintendo.
- Televisiones.
- Realidad virtual.
- Web: WebGL.

Unity consta de 4 versiones que son las siguientes:

The image shows a pricing comparison for Unity's four subscription tiers. Each tier is represented by a colored icon (green for Personal, cyan for Plus, pink for Pro, and teal for Enterprise) and a corresponding title. The Personal tier is free. The Plus tier costs 35 \$ per seat/month and includes a promotion until May 31st. The Pro tier costs 125 \$ per seat/month and includes all Plus features. The Enterprise tier is a custom solution. Each tier has a 'Know more' link and a 'Try/Get/Go' button.

Personal	Plus	Pro	Enterprise
Todas las prestaciones que tanto principiantes como aficionados necesitan para comenzar. Conoce más	Para creadores serios que quieren hacer realidad su visión. Conoce más	Para profesionales que buscan obtener ganancias a partir de una personalización avanzada y la máxima flexibilidad. Conoce más	Una solución a la medida de las metas creativas de tu organización. Conoce más
Gratuito No se necesita tarjeta de crédito	35 \$ por puesto/mes	125 \$ por puesto/mes	Comunícate con nosotros
Try Personal	Get Plus	Go Pro	Comunícate con nosotros

Todas las versiones tienen las mismas características, lo único que cambia cada versión es que dependiendo de la cantidad de monetización que se adquiriera, Unity obliga al desarrollador del juego a coger una versión u otra. Por ejemplo, si el desarrollador no llega a 100.000\$ puede coger la versión gratuita (Personal), si se pasa de ahí y no llega a los 200.000\$, tendrá que coger la versión Plus.

Por último, si el desarrollador tiene beneficios de más de 200.000\$ cogería la versión Pro o la Enterprise, las dos no tienen límite de beneficios. La única diferencia es que la Enterprise es a nivel de empresa y la Pro no.

2.7.2 Vuforia

Vuforia es un SDK que permite construir aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada; una aplicación desarrollada con Vuforia utiliza la pantalla del dispositivo como un "lente mágico" en donde se entrelazan elementos del mundo real con elementos virtuales (como letras, imágenes, etc.). Al igual que con Wikitude, la cámara muestra a través de la pantalla del dispositivo, vistas del mundo real, combinados con objetos virtuales como: modelos, bloque de textos, imágenes, etc.(Cruz, 2014)

La Arquitectura de Vuforia la podemos ver en detalle en la figura presentada a continuación:

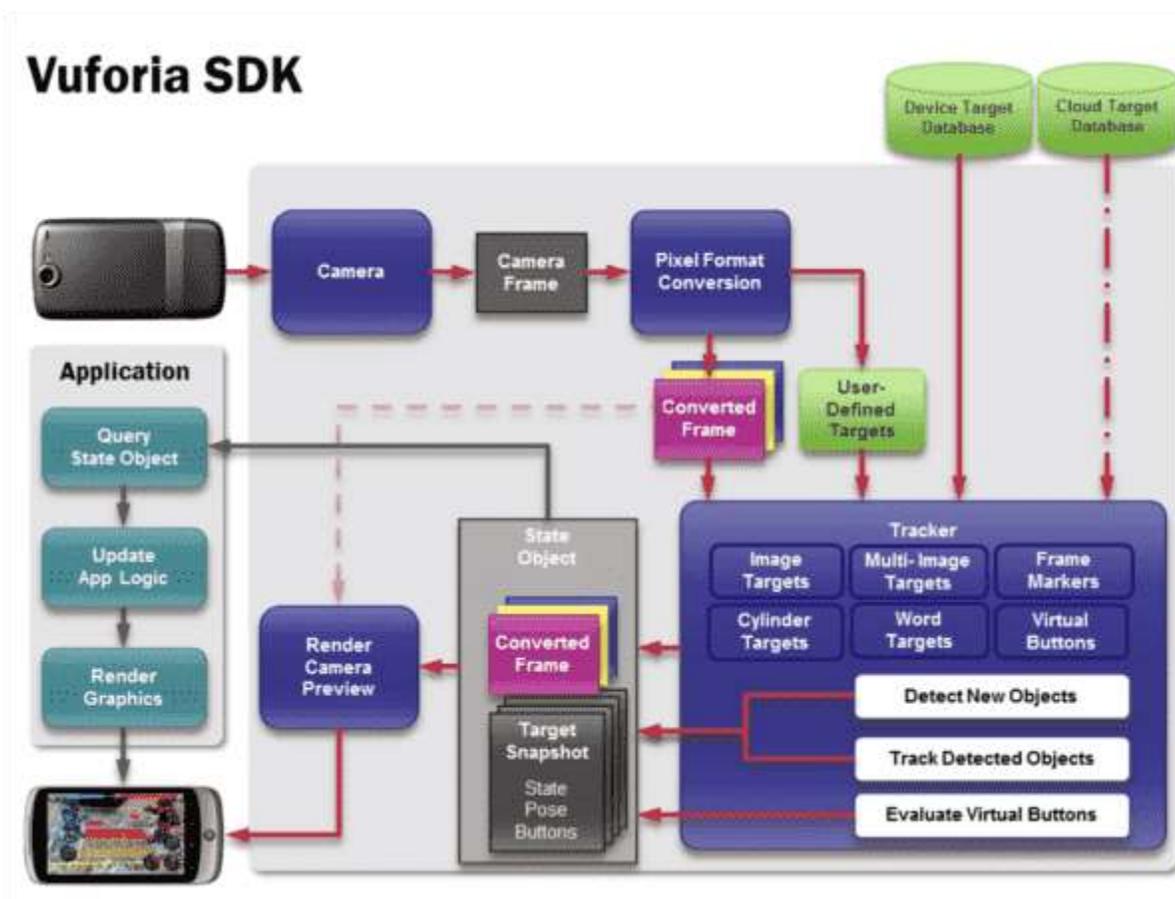


Diagrama de flujo de datos del SDK Vuforia en una aplicación.

El dispositivo capta una escena (un video en vivo) tomada a través de la cámara.

La SDK de Vuforia crea un frame (una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes) de la escena capturada y convierte la imagen capturada por la cámara, a una diferente resolución para ser correctamente tratada por el Tracker.

Vuforia SDK analiza la imagen a través del Tracker y busca coincidencias en la base de datos, la cual está compuesta por Targets.

Luego la aplicación hace "algo"; este "algo" es renderizar algún contenido virtual (imágenes, videos, modelos, etc.) en la pantalla del dispositivo, y así crear una realidad mixta con elementos virtuales combinados con los elementos reales, o lo que se conoce como Realidad Aumentada.

2.7.3 Blender

Blender es una aplicación multiplataforma que se ejecuta en sistemas Linux, macOS y Windows. Blender también tiene requisitos de memoria y almacenamiento relativamente pequeños en comparación con otras suites de creación 3D. Su interfaz utiliza OpenGL y proporciona una experiencia consistente en todos los equipos y plataformas compatibles. (*Blender*, 2020)

2.7.3.1 Características Clave

- Blender es una suite de creación de contenido 3D totalmente integrada, que ofrece una amplia gama de herramientas esenciales, incluyendo Modelado, Renderizado, Animación y Rigging, Edición de Video, VFX, Composición, Texturizado, y algunos tipos de Simulaciones.
- Es multiplataforma, con una interfaz gráfica OpenGL que es uniforme en todas las plataformas principales (y personalizable con scripts de Python).
- Tiene una arquitectura 3D de alta calidad, lo que permite un flujo de trabajo de creación rápida y eficiente.
- Cuenta con un apoyo activo de la comunidad, para una extensa lista de sitios.
- Tiene un pequeño ejecutable, que es, opcionalmente, portable.

2.7.4 C Sharp (C#)

C# (léase C Sharp), es una evolución que Microsoft realizó de este lenguaje, tomando lo mejor de los lenguajes C y C++, y ha continuado añadiéndole funcionalidades, tomando de otros lenguajes, como java, algo de su sintaxis evolucionada. Lo orientó a objetos para toda su plataforma NET (tanto Framework como Core), y con el tiempo adaptó las facilidades de la creación de código que tenía otro de sus lenguajes más populares, Visual Basic, haciéndolo tan polivalente y fácil de aprender como éste, sin perder ni un ápice de la potencia original de C. En

la versión de .NET Core, se ha reconstruido por completo su compilador, haciendo las aplicaciones un 600% más rápidas. (*¿Qué es C# y para qué sirve?*, 2020)

2.7.4.1 Características

Se hace hincapié en ello, ya que este lenguaje se diseñó expresamente para la plataforma .NET, por lo que las características de .NET serán las propias de este lenguaje de programación:

- **Sencillez:** C# elimina gran cantidad de elementos que son innecesarios en .NET. Por ejemplo, no se incluyen elementos pocos útiles como macros, herencias múltiples o la necesidad de un operador distinto del punto.
- **Modernidad:** C# Incorpora de forma automática e intuitiva en su lenguaje elementos que se han demostrado con el paso de los años que han sido muy útiles para el desarrollo de aplicaciones.
- **Seguridad:** Incorpora mecanismo para asegurar que los accesos a tipos de datos se lleven a cabo de forma correcta, por lo que se evita que generen errores difíciles de detectar.
- **Sistemas de tipos unificados:** Todos los datos que obtenemos al programar C# se guardan en una base para que se puedan volver a utilizar posteriormente.
- **Extensibilidad:** puedes agregar tipos de datos básicos, operadores y modificadores cuando se vaya a programar.
- **Versionable:** Dispone de actualización y mejora continua, permitiendo crear versiones de tipo sin tener miedo a que, con la incorporación de nuevos integrantes, provoquen errores complicados de detectar.
- **Compatible:** C# mantiene una sintaxis muy parecida a C, C ++, Java y muchos otros lenguajes de programación, para facilitar el trabajo del programador.

- Eficiente: a pesar de las restricciones que tiene C# en todo el código, se puede saltar estas restricciones utilizando objetos a través de punteros.

2.7.5 Python

Python ha sido diseñado por Guido van Rossum y está en un proceso de continuo desarrollo por una gran comunidad de desarrolladores. Aproximadamente cada seis meses se hace pública una nueva versión de Python.(Marzal & Gracia, 2003)

Python ha sido parte importante de Google desde el principio, y lo sigue siendo a medida que el sistema crece y evoluciona. Hoy día, docenas de ingenieros de Google usan Python y seguimos buscando gente diestra en este lenguaje. Peter Norvig, director de calidad de búsquedas de Google Inc.

2.7.5.1 Características Python

Python presenta una serie de ventajas que lo hacen muy atractivo, tanto para su uso profesional como para el aprendizaje de la programación. Entre las más interesantes desde el punto de vista didáctico tenemos:

- Python es un lenguaje muy expresivo, es decir, los programas Python son muy compactos: un programa Python suele ser bastante más corto que su equivalente en lenguajes como C. (Python llega a ser considerado por muchos un lenguaje de programación de muy alto nivel.)
- Python es muy legible. La sintaxis de Python es muy elegante y permite la escritura de programas cuya lectura resulta más fácil que si utilizáramos otros lenguajes de programación.

- Python ofrece un entorno interactivo que facilita la realización de pruebas y ayuda a despejar dudas acerca de ciertas características del lenguaje.
- El entorno de ejecución de Python detecta muchos de los errores de programación que escapan al control de los compiladores y proporciona información muy rica para detectarlos y corregirlos.
- Python puede usarse como lenguaje imperativo procedimental o como lenguaje orientado a objetos.
- Posee un rico juego de estructuras de datos que se pueden manipular de modo sencillo.

2.8 Análisis de costos de software COCOMO

El Modelo Constructivo de Costos (Constructive Cost Model) fue desarrollado por B. W. Boehm a finales de los 70 y comienzos de los 80. Esta primera versión fue construida con las prácticas en desarrollo de software de aquel momento; sin embargo, fue desarrollado un modelo posterior llamado COCOMO II el cual se adaptó a una forma de programar más contemporánea. Este modelo calcula el esfuerzo y el costo del desarrollo de software en función del tamaño del programa, expresado en las líneas estimadas.

2.8.1 Cocomo II

Los objetivos principales que se tuvieron en cuenta para construir el modelo COCOMO II fueron:

Desarrollar un modelo de estimación de costo y cronograma de proyectos de software que se adaptara tanto a las prácticas de desarrollo de la década del 90 como a las futuras.

Construir una base de datos de proyectos de software que permitiera la calibración continua del modelo, y así incrementar la precisión en la estimación.

Implementar una herramienta de software que soportara el modelo.

Proveer un marco analítico cuantitativo y un conjunto de herramientas y técnicas que evaluaran el impacto de las mejoras tecnológicas de software sobre los costos y tiempos en las diferentes etapas del ciclo de vida de desarrollo.

COCOMO II está compuesto por tres modelos denominados: Composición de Aplicación, Diseño Temprano y Post-Arquitectura.

Éstos surgen en respuesta a la diversidad del mercado actual y futuro de desarrollo de software. Esta diversidad podría representarse con el siguiente esquema.

Aplicaciones desarrolladas por usuarios finales		
Generadores de aplicaciones	de Aplicaciones componentes	con Sistemas integrados
Infraestructura		

Figura N° 2.15. Distribución del Mercado de Software Actual y Futuro

Fuente: (Gómez, López, Migani, & Otazú, s. f.)

Aplicaciones desarrolladas por Usuarios Finales: En este sector se encuentran las aplicaciones de procesamiento de información generadas directamente por usuarios finales, mediante la utilización de generadores de aplicaciones tales como planillas de cálculo, sistemas de consultas, etc. Estas aplicaciones surgen debido al uso masivo de estas herramientas, conjuntamente con la presión actual para obtener soluciones rápidas y flexibles.

Generadores de Aplicaciones: En este sector operan firmas como Lotus, Microsoft, Novell, Borland con el objetivo de crear módulos pre-empaquetados que serán usados por usuarios finales y programadores.

Aplicaciones con Componentes: Sector en el que se encuentran aquellas aplicaciones que son específicas para ser resueltas por soluciones pre-empaquetadas, pero son lo suficientemente simples para ser construidas a partir de componentes interoperables. Componentes típicas son

constructores de interfaces gráficas, administradores de bases de datos, buscadores inteligentes de datos, componentes de dominio-específico (medicina, finanzas, procesos industriales, etc.). Estas aplicaciones son generadas por un equipo reducido de personas, en pocas semanas o meses.

Sistemas Integrados: Sistemas de gran escala, con un alto grado de integración entre sus componentes, sin antecedentes en el mercado que se puedan tomar como base. Porciones de estos sistemas pueden ser desarrolladas a través de la composición de aplicaciones. Entre las empresas que desarrollan software representativo de este sector, se encuentran grandes firmas que desarrollan software de telecomunicaciones, sistemas de información corporativos, sistemas de control de fabricación, etc.

Infraestructura: Área que comprende el desarrollo de sistemas operativos, protocolos de redes, sistemas administradores de bases de datos, etc. Incrementalmente este sector direccionará sus soluciones, hacia problemas genéricos de procesamiento distribuido y procesamiento de transacciones, soluciones middleware. Firmas representativas son Microsoft, Oracle, SyBase, Novell y NeXT.

COCOMO II está compuesto por tres submodelos, cada uno de los cuales ofrece mayor fidelidad a medida que uno avanza en la planificación del proyecto y en el proceso de diseño. Estos tres submodelos se denominan:

1. *Una fase espiral o ciclo espiral llamada Modelo de Composiciones de Aplicaciones:* Indicado para proyectos construidos con herramientas modernas de construcción de interfaces gráficos para usuario.

2. *El Modelo de Diseño Anticipado:* Este modelo puede utilizarse para obtener estimaciones aproximadas del costo de un proyecto antes de que esté determinada por completo su arquitectura. Utiliza un pequeño conjunto de atributos de costo nuevo y nuevas ecuaciones de

estimación. Está basado en Punto de Función sin ajustar o KSLOC (Miles de Líneas de Código Fuente).

3. El Modelo Post-Arquitectura: Este es el modelo COCOMO II más detallado. Se utiliza una vez que se ha desarrollado por completo la arquitectura del proyecto. Tiene nuevos factores de costo, nuevas reglas para el recuento de líneas y nuevas ecuaciones.

2.8.2 Estimación del Desarrollo del Esfuerzo

En COCOMO II el esfuerzo es expresado en meses personas (PM). Meses personas es la cantidad de tiempo que una persona gasta trabajando en el desarrollo de un proyecto de software en un mes. Ese número es exclusivo de días feriados y vacaciones, pero cuenta para fines de semana. El número de meses personas es diferente al tiempo que toma un proyecto en finalizar.

En el modelo de diseño anticipado y post-arquitectura se basan en la utilización de la misma fórmula para calcular una estimación del esfuerzo requerido. A continuación, se detalla dicha fórmula:

$$\mathbf{PM_{nominal} = A \times (Size)B}$$

Esta ecuación calcula el esfuerzo nominal para un proyecto de un tamaño dado expresado en Meses persona (PM).

A continuación, se desarrolla y se describe los componentes de la fórmula completa.

Constante A

La constante A, se usa para capturar los efectos multiplicativos de esfuerzo en proyectos de tamaño incremental. Provisionalmente se le ha estimado un valor de 2.45.

Variable SIZE

Donde:

$$Size = Size \times \left[1 + \frac{BRAK}{100} \right]$$

Brak = Porcentaje de código desperdiciado debido a la volatilidad de los requisitos.

Size = Cantidad de instrucciones del proyecto estimado. Si se opta por puntos de función para calcular el tamaño del proyecto, estos deben convertirse en líneas de código de fuente en el lenguaje de implementación.

Variable B (ahorro y gasto software de escala)

Los modelos de estimación de costo del software a menudo tienen un factor exponencial para considerar los gastos y ahorros relativos de escala encontrados en proyectos de software de distinto tamaño. El exponente B se usa para capturar estos efectos. El valor de B es calculado en la ecuación anterior.

Si **B < 1.0**. El proyecto presenta ahorros de escala. Si el tamaño del producto se dobla, el esfuerzo del proyecto es menor que el doble. La productividad del proyecto aumenta a medida que aumenta el tamaño del producto.

Si **B = 1.0**. Los ahorros y gastos de escala están equilibrados. Este modelo lineal se usa a menudo para la estimación de costo de proyectos pequeños. Se usa para el modelo COCOMO II: Composición de Aplicaciones.

Si **B > 1.0**. El proyecto presenta gastos de escala. Esto se debe normalmente a dos factores principales: El crecimiento del gasto en comunicaciones y el gasto en crecimiento de la integración de un gran sistema. Los proyectos más grandes tendrán más personal y por lo tanto más vías de comunicación interpersonales produciendo gasto.

A continuación, se muestra la fórmula del cálculo de la variable B.

$$B = 0,91 + 0,01x \sum_{j=1}^5 SF_j$$

El exponente B se obtiene mediante los denominados factores de escala (Ver Tabla N° 2.4). La selección de los factores de escala se basa en la razón de que ellos son un recurso significativo de variación exponencial en un esfuerzo ó variación de la productividad del proyecto.

Factores de Escala	Muy Bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
PREC (Precedencia de Desarrollo)	6,2	4,96	3,72	2,48	1,24	0
FLEX (Flexibilidad de Desarrollo)	5,07	4,05	3,04	2,03	1,01	0
RESL (Arquitectura/Resolución de Riesgos)	7,07	5,65	4,24	2,83	1,41	0
TEAM (Cohesión de equipo)	5,48	4,38	3,29	2,19	1,1	0
PMAT (Madurez del Proceso)	7,8	6,24	4,68	3,12	1,56	0

Tabla N° 2.4. Valores de escala

Fuente: (Gómez et al., s. f.)

2.8.3 Ajuste Mediante los Atributos de Costo

Los atributos de costos se usan para capturar características del desarrollo del software que afectan al esfuerzo para completar el proyecto. Los atributos de costo tienen un nivel de medida que expresa el impacto del atributo en el esfuerzo de desarrollo. Estos valores pueden ir desde Extra Bajo hasta Extra Alto.

Para el propósito del análisis cuantitativo, cada nivel de medida de cada atributo de costo tiene un peso asociado. El peso se llama multiplicador de esfuerzo (EM). La medida asignada a un atributo de costo es 1.0 y el nivel de medida asociado con ese peso se llama nominal. Si un nivel de medida produce más esfuerzo de desarrollo de software, entonces su correspondiente EM está por encima de 1.0. Recíprocamente si el nivel de medida reduce el esfuerzo entonces el correspondiente EM es menor que 1.0. La selección de multiplicadores de esfuerzo se basa en una fuerte razón que explicaría una fuente significativa de esfuerzo de proyecto ó variación de la productividad independientemente. Los EM se usan para ajustar el esfuerzo Meses-persona nominal.

La fórmula para calcular el esfuerzo ajustado es la siguiente:

$$MM = Ax (Size)^B \times \prod EM_i$$

Hay 17 multiplicadores de esfuerzo para el Modelo de Post-Arquitectura.

Grupo	Atributo	Descripción
Producto	RELY	Fiabilidad Requerida del Software
	DATA	Medida del volumen de datos
	CPLX	Complejidad del producto
	RUSE	Reutilización Requerida
	DOCU	Documentación Asociada a los ciclos de Vida
Hardware	TIME	Restricción de tiempo de ejecución
	STOR	Restricción del almacenamiento principal
	PVOL	Volatilidad de la máquina virtual
	ACAP	Capacidad del analista

Personal	PCAP	Habilidad del programador
	AEXP	Experiencia en Aplicaciones
	PEXP	Experiencia en Plataformas
	LTEX	Experiencia en la Herramienta y el Lenguaje
	PCON	Continuidad del personal
Proyecto	SITE	Desarrollo Multilugar
	TOOL	Utilización de herramientas software
	SCED	Calendario de Desarrollo Requerido

Tabla N° 2.5. Atributos de Costo para el modelo Post-Arquitectura

La Tabla N° 2.6. ilustra los valores de los atributos de costo para el modelo post-arquitectura.

Fuente: (Gómez et al., s. f.)

2.8.4 Tiempo de Desarrollo

La versión inicial de COCOMO II proporciona una capacidad de estimación de tiempo simplemente similar a las de COCOMO. La fórmula para determinar el tiempo de desarrollo es la siguiente:

$$TDEV = \left[3,67X(PM)^{(0,28+0,2(B-1,01))} \right] X \frac{SCED\%}{100}$$

Donde:

TDEV = Es el tiempo en meses desde la determinación de una línea base de requisitos del producto hasta que se completa una actividad de aceptación que certifica que el producto satisface los requisitos.

PM = Es la estimación de meses-persona, excluyendo el estimador de esfuerzo SCED.

B = Es la suma de los factores de escala del proyecto.

SCED % = Es el porcentaje de compresión/expansión en el multiplicador de esfuerzo
SCED.

3 MARCO APLICATIVO

En este capítulo se detalla todo el proceso de desarrollo de la aplicación, desde el análisis de requerimientos, el software utilizado en su desarrollo tanto para crear la funcionalidad de Realidad Aumentada como para construir los modelos o imágenes que se representarán, el diseño de las aplicaciones y finalmente su resultado final.

3.1 Reestructuración de las metodologías de desarrollo

Para el desarrollo de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada enfocada al turismo de los sitios Turísticos de la Ciudad de El Alto se hace uso de dos metodologías de desarrollo, una enfocada exclusivamente al desarrollo de aplicaciones móviles como lo es la metodología MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles) y la segunda la metodología de Diseño para Aplicaciones de Realidad Aumentada, enfocada como su nombre lo indica a aplicaciones de Realidad Aumentada.

Es por esta razón, que, haciendo el uso de dos metodologías, se vio necesario realizar una reestructuración de ambas metodologías uniéndolas, ya que estas poseen características metodológicas similares, que se adaptan a las necesidades del desarrollo de una aplicación móvil. Ver figura 3.1.



Figura 3.1 Diagrama de reestructuración de las metodologías usadas

Fuente: [Elaboración Propia]

3.2 Requerimientos

En esta fase se definirá las características necesarias para realizar el modelo de realidad aumentada aplicada a sitios turísticos de la ciudad de El Alto

3.2.1 Requerimiento de los usuarios

En la actualidad el uso de la tecnología es casi imprescindible, ya que la mayoría de las personas hacen uso de ella a través de dispositivos móviles y dispositivos de escritorio, y viven familiarizados con está día tras día, ya que a través de estos medios uno puede encontrar todo tipo de información al alcance de la mano, con el uso de redes sociales, aplicaciones, software, es también una de las mejores opciones para ofrecer a un visitante o turista los diversos lugares de un lugar, ciudad o país.

Por ello se recolecto información necesaria de manera digital y escrita de lo que son los sitios turísticos de la ciudad de El Alto, se realizaron preguntas y encuestas a los visitantes y personas que llegaban a los sitios turísticos que tiene la ciudad, a fin de conocer las vistas y las necesidades que se tienen al momento de visitar estos sitios.

3.2.2 Análisis de la información recolectada

Al analizar los requerimientos de los usuarios y ver el interés que se tiene a los sitios turísticos, se observó que existe una cierta limitación, y una desinformación, al ver la poca afluencia a estos sitios, además de tener la dificultad de entender algunas obras, ya que no cuentan con suficiente información que explique de forma clara e interactiva lo que se está visualizando y se pudo observar también que la mayoría de la población contaban con un dispositivo móvil.

Por lo cual al ver las características de estos sitios turísticos y aprovechando que la mayoría de las personas que llegan a este lugar poseen un dispositivo móvil, se decidió realizar un modelo de realidad aumentada que se ajuste a las necesidades de los visitantes y personas que quieran apreciar los detalles técnicos de la obras sin necesidad de tocarlas, usando modelos en 3D, e información multimedia de una forma didáctica, de manera que la Realidad Aumentada proporcione un componente interactivo muy novedoso en los lugares turísticos a la hora de visualizar las obras que hará que la experiencia de la población sea más importante y representativa.

3.2.3 Requerimientos de la aplicación móvil

De acuerdo a la información obtenida a través de las encuestas realizadas a los visitantes de los sitios turísticos y el análisis correspondiente a las mismas, se definieron ciertos requisitos necesarios para realizar el Modelo de Realidad Aumentada, para ello se tomaron en consideración los requerimientos funcionales y no funcionales.

3.2.3.1 *Requerimientos funcionales*

Los requerimientos funcionales para la Aplicación Móvil son:

Reconocimiento de punto de geolocalización: Al iniciar el modelo de Realidad Aumentada el visitante deberá seleccionar uno de los sitios turísticos una vez ejecutada la acción y apuntando sobre ella con la cámara encendida, el modelo de realidad aumentada deberá ser capaz de reconocer los puntos de geolocalización definido para dicho sitio turístico y avisar al usuario que fue reconocido con éxito, y este realice el procesamiento respectivo para luego mostrar las distintas opciones para su interactividad.

Visualización de la Realidad Aumentada: Una vez reconocida y procesada la información del punto de geolocalización capturado por la cámara, deberá visualizarse en la pantalla del teléfono toda la información respectiva del sitio turístico seleccionado y se deberá visualizar las distintas opciones de presentación multimedia definidas para cada sitio turístico, para una mejor apreciación histórica y cultural del sitio.

Información multimedia: Para que la población tenga una mejor comprensión de lo que está observando en Realidad Aumentada a través de su Smartphone, se deberán mostrar imágenes interactivas e información adicional del sitio turístico seleccionado, para de esta manera ofrecerle a la población una experiencia distinta de conocer la historia y el valor cultural de una manera interactiva.

Información tridimensional: Para que a población tenga una mejor apreciación de lo que está observando en Realidad Aumentada a través de su Smartphone, se deberán mostrar imágenes tridimensionales interactivas con información del sitio turístico seleccionado, para de esta manera ofrecerle a la población una experiencia distinta de conocer la historia y el valor cultural de una manera interactiva.

3.2.3.2 *Requerimientos no funcionales*

También se debe tomar en cuenta los requerimientos no funcionales para la Aplicación Móvil.

Experiencia del usuario: Deberá ser de fácil uso, proporcionando una interfaz sencilla, interactiva y comprensible, para que la población tenga una mejor experiencia posible en su visita.

Accesibilidad: Deberá ser y estar accesible las 24 horas los siete días de la semana, tanto para su descarga como para su uso.

Fiabilidad: Deberá ofrecer un óptimo rendimiento al momento que el visitante requiera hacer uso del mismo, además al ejecutarse la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada no deberá colapsar al momento de su uso, para no generar conflictos con otras aplicaciones instaladas.

Manual del usuario: Tendrá un breve manual de usuario para dar mayor y mejor explicación del mismo.

Velocidad de acceso: Deberá mostrar la información del sitio turístico seleccionada de manera rápida para que la población tenga una excelente experiencia durante el uso de la aplicación móvil.

Veracidad de la información: Deberá mostrar información actualizada y veraz con respecto al sitio turístico seleccionada por la población.

Escalabilidad: Deberá ser escalable para posteriores actualizaciones respecto a nuevas funciones que se le pueda implementar.

Hardware: El dispositivo móvil deberá contar con una cámara para poder realizar la captura del punto de geolocalización y posicionar el modelo 3D y hacer uso de la Realidad Aumentada.

Sistema operativo: Requerirá una versión de Android a partir de la versión Android 5.0 (versión Ice lollipop) para su funcionamiento.

3.2.4 Realidad aumentada y el uso de marcadores

Al hacer uso de esta tecnología nos basaremos en el GPS y el geo localizador para poder realizar el proceso que requiere el uso de la Realidad Aumentada, para de esta manera exponer y visualizar la información histórica del Sitio Turístico apuntada con la cámara, con el fin de mejorar la experiencia turística de los visitantes a los sitios turísticos culturales y miradores naturales.

3.2.5 Definición del hardware y software para el uso de la aplicación de realidad aumentada

Para el desarrollo y funcionamiento de la aplicación se tomó en cuenta los resultados de las encuestas realizadas para determinar el tipo de Smartphones a los cuales ira orientada la aplicación, en donde se mencionó que la mayoría de las personas encuestadas tenían o usaban un Smartphone con tecnología Android y solo unas cuantas personas hacían uso de los Iphone de Apple, por lo tanto, esta se desarrollaría para celulares con tecnología Android.

Para determinar la versión de Android a partir de la cual se desarrollaría la aplicación móvil, se tomó en cuenta los datos de la figura 3.2

3.2.6 Definición principios de usabilidad

De acuerdo a la metodología de Diseño para aplicaciones de Realidad Aumentada es necesario definir principios de usabilidad para de esta manera garantizar un nivel de calidad para el desarrollo, diseño y uso de la aplicación móvil.

Version	Nombre	API	Distribucion
2.3.3 – 2.3.7	Gingerbread	10	0.30%
4.0.3 – 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	0.30%
4.1.x	Jelly Bean	16	1.20%
4.2.x		17	1.50%
4.3		18	0.50%
4.4	KitKat	19	6.90%
5.0	Lollipop	21	3.00%
5.1		22	11.50%
6.0	Marshmallow	23	16.90%
7.0	Nougat	24	11.40%
7.1		25	7.80%
8.0	Oreo	26	12.90%
8.1		27	15.40%
9.0	Pie	28	10.40%

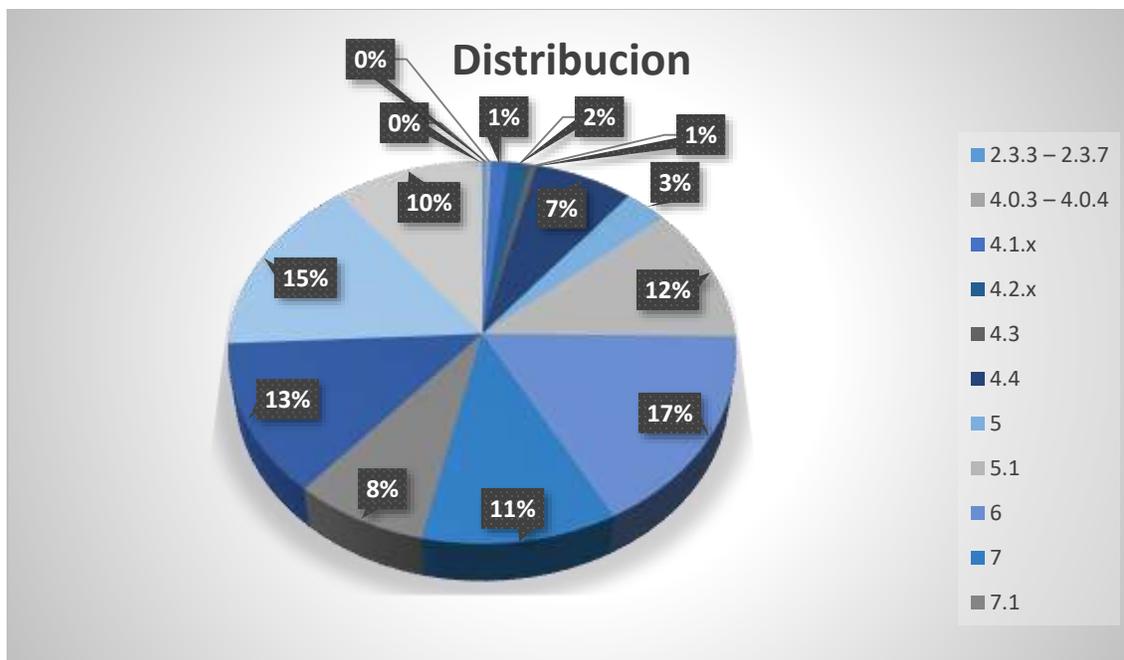


Figura 3.2 Versiones de Android más utilizadas hasta mayo de 2019

Fuente: [Carlos Llorca, mayo 2019]

Interacción (Usuario - Software): Para este principio la aplicación deberá ser de fácil uso e intuitivo donde el usuario simplemente seleccionará un sitio lugar turístico cultural o mirador apuntando al marcador y en respuesta la aplicación nos muestra la información histórica de cada uno de los sitios turísticos, siendo esta acción de manera inmediata.

Presentación (Identidad y Diseño): La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada cuenta con un logo único el cual es usado como identidad para ser diferenciado entre las demás aplicaciones, un diseño de fácil comprensión para el usuario.

La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada deberá ser de fácil uso, además de contar con un logo para la Aplicación Móvil relacionado con los sitios turísticos, cuando el visitante inicie la Aplicación Móvil y elija un determinado sitio turístico cultura o mirador, este deberá permitir dar inicio a la Realidad Aumentada al enfocar la cámara del dispositivo

móvil sobre el sitio turístico definido como marcador, de tal manera que la información que se despliegue sea de forma inmediata.

Sistema de Navegación: De acuerdo al diseño de la aplicación el sistema de navegación deberá ser sencillo, donde el usuario tenga la opción de regresar volver a avanzar y en algún momento simplemente regresar al menú principal, además la aplicación cuenta con un número determinado de marcadores relacionados a cada uno de los sitios turísticos culturales y miradores.

Contenido e información: Se muestra de manera interactiva toda la información relacionada a los sitios turísticos culturales y miradores una vez que el usuario haya enfocado con la cámara e iniciado el GPS y este haya sido capturado con éxito, siendo esta una manera distinta de que el usuario-visitante del sitio turístico cultural pueda comprender y conocer la historia del atractivo cultural.

3.3 Fase de planificación

Con la finalización del análisis de la fase de requerimientos, se define de manera correcta la planificación del diseño y desarrollo del Modelo Móvil de Realidad Aumentada juntamente con todos los módulos que en esta se implementara.

3.3.1 Identificación de eventos

En este apartado definimos y planificamos los distintos eventos para el desarrollo de la aplicación móvil y su correcto funcionamiento, de manera que el visitante pueda interactuar con la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada,

Tenemos los siguientes puntos:

Definición de pantallas: Definir cuantas pantallas se crearán para el funcionamiento óptimo de la aplicación.

Diseño: Decidir el diseño de las pantallas de la aplicación, colores, botones, forma, orientación.

Navegabilidad: Diseñar la navegabilidad entre las pantallas de la aplicación.

Desarrollo de pantallas: Desarrollo de cada una de las pantallas que requerirá la aplicación móvil.

Definición de la información multimedia: Definir el contenido de información multimedia, histórica y tridimensional que tendrá la aplicación en cada una de sus funciones al desplegar la información una vez capturado el marcador.

Pruebas de desarrollador: Generar pruebas exhaustivas en la aplicación durante y después de la etapa de desarrollo.

Pruebas del usuario: Generar pruebas exhaustivas en la aplicación con el usuario final.

Corrección de errores: Corregir cualquier error que se haya detectado durante las etapas de desarrollo y de pruebas.

Pruebas finales: Realizar las pruebas Finales para la conclusión de la aplicación móvil.

También definimos los siguientes módulos necesarios para el correcto funcionamiento de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.

Geo localización de los sitios turísticos: Es necesario definir correctamente los puntos de geo localización ya que estos son necesarios para hacer uso de Realidad Aumentada y posteriormente realizar el proceso respectivo.

Módulo de Realidad Aumentada: Este módulo se encargará de realizar el proceso de Realidad Aumentada a partir del reconocimiento de los puntos de geo localización.

Cuando se reconozca los puntos de latitud y longitud se mostrará la información tridimensional del sitio turístico elegido y su interfaz correspondiente.

Modulo principal: En este módulo se incluye el menú principal de la aplicación y algunas opciones que se le agregan, mediante este módulo se accederá a las demás pantallas o escenas de la aplicación móvil.

Información Multimedia: Se seleccionarán imágenes 2D que describan los sitios turísticos y se buscará información adicional importante que tiene este sitio turístico para mostrarse a través de la Aplicación.

En el siguiente grafico 3.3 describimos el diagrama de actividades de la aplicación móvil.

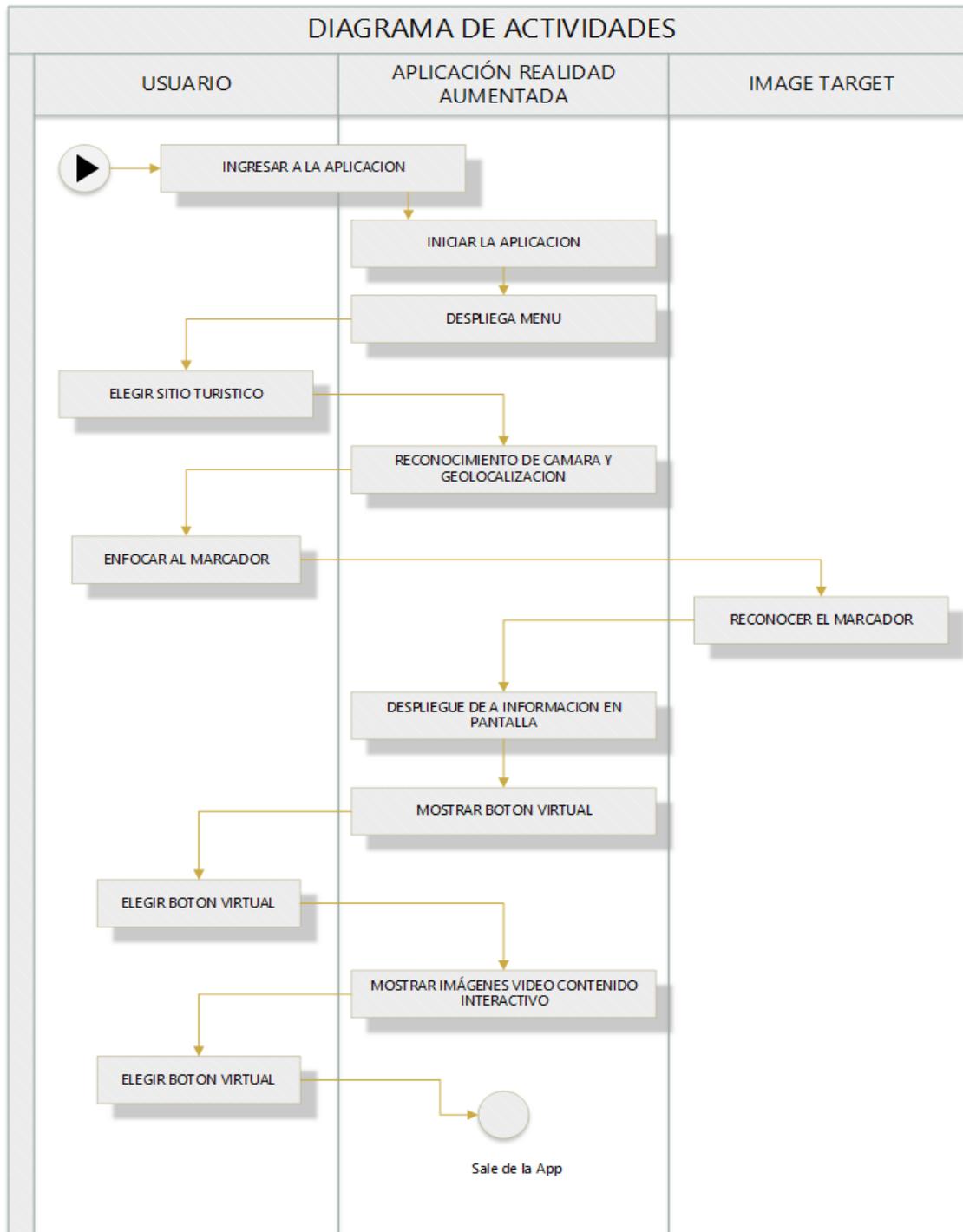


Figura 3.3 Diagrama de actividades

Fuente: [Elaboración Propia]

3.3.2 Modelo de iteración

Este modelo permite tener un esquema basado en las relaciones entre el usuario y la aplicación móvil, además se describen las distintas interfaces junto a los actores en la aplicación.

3.3.2.1 Diagramas de Casos de Uso

Para la creación de los casos de uso que mostraran la parte funcional de la aplicación con el usuario, es necesario tomar en cuenta los requerimientos funcionales ya definidos puesto que nos encontramos en una fase de refinamiento del desarrollo de la aplicación.

A continuación, se realiza la descripción de cada uno de los casos de uso.

Módulo principal

En este módulo se detalla las acciones que el usuario realiza a partir de que se inicializa la aplicación de Realidad Aumentada, luego se visualiza el menú principal y otras acciones que se detallan en el diagrama. Ver Figura 3.4

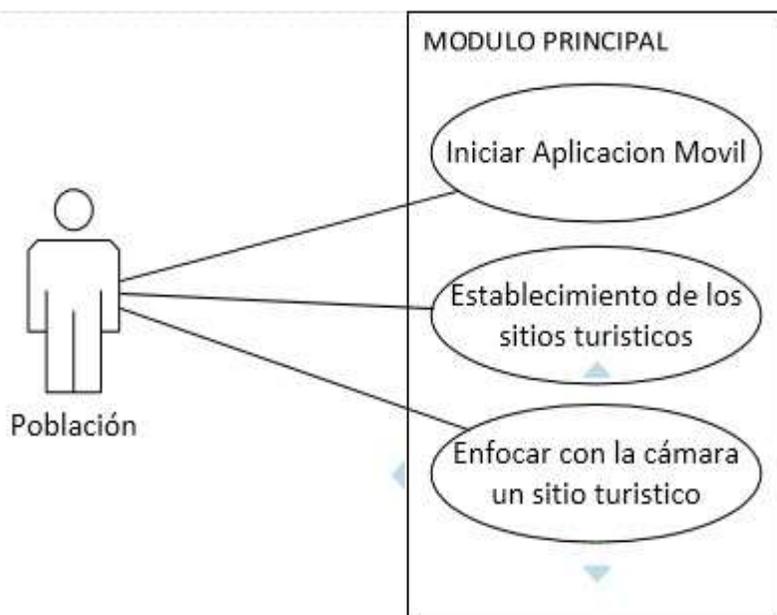


Figura 3.4 Diagrama de casos de uso del módulo principal

Fuente: [Elaboración Propia]

Inicialización de la Aplicación Móvil

Diagrama del caso de uso para iniciar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada en el Smartphone. Ver tabla 3.1

Caso de uso: Iniciar Aplicación Móvil		Nro.: 1	
Descripción: Caso de Uso para iniciar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada			
Actores	Población		
Condición de entrada	La base de datos con el sitio turístico elegido, debe estar previamente creada		
Flujo de evento	Pasos	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	Inicia la Aplicación, con el botón de Ingresar	La aplicación móvil de realidad Aumentada se inicia y carga todos los recursos necesarios
	2		La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada cargara la base de datos
	3		La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada estará lista para ser usada
Post Condiciones	La Aplicación Móvil se prepara entrar al menú principal		

Tabla 3.1 Diagrama de casos de uso iniciar Aplicación Móvil

Fuente: [Elaboración Propia]

Ver menú principal

Diagrama del caso de uso para la visualización del menú principal en la aplicación de Realidad Aumentada. Ver Tabla 3.2

Caso de uso: Ver menú principal		Nro.: 2	
Descripción: Caso de Uso para visualizar el menú principal de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada			
Actores	Población		
Condición de entrada	La Aplicación Móvil de realidad Aumentada debe estar correctamente iniciada y debe haberse cargado todos los recursos necesarios		
Flujo de evento	Pasos	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	Se selecciona si desea ver el contenido de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada o si desea salir	La aplicación móvil de realidad Aumentada aguarda que se elija una opción
	2		La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada realiza la acción elegida por el usuario
	3	Presiona la opción "Salir"	Cierra Aplicación Móvil de Realidad Aumentada

Post Condiciones	La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada de acuerdo a la opción seleccionada por el usuario esta lista para cambiar el entorno y avanzar entre los menús seleccionados o salir de la aplicación
------------------	--

Tabla 3.2 Diagrama de casos de uso ver menú principal de la Aplicación Móvil

Fuente: [Elaboración Propia]

Cambio de Entorno

Diagrama del caso de uso para cambiar de escena dentro de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada. Ver Tabla 3.3

Caso de uso: Cambio de Entorno		Nro.: 3	
Descripción: Caso de Uso para cambiar de escena dentro de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, para ver los menús y opciones que tiene			
Actores	Población		
Condición de entrada	Debe haberse elegido del menú principal la opción Ingresar para luego seleccionar uno de los sitios turísticos que ofrece la Aplicación Móvil de realidad Aumentada		
Flujo de evento	Pasos	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	Presionar sobre la opción “Iniciar”	La aplicación móvil de realidad Aumentada visualiza en la pantalla los sitios turísticos como opciones para escoger entre cada una de ellas

	2	Elije el sitio turístico en la que se encuentre físicamente y presiona sobre ella, para poder visualizar la realidad aumentada	Elegida la opción se despliega una pantalla previa al uso de la realidad Aumentada
	3		La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada estará lista para ejecutar la Realidad Aumentada.
Post Condiciones	La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada está lista para comenzar con la Realidad Aumentada.		

Tabla 3.3 Diagrama de casos de uso del cambio de entorno

Fuente: [Elaboración Propia]

3.3.2.2 Módulo de Realidad Aumentada

En este módulo es donde se observa los diferentes casos de uso relacionados a la Realidad Aumentada que hace uso del GPS del teléfono móvil. Ver figura 3.5

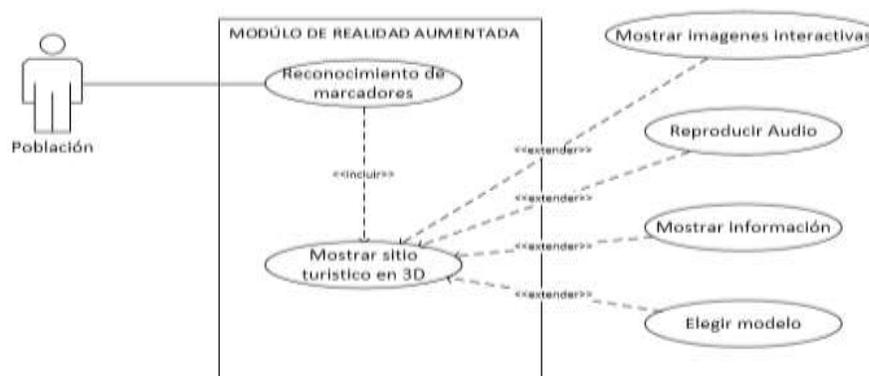


Figura 3.5 Diagrama de casos de uso módulo de Realidad Aumentada

Fuente: [Elaboración Propia]

Reconocimiento de puntos de geo localización

Caso de uso para el reconocimiento y uso del GPS definidos. Ver tabla 3.4.

Caso de uso: Reconocimiento de marcadores		Nro.: 4	
Descripción: Caso de Uso para el reconocimiento de marcadores			
Actores	Población		
Condición de entrada	Se debe enfocar con la cámara para que se pueda apreciar la Realidad Aumentada.		
Flujo de evento	Pasos	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	Selecciona el botón respectivo del sitio turístico elegido que desea observar.	Se cambia de escena y queda activada la cámara del dispositivo para capturar el GPS.
	2	Orienta la cámara del dispositivo móvil hacia el marcador.	La aplicación reconoce la imagen del sitio turístico enfocada por el dispositivo móvil.
	3		La aplicación le muestra la información respectiva del sitio turístico en la pantalla.
Post Condiciones	Se reconoce el GPS mediante la cámara y el móvil		

Tabla 3.4 Diagrama de casos de uso identificación de marcadores

Fuente: [Elaboración Propia]

Mostrar información e imágenes interactivas

Diagrama del caso de uso para mostrar la información histórica de los sitios turísticos e imágenes interactivas. Ver tabla 3.5

Caso de uso: Mostrar información e imágenes interactivas.		Nro.: 5	
Descripción: Caso de Uso para el reconocimiento de marcadores			
Actores	Población		
Condición de entrada	Debe de haberse elegido un sitio turístico y enfocado con la cámara al marcador.		
Flujo de evento	Pasos	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	Tendrá la opción de ver la información histórica del sitio turístico, así como también imágenes interactivas.	Aguarda a que se presione sobre una de las opciones.
	2	Presiona sobre las imágenes interactivas.	Se visualiza en pantalla las imágenes cargadas en la aplicación del sitio turístico seleccionada.
	3	Presiona sobre la opción “Volver”	La aplicación vuelve hacia la pantalla anterior.
Post Condiciones	La aplicación de Realidad Aumentada visualiza en pantalla la información del sitio turístico como también sus imágenes interactivas.		

Tabla 3.5 Diagrama de casos de uso mostrar imágenes interactivas e información adicional

Fuente: (Elaboración Propia)

3.3.3 Actividades del proyecto

En esta etapa se plasma las actividades y los resultados obtenidos en el transcurso de la fase para proceder a la elaboración o desarrollo de la aplicación móvil.

3.3.3.1 Cuadro de procesos

En este cuadro se marca las actividades de la metodología y su respectiva culminación de modo que se pueda mantener el rumbo correcto de los pasos de la metodología. Ver Tabla 3.6

Cuadro de procesos			
Actividades	Culminada	Prueba de ejecución	Prueba de resultados
Recolección de información de treinta sitios turísticos de la ciudad de El Alto para el modelado en 3D.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Análisis de las herramientas de desarrollo de Realidad Aumentada.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Selección de la plataforma de desarrollo para la Aplicación de Realidad Aumentada.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Instalación y configuración de las	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa

herramientas de desarrollo que se usarán.			
Modelado en 3D de las obras seleccionadas en Blender.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Texturizado de los modelos en 3D con Blender.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Codificación de los puntos de Geo localización	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Registro y creación de la Base de Datos en la página web de Vuforia.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Importación del paquete de desarrollo creado en Vuforia a Unity.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Importación del modelo en 3D hecho en Blender a Unity.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Configuración del entorno de la escena.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa

Desarrollo de la Realidad Aumentada con Vuforia y Unity.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Creación de información multimedia	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Diseño de las interfaces (pantallas, como sus colores, tipos de fuentes, imágenes a utilizar).	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Generación de la apk en Unity para android.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
Pruebas en la aplicación.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa

Tabla 3.6 Cuadro de Procesos

Fuente: (Elaboración Propia)

3.4 Fase de diseño

En esta fase de la metodología se procede a diseñar la aplicación móvil teniendo en cuenta las necesidades del usuario y su entorno.

3.4.1 Diseño conceptual

Al abrir la aplicación de Realidad Aumentada se cargará una pantalla de bienvenida, luego estará la pantalla de inicio para poder comenzar con la aplicación o en otro caso salir de la aplicación.

Una vez ingresada en la aplicación se tiene como distintas opciones los sitios turísticos para poder hacer clic sobre una de ellas y así acceder a la pantalla previa antes de comenzar para lo cual se tiene un botón el cual nos permitirá comenzar con la Realidad Aumentada.

Una vez iniciada la Realidad Aumentada tenemos activada la cámara para poder enfocar y así se podrá ver la información tridimensional del sitio turístico, una vez que la aplicación capte los puntos de geo localización se visualizará en la pantalla las opciones de ver distintas imágenes del sitio turístico como también nos mostrará su información histórica sobre el marcador en realidad aumentada de manera interactiva.

3.4.2 Diseño Navegacional

En esta etapa se visualizará la estructura de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.

La población podrá ingresar y vivir una experiencia gratificante al navegar dentro de la aplicación, podrá moverse a su conveniencia y disfrutar de todo lo que ofrece la

Aplicación de Realidad Aumentada Móvil. Ver figura 3.6

3.4.3 Diseño de interfaz abstracta

En esta etapa de la metodología es donde podemos implementar y realizar el diseño de los bocetos de las pantallas o escenas que tendrá la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, se creará una interfaz abstracta, definiendo la estructura de los elementos, interfaces gráficas que tendrá la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada a través de bocetos.

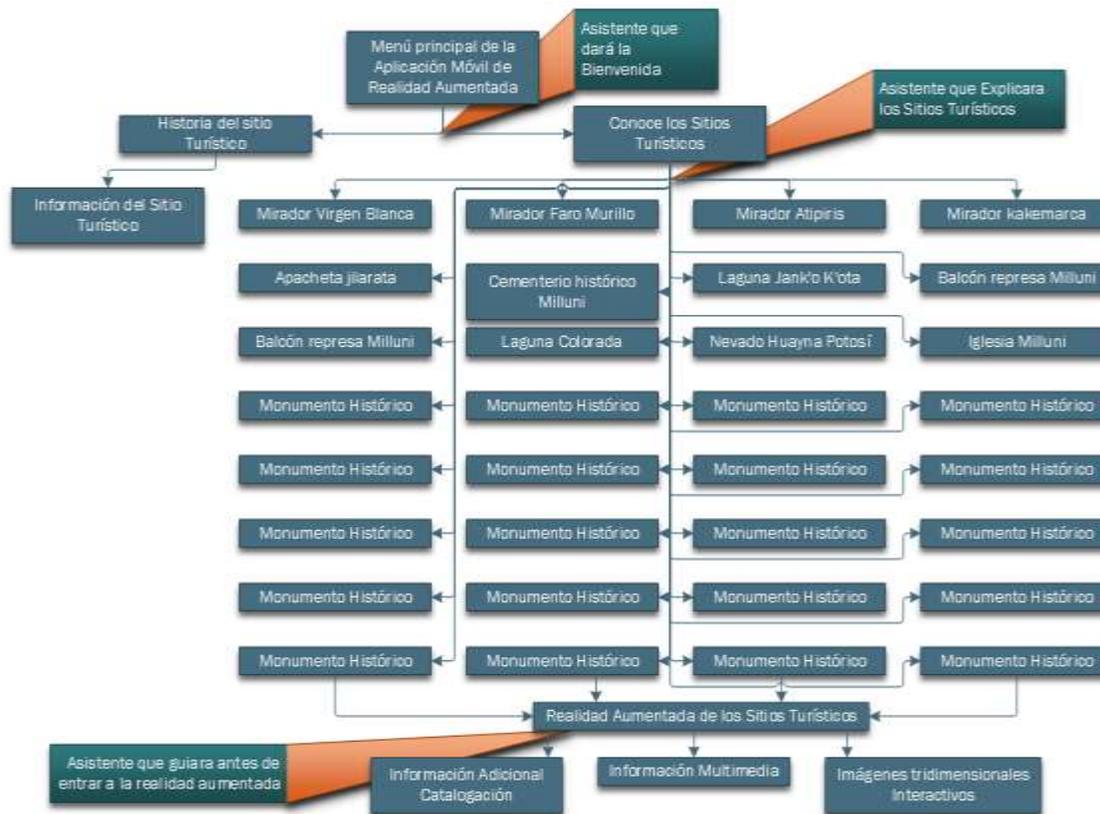


Figura 3.6 Diagrama de Diseño Navegacional

Fuente: [Elaboración Propia]

3.4.4 Diseño de interfaz abstracta

En esta etapa de la metodología es donde podemos implementar y realizar el diseño de los bocetos de las pantallas o escenas que tendrá la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, se creará una interfaz abstracta, definiendo la estructura de los elementos, interfaces gráficas que tendrá a través de bocetos.

Diseño de bocetos para la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, usando las recomendaciones para el diseño de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, se usó la herramienta Pencil, para realizar el diseño de bocetos.

Menú Principal: Diseño del boceto del menú principal de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada. Ver Figura 3.7

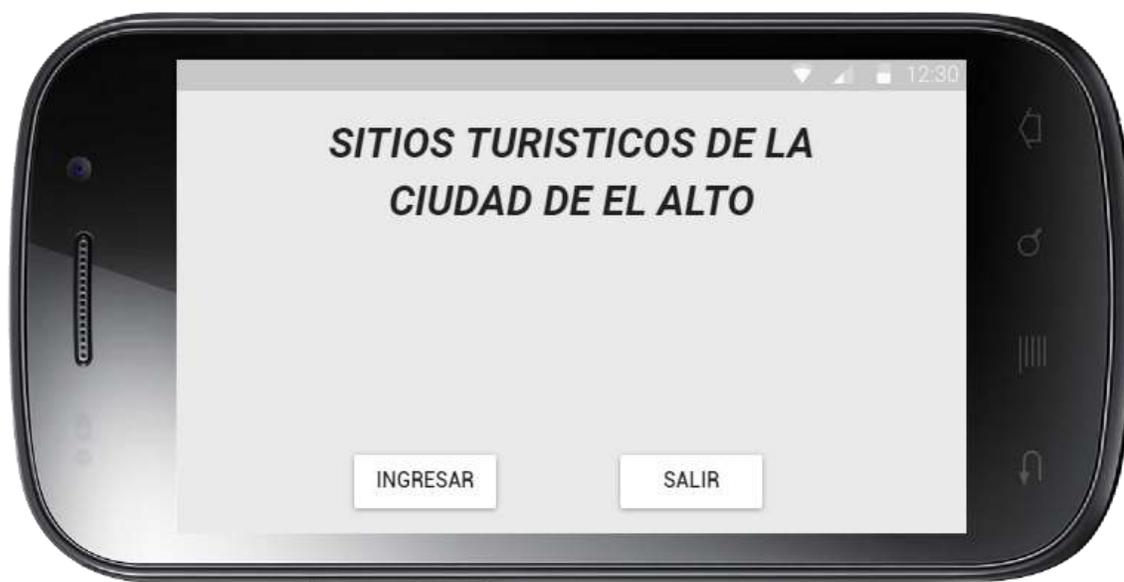


Figura 3.7 Menú principal

Fuente: [Elaboración Propia]

Menú de Ingreso: Diseño del boceto del menú de ingreso que muestra 3 botones de información, de los sitios turísticos y también acerca de la aplicación. Ver Figura 3.8



Figura 3.8 Menú de ingreso

Fuente: [Elaboración Propia]

Menú sitios turísticos: Diseño del boceto que muestra un total de 8 sitios turísticos para seleccionar. Ver Figura 3.9



Figura 3.9 Menú sitios Turísticos

Fuente: [Elaboración Propia]

Sitio Turístico: Diseño del boceto al seleccionar un sitio tendrá 3 botones para seleccionar alguna acción sobre el sitio turístico. Ver Figura 3.10



Figura 3.10 Menú sitio Turístico

Fuente: [Elaboración Propia]

Sitios Turístico Información del sitio: Diseño del boceto al seleccionar información del sitio un sitio tendrá una breve descripción del sitio seleccionado. Ver Figura 3.11



Figura 3.11 Menú Sitios Turístico Información del sitio

Fuente: [Elaboración Propia]

Sitios Turístico Información multimedia: Diseño del boceto al seleccionar información multimedia un sitio tendrá iconos que al seleccionarlos mostrará información multimedia del sitio seleccionado. Ver Figura 3.12



Figura 3.12 Menú Sitios Turístico Información multimedia

Fuente: [Elaboración Propia]

Sitios Turístico Información tridimensional 3D: Diseño del boceto al seleccionar información tridimensional de un sitio tendrá una imagen en 3D del sitio seleccionado.

Ver Figura 3.13

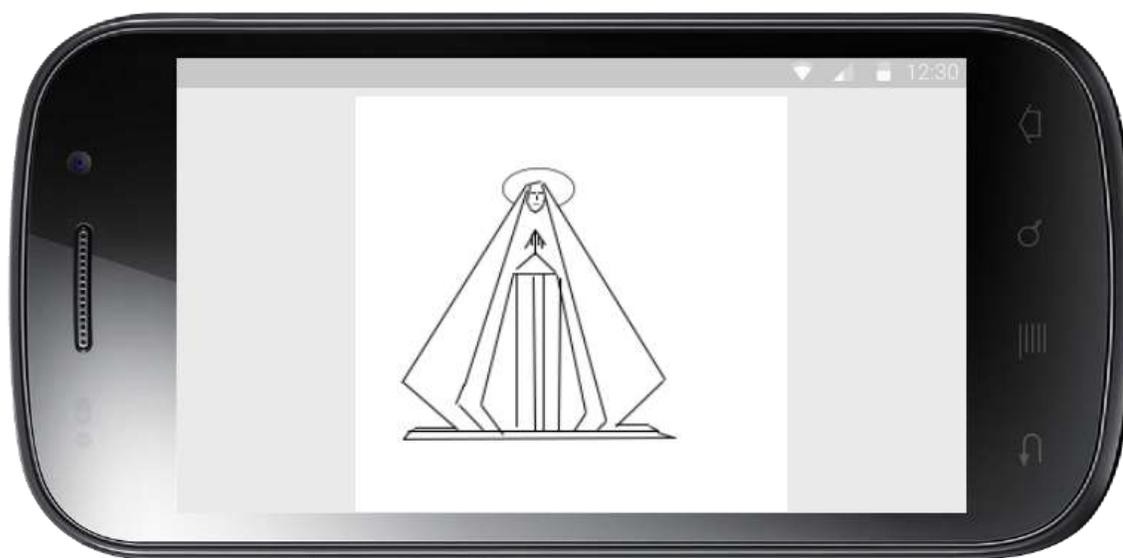


Figura 3.13 Menú Sitios Turístico Información tridimensional 3D

Fuente: [Elaboración Propia]

3.4.4.1 *Diseño y modelado*

Una vez realizados los bocetos, realizamos el diseño de las interfaces de la aplicación móvil a través de la herramienta de desarrollo Unity. Con el diseño de los mockups se definió crear una interfaz interactiva, amigable y fácil de usar, con una mezcla de colores adecuados para la aplicación móvil.

Modelado y Texturizado en 3D: Se realizó el modelado de los sitios turísticos de la ciudad de El Alto.

Modelado Virgen Blanca: Se realizó el modelado del Virgen Blanca en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.14



Figura 3.14 Detalles del modelado de la Virgen Blanca en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Detalles finales del modelado de la Virgen Blanca. Ver tabla 3.15

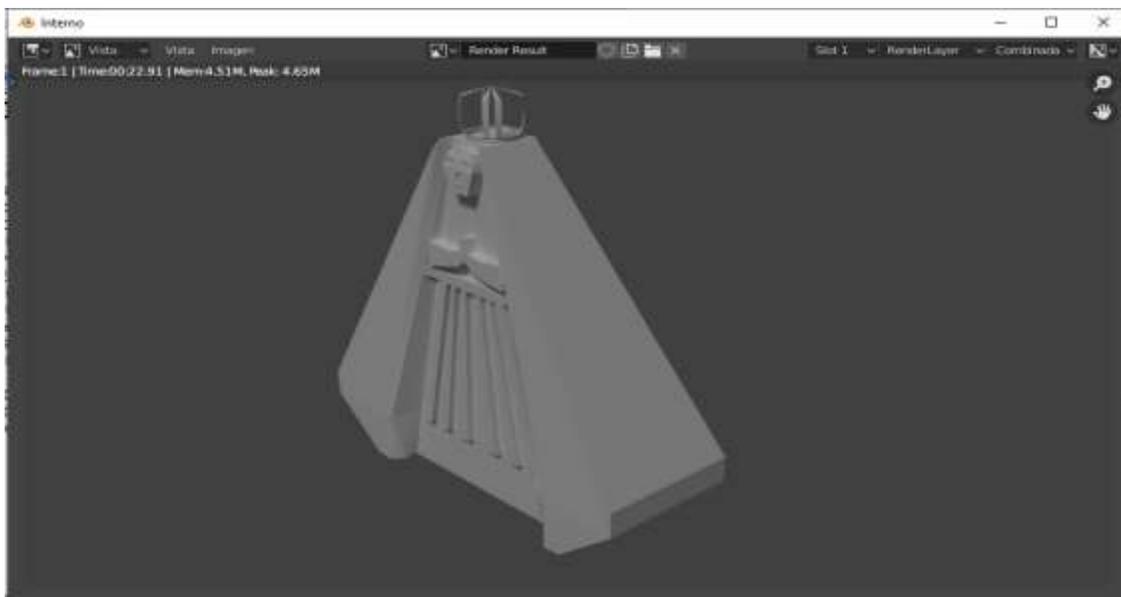


Figura 3.15 Modelado final de la Virgen Blanca en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Texturizado Virgen Blanca: Se realizó la distribución de mallas para el texturizado de la Virgen Blanca en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.16

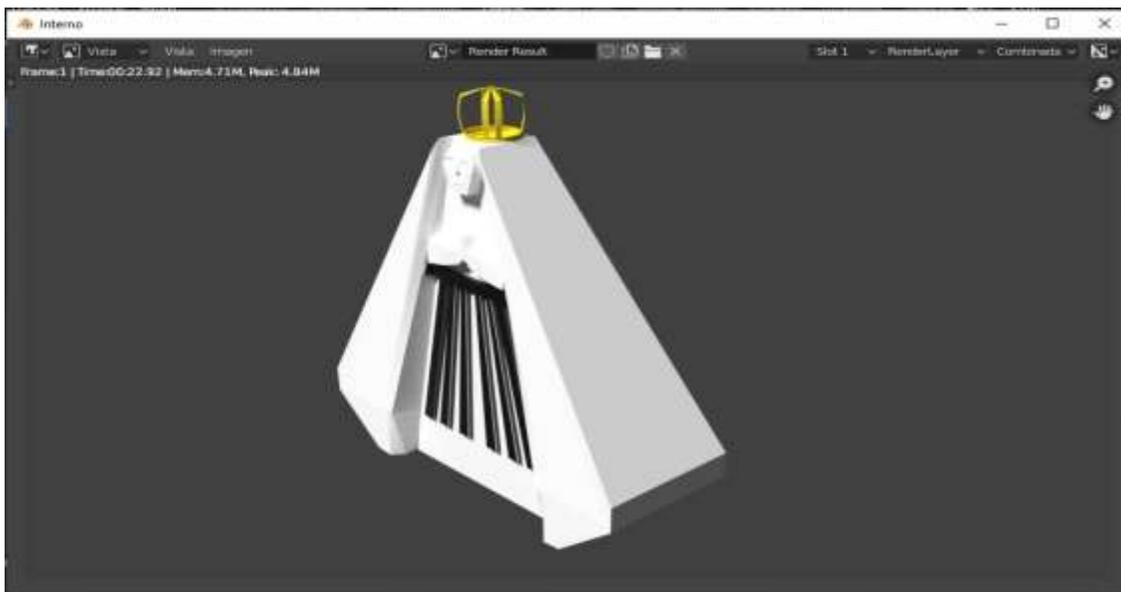


Figura 3.16 Texturizado de la virgen Blanca en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Modelado Serpiente: Se realizó el modelado de la serpiente en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.17

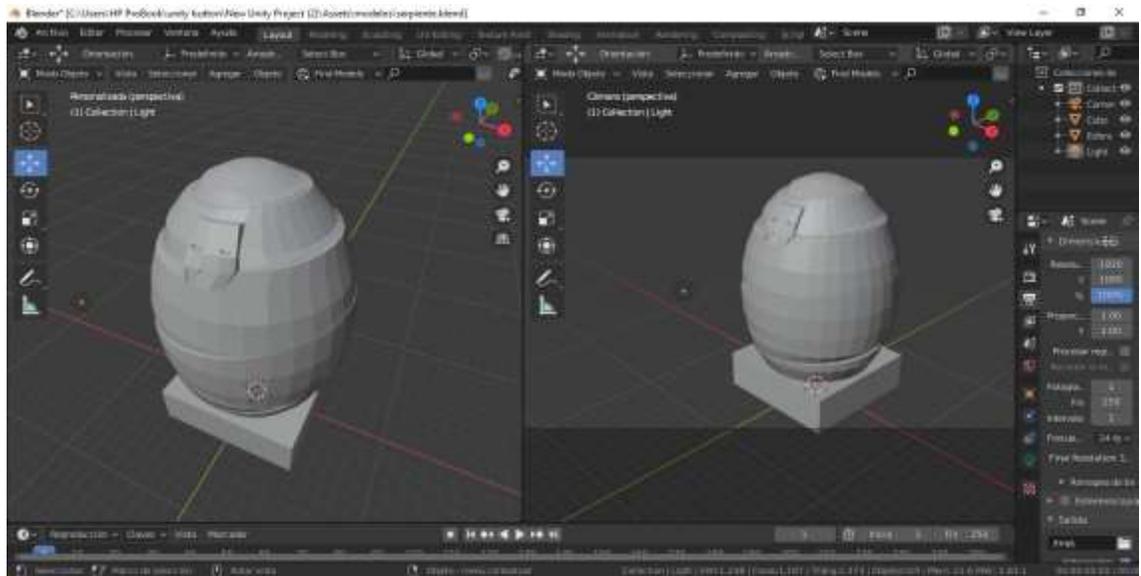


Figura 3.17 Detalles del modelado de la serpiente en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Detalles finales del modelado de la Virgen Blanca. Ver tabla 3.18

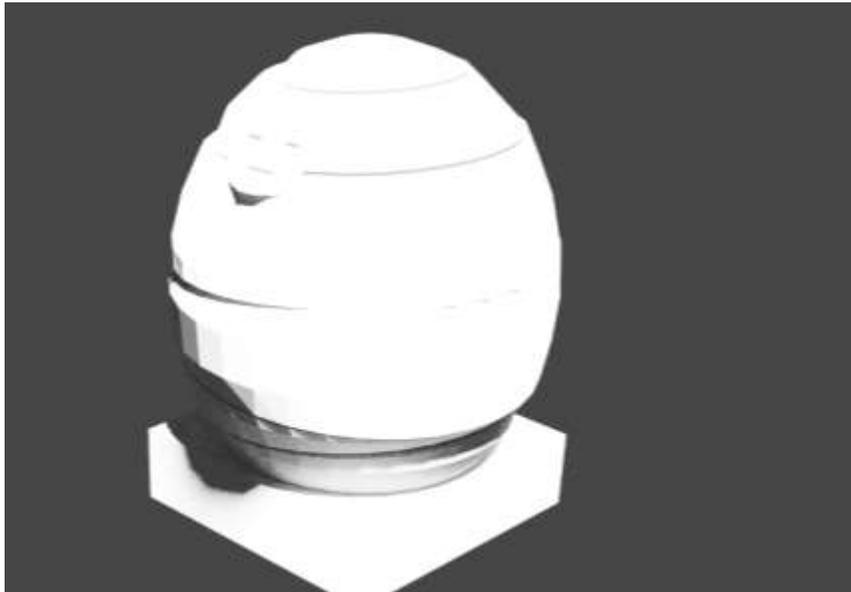


Figura 3.18 Modelado final de la serpiente en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Texturizado Serpiente: Se realizó la distribución de mallas para el texturizado de la Serpiente en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.19



Figura 3.19 Texturizado de la Serpiente en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Modelado apacheta milluni: Se realizó el modelado de la serpiente en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.20

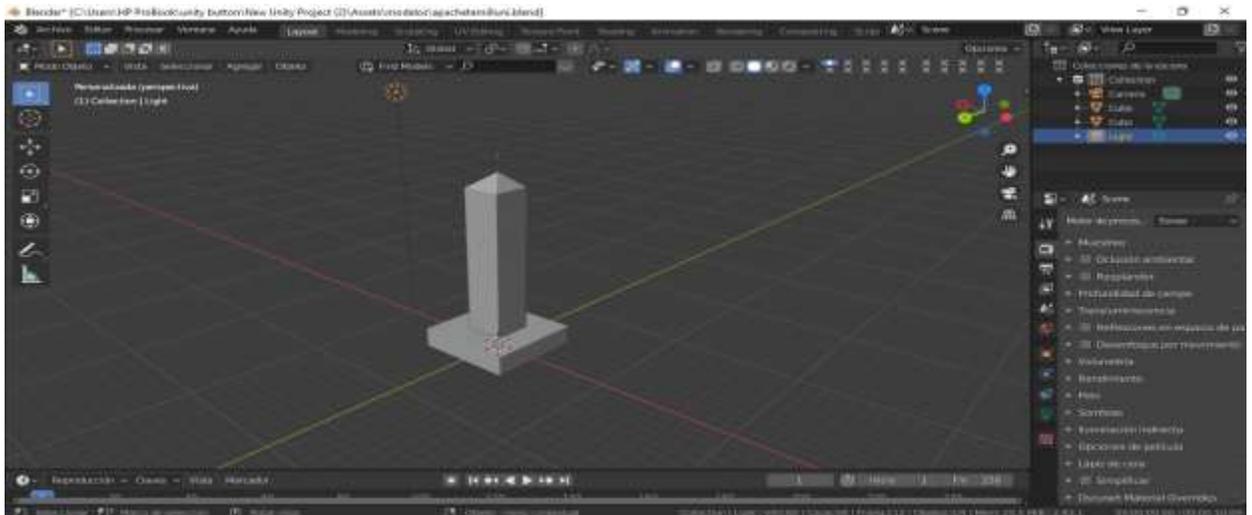


Figura 3.20 Detalles del modelado de la apacheta milluni en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Detalles finales del modelado de la Apacheta Milluni. Ver tabla 3.21

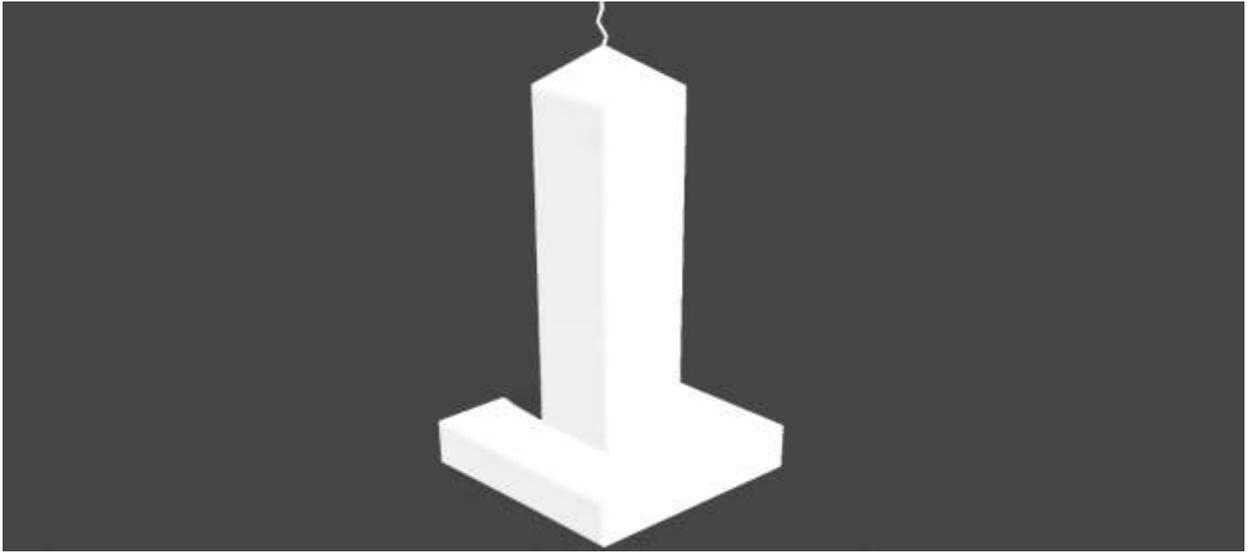


Figura 3.21 Modelado final de la apacheta milluni en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Modelado Serpiente: Se realizó el modelado de la cruz andina en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.22

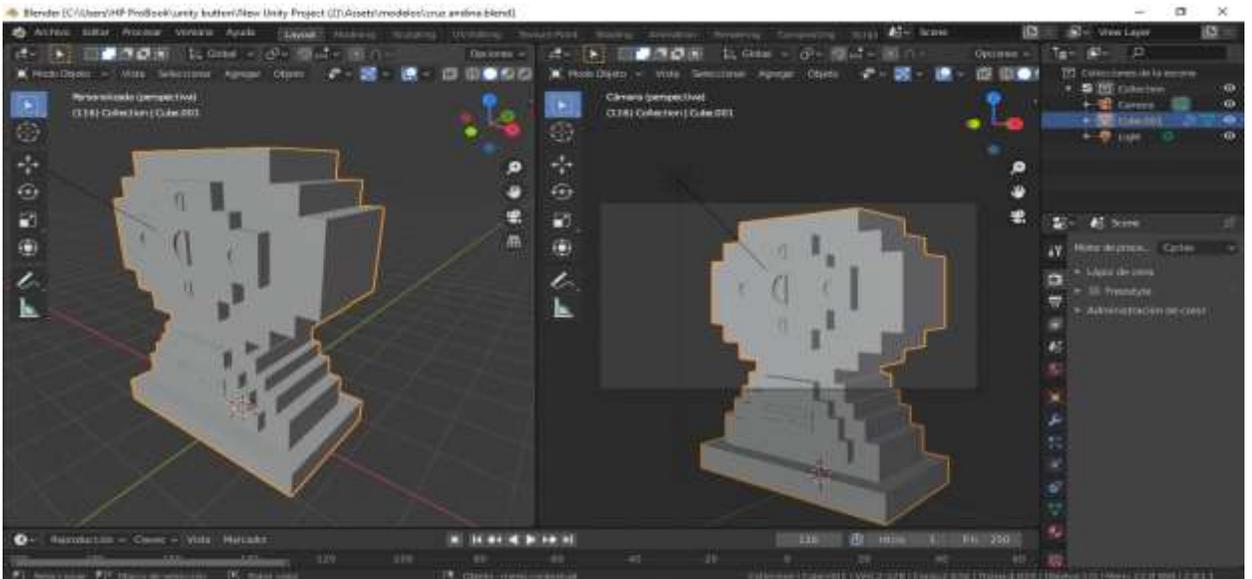


Figura 3.22 Detalles del modelado de la cruz andina en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Detalles finales del modelado de la Cruz Andina. Ver tabla 3.23

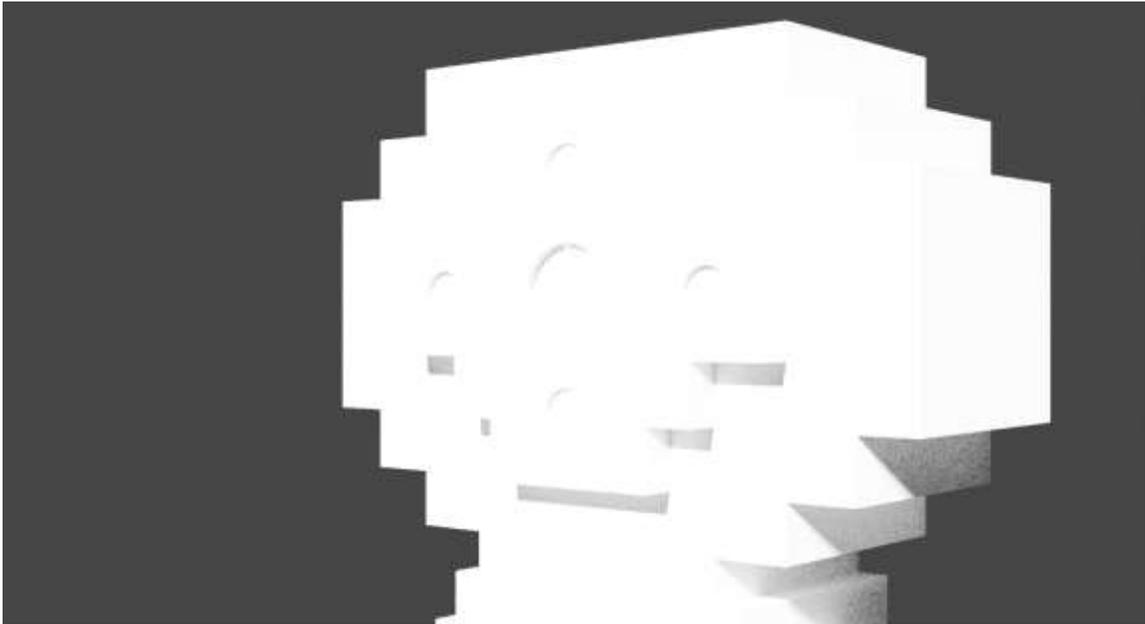


Figura 3.23 Modelado final de la Cruz Andina en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Modelado Iglesia Milluni: Se realizó el modelado de la iglesia Milluni en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.24

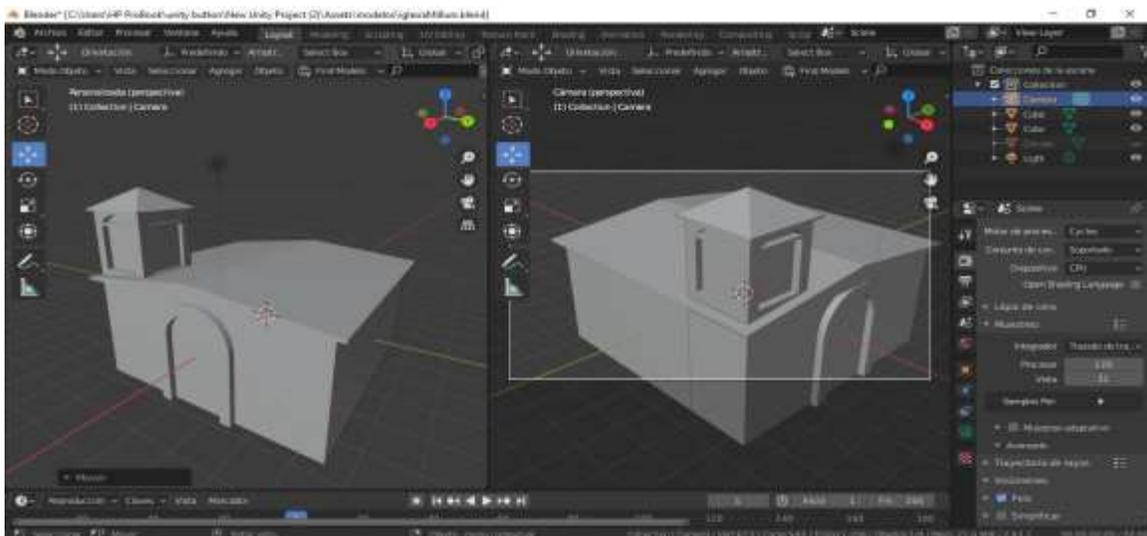


Figura 3.24 Detalles del modelado de la iglesia Milluni en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Detalles finales del modelado de la Iglesia Milluni. Ver tabla 3.25

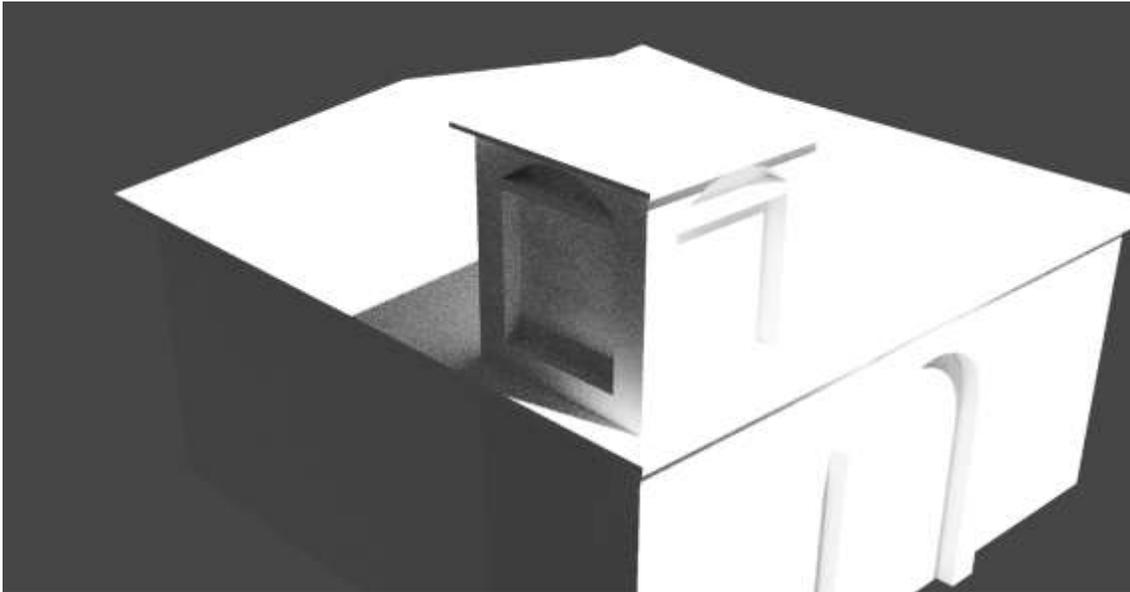


Figura 3.25 Modelado final de la iglesia Milluni en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Texturizado Iglesia milluni: Se realizó la distribución de mallas para el texturizado de la Iglesia Milluni en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.26

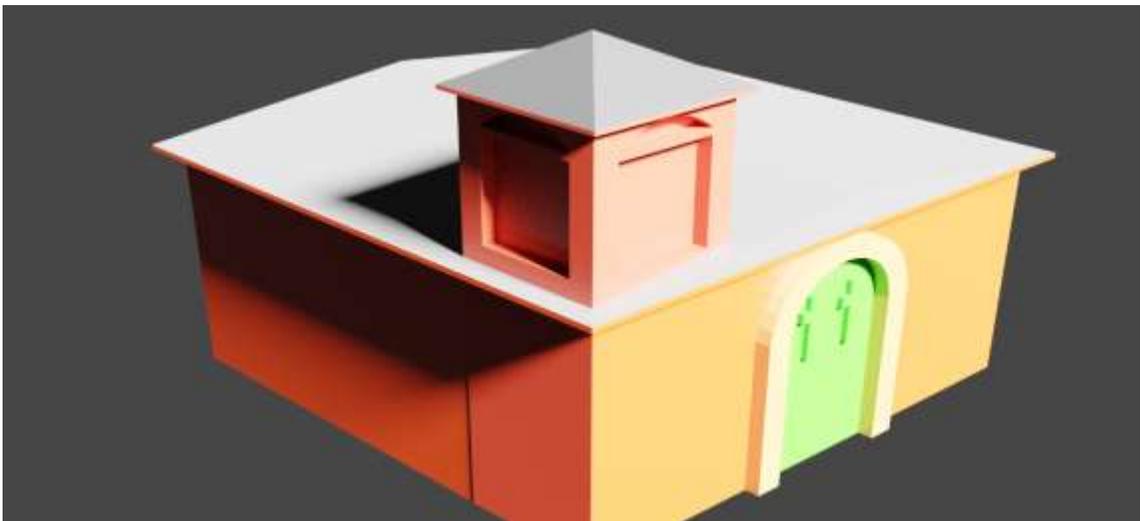


Figura 3.26 Texturizado de la Iglesia Milluni en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Modelado Casetas de Yatiris: Se realizó el modelado de las casetas de Yatiris en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.27

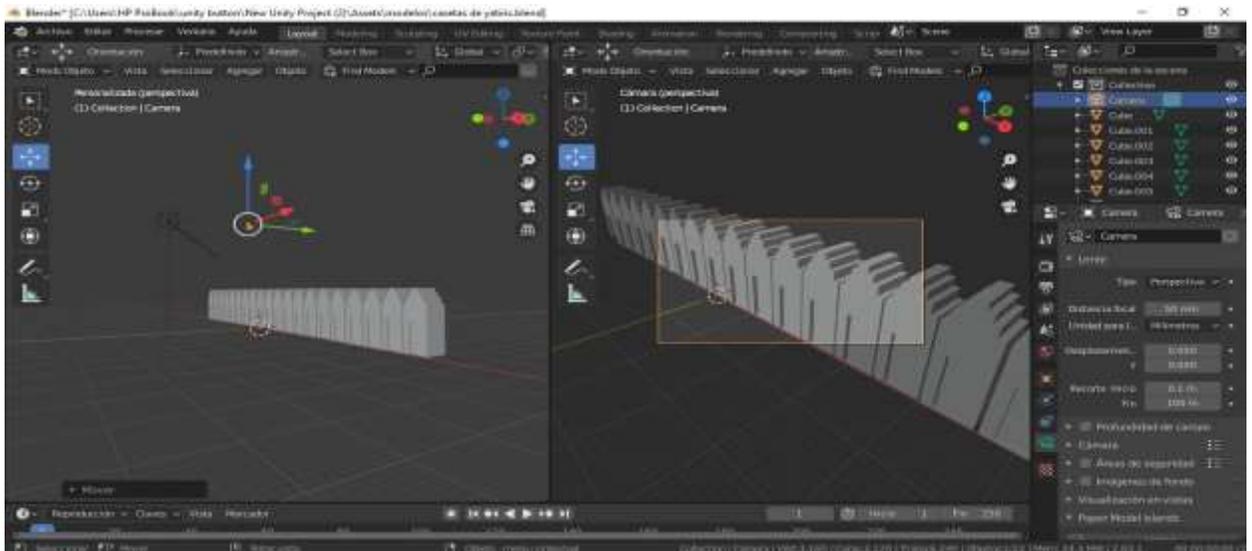


Figura 3.27 Detalles del modelado de las casetas de Yatiris en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Detalles finales del modelado de la Casetas de Yatiris. Ver tabla 3.28

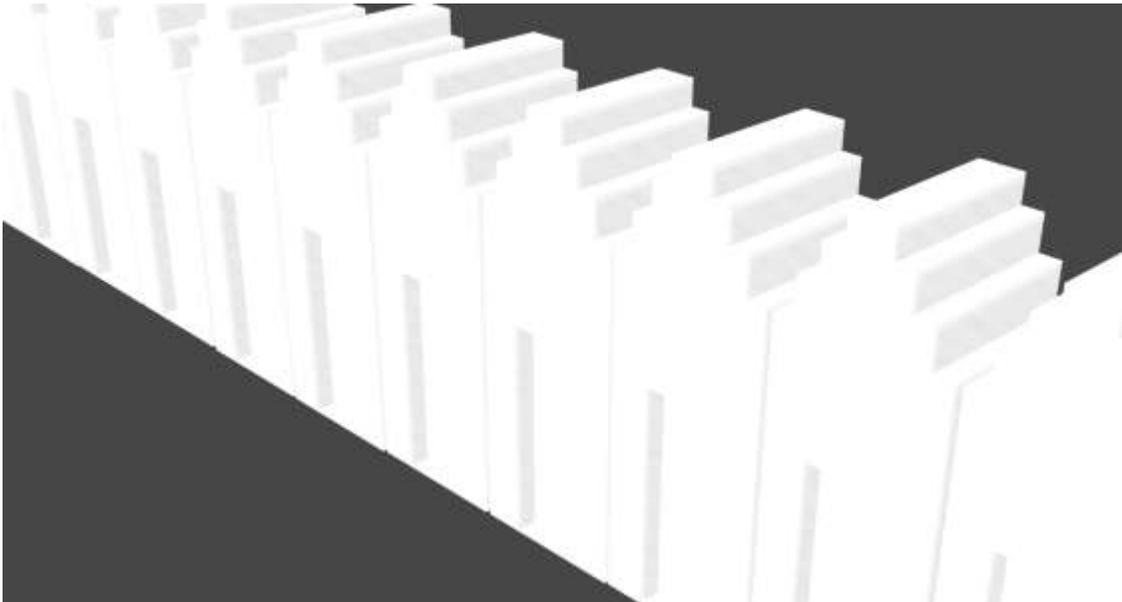


Figura 3.28 Modelado final de las casetas de Yatiris en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Modelado Plaza del Charango: Se realizó el modelado de la Plaza del Charango en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.29

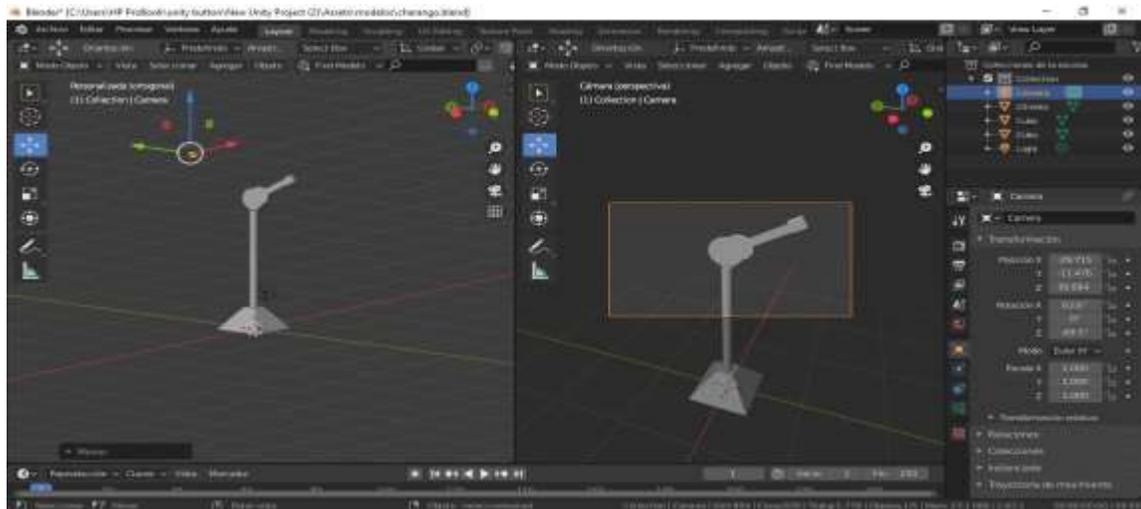


Figura 3.29 Detalles del modelado de la Plaza del Charango en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Detalles finales del modelado de la Plaza del charango. Ver tabla 3.30



Figura 3.30 Modelado final de la Plaza del Charango en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Texturizado Plaza del Charango: Se realizó la distribución de mallas para el texturizado de la Plaza del Charango en 3D con la herramienta Blender. Ver figura 3.31



Figura 3.31 Texturizado de la Plaza del Charango en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

Integración de la Realidad Aumentada: Se realizó la integración de la Realidad Aumentada proyectada con puntos de geolocalización usando el software Unity y Vuforia.

Realidad Aumentada Apacheta Jilarata: Se realizó la integración de la Realidad Aumentada proyectada con puntos de geolocalización de la Apacheta Jilarata. Ver figura 3.32

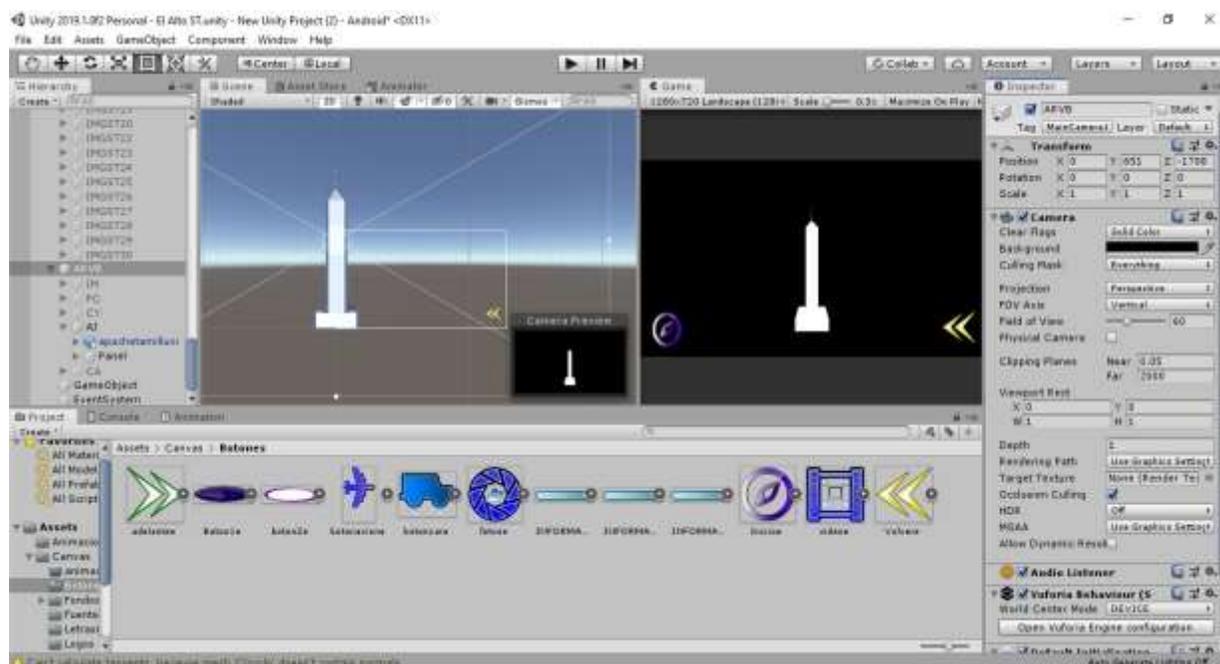


Figura 3.32 Posicionando la apacheta Jilarata 3D en los puntos de geolocalización

Fuente: (Elaboración Propia)

Realidad Aumentada Cruz Andina: Se realizó la integración de la Realidad Aumentada proyectada con puntos de geolocalización de la Cruz Andina. Ver figura 3.33



Figura 3.33 Posicionando la Cruz Andina 3D en los puntos de geolocalización

Fuente: (Elaboración Propia)

Realidad Aumentada Iglesia Milluni: Se realizó la integración de la Realidad Aumentada proyectada con puntos de geolocalización de la Iglesia Milluni. Ver figura 3.34

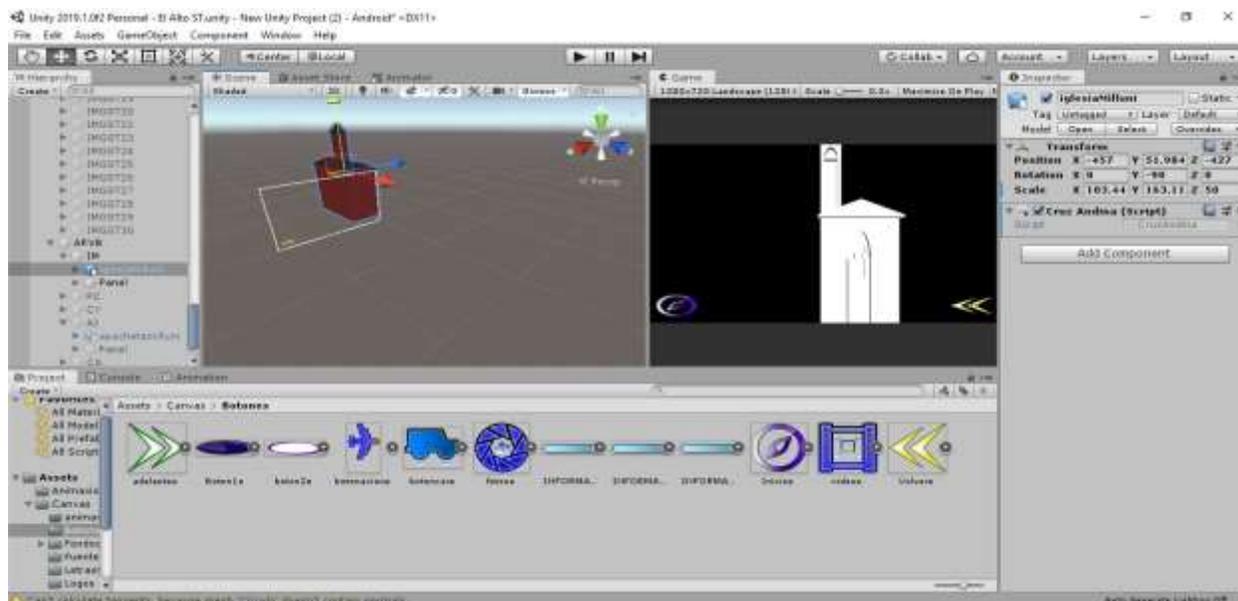


Figura 3.34 Posicionando la Iglesia Milluni 3D en los puntos de geolocalización

Fuente: (Elaboración Propia)

Realidad Aumentada Caseta de Yatiris: Se realizó la integración de la Realidad Aumentada proyectada con puntos de geolocalización de la Caseta de yatiris. Ver figura 3.35

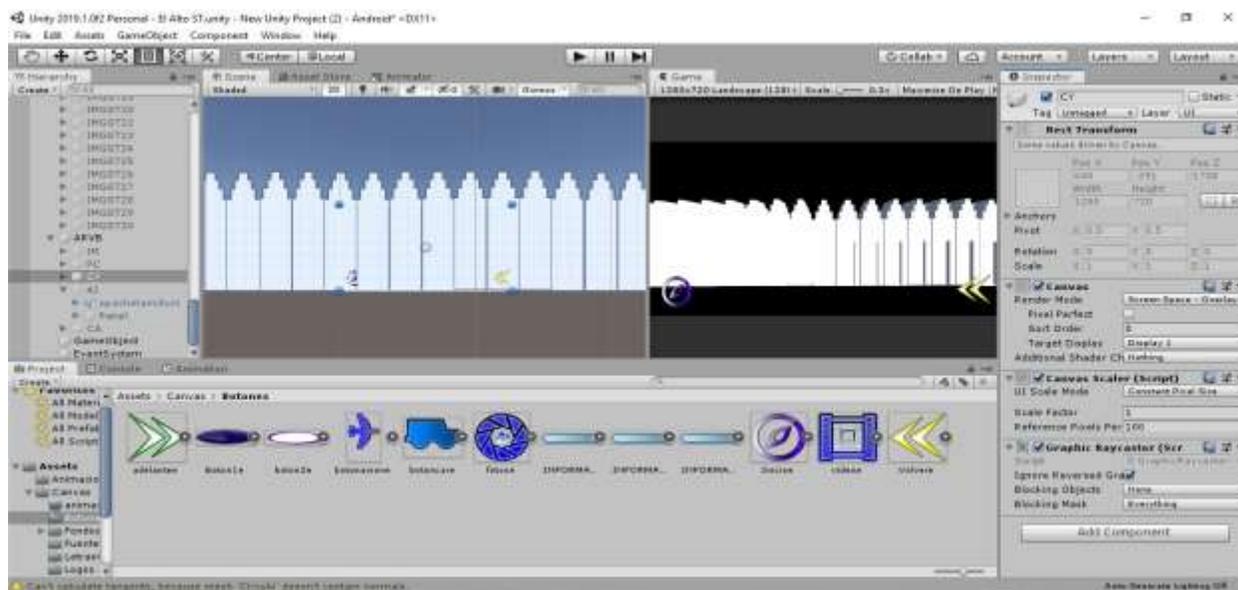


Figura 3.35 Posicionando la caseta de los yatiris 3D en los puntos de geolocalización

Fuente: (Elaboración Propia)

Realidad Aumentada Plaza del charango: Se realizó la integración de la Realidad Aumentada proyectada con puntos de geolocalización de la Plaza del Charango. Ver figura 3.36

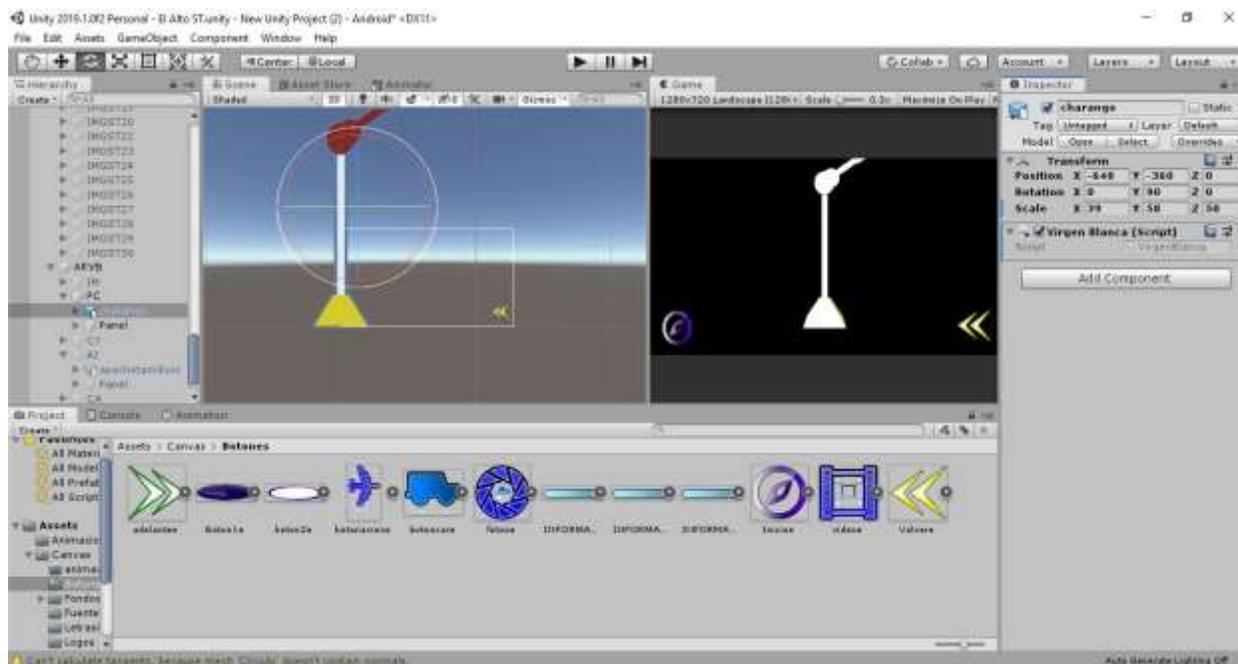


Figura 3.36 Posicionando la Plaza del Charango 3D en los puntos de geolocalización

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5 Codificación

La codificación se realizará con el Software de desarrollo Unity, donde se usará la plataforma de desarrollo Android, se configurará las dimensiones y las versiones desde la cual funcionará la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, para su correcto funcionamiento.

3.5.1 Reconocimiento de las imágenes

Para el reconocimiento de los puntos de geo localización (imágenes) con el servidor Qualcomm Vuforia, se debe primero registrar en la página de Vuforia developers, para que se pueda crear una licencia para poder utilizar la librería. Ver figura 3.37

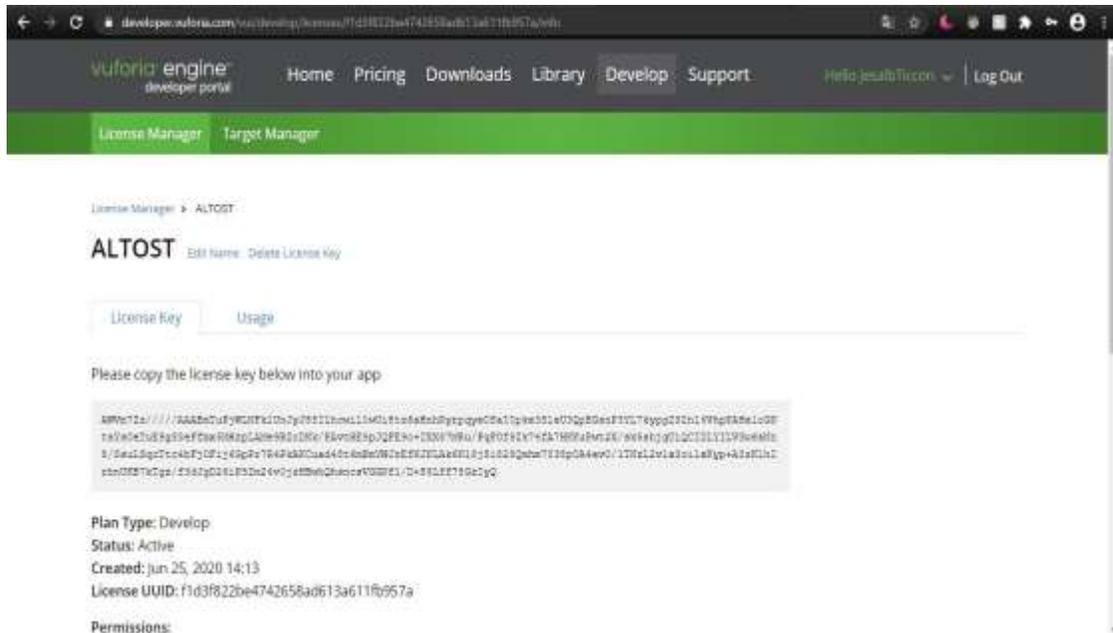


Figura 3.37 Licencia de Vuforia para el reconocimiento de imágenes

Fuente: (Elaboración Propia)

Después de crear la licencia para la aplicación, se procede a enlazar la licencia con Unity para los diseños 3D, luego se procede a descargar un paquete que podrá ser utilizado en Unity 3D el cual almacenará datos de tipo local de los diseños 3D que posteriormente serán utilizadas, llevadas e instaladas en un dispositivo móvil.

3.5.2 Creación de la Aplicación con Unity y Vuforia.

El paquete descargado de la página de Vuforia son llevados al software de Unity 3D para su reconocimiento, haciendo los ajustes necesarios para visualizar la Realidad aumentada, es necesario que para que funcione la Realidad aumentada, se proceda a abrir un entorno de trabajo.

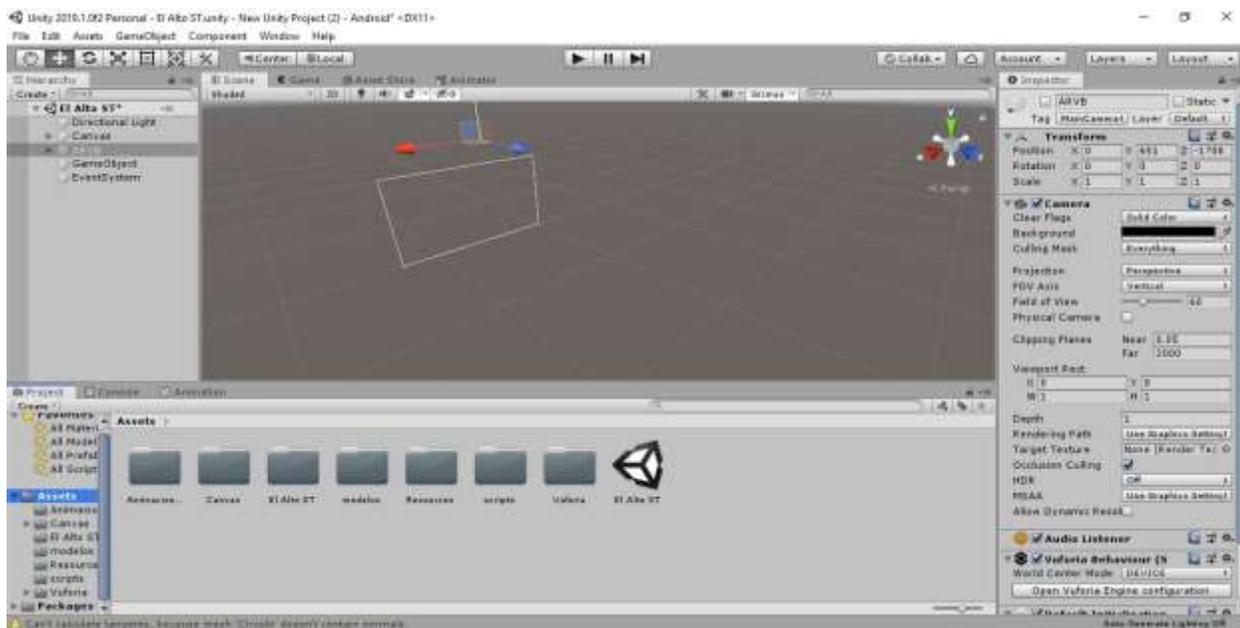


Figura 3.38 Entorno de trabajo usando la herramienta Unity con Vuforia

Fuente: (Elaboración Propia).

Luego de armar la escena, se procede a dar una leve dirección mediante una serie de códigos propios de Unity a los modelos 3D para una mejor visualización de las obras.

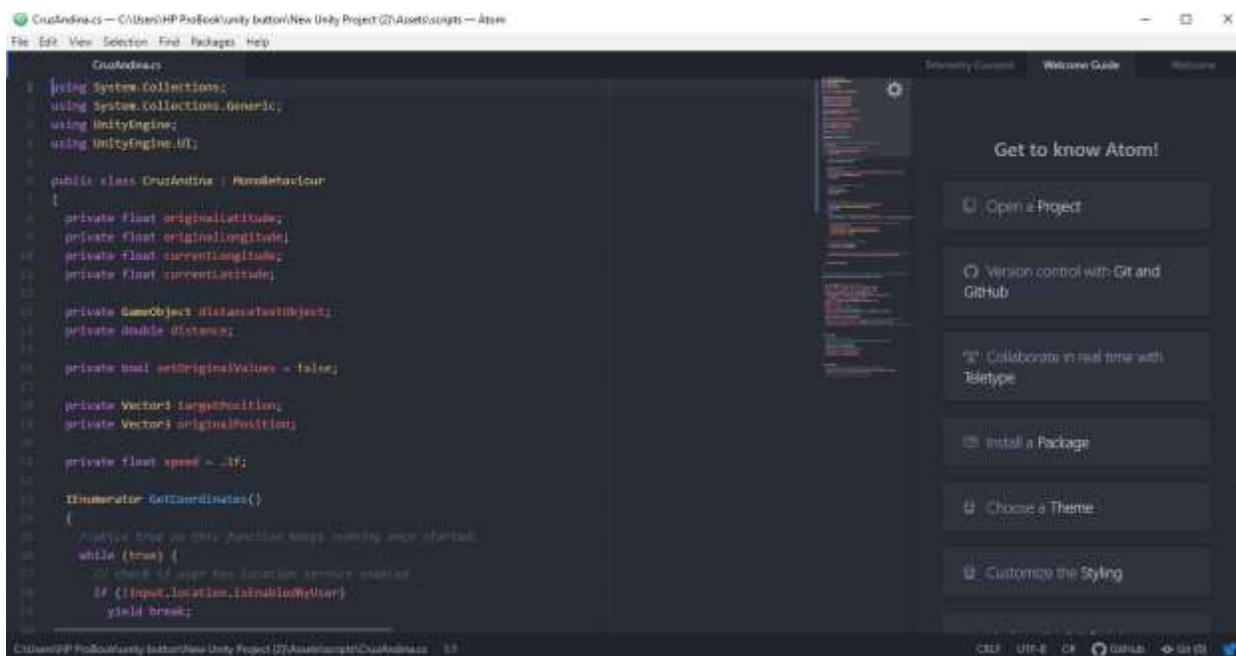


Figura 3.42 Líneas de código para posicionar los modelos 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

```

11 // Start services before searching location
12 Input.location.start ({if,if});
13
14 // Wait until services initialized
15 let wait = 20;
16 while (Input.location.status == locationServiceStatus.initializing && wait > 0) {
17   yield return new WaitForSeconds (1);
18   wait--;
19 }
20
21 // Service start (initialize for 20 seconds)
22 if (wait < 1) {
23   print ("Time out");
24   yield break;
25 }
26
27 // Connection has failed
28 if (Input.location.status == locationServiceStatus.failed) {
29   print ("Unable to determine device location");
30   yield break;
31 } else {
32
33   // Access granted and location data can be retrieved
34   print ("Location: " + Input.location.lastData.latitude + " " + Input.location.lastData.longitude + " ");
35
36   // If original device has not yet been set, save coordinates of player on app start
37   if (setOriginalValues) {
38     originalLatitude = Input.location.lastData.latitude;
39     originalLongitude = Input.location.lastData.longitude;
40     setOriginalValues = false;
41   }
42 }

```

Figura 3.43 Líneas de código para posicionar los modelos 3D Fuente: (Elaboración Propia) A continuación, se muestra el desarrollo de las interfaces de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.

3.5.2.1 Menú Principal

Se muestra al iniciar la Aplicación Móvil. Contiene dos botones que nos llevan al ingreso de la aplicación o a la salida de ella. Ver figura 3.44



Figura 3.44 Pantalla Principal de la Aplicación Móvil

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.2 *Menú Introductorio*

Dará la opción de elegir lo que la población quiere ver de la aplicación, tendrá un menú de información de la ciudad de El Alto, también el menú de ver los Sitios Turísticos, y acerca de la Aplicación. Ver figura 3.45



Figura 3.45 Menú introductorio a la Aplicación Móvil

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.2.3 *Opción sitios Turísticos*

Al ingresar a la opción sitios turísticos, en la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada se muestran botones que nos permiten llegar a la interactividad ayudando a la población a tener una de las mejores experiencias con la Realidad Aumentada. Ver figura 3.46

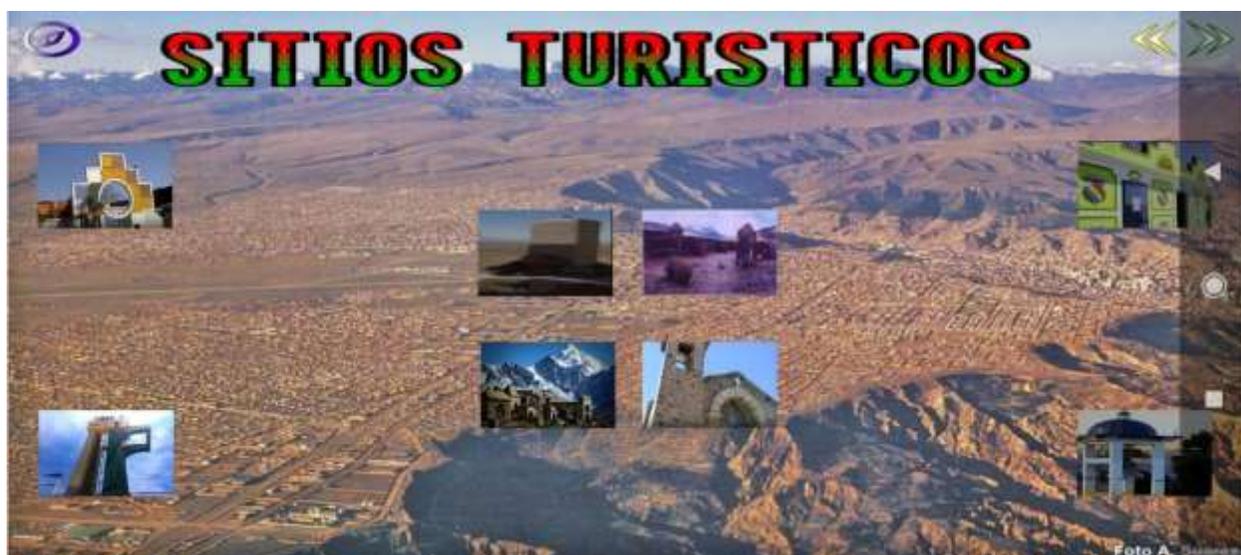


Figura 3.46 Opción de elección de sitios turísticos menú 1 para mostrar la Realidad Aumentada

Fuente: (Elaboración Propia)

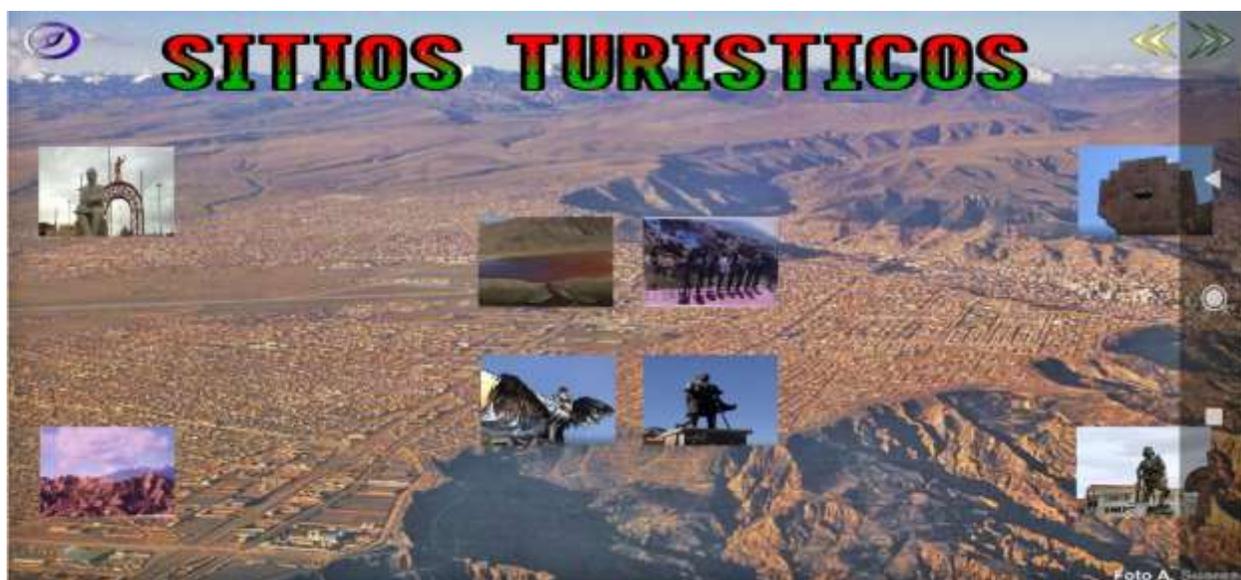


Figura 3.47 Opción de elección de sitios turísticos menú 2 para mostrar la Realidad Aumentada

Fuente: (Elaboración Propia)

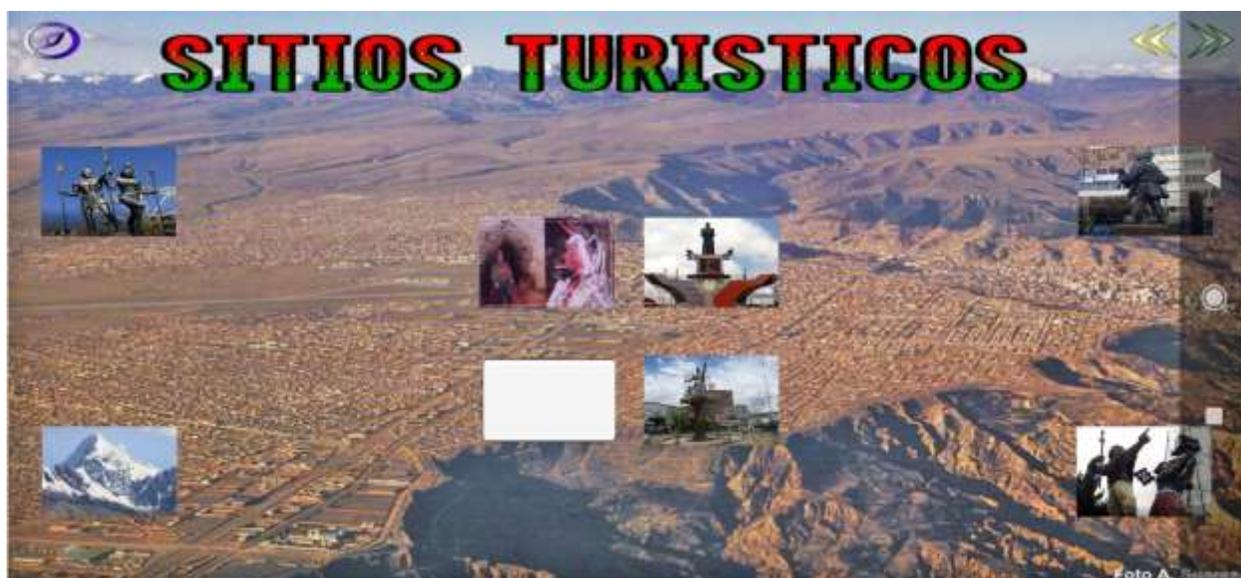


Figura 3.48 Opción de elección de sitios turísticos menú 3 para mostrar la Realidad Aumentada

Fuente: (Elaboración Propia)

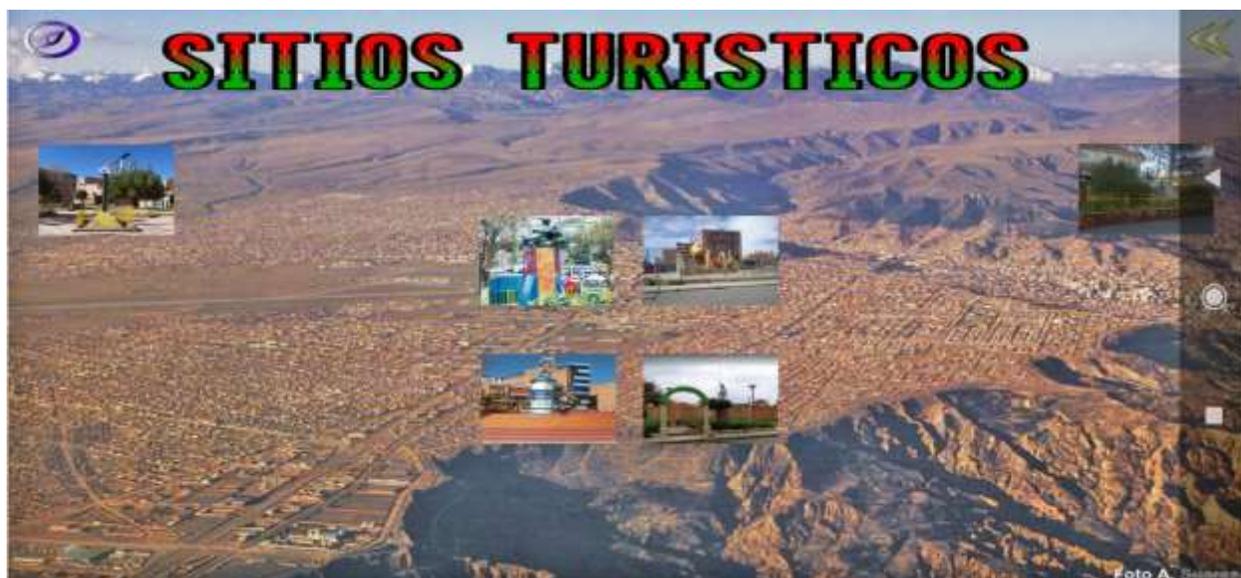


Figura 3.49 Opción de elección de sitios turísticos menú 4 para mostrar la Realidad Aumentada

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.2.4 *Menú del sitio turístico*

Al presionar alguno de los botones de sitios turísticos aparecerá un menú para poder interactuar con el sitio elegido, tendrá 3 botones información del sitio, información multimedia, información 3D, los cuales deberá seleccionar para ver información adicional. Ver figura 3.50



Figura 3.50 Menú del sitio turístico con información

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.2.1 *Menú de Información del sitio turístico*

Al presionar el botón de información del sitio turístico aparecerá una pequeña descripción del sitio, también tendrá los botones de regresar atrás y volver al inicio. Ver figura 3.51

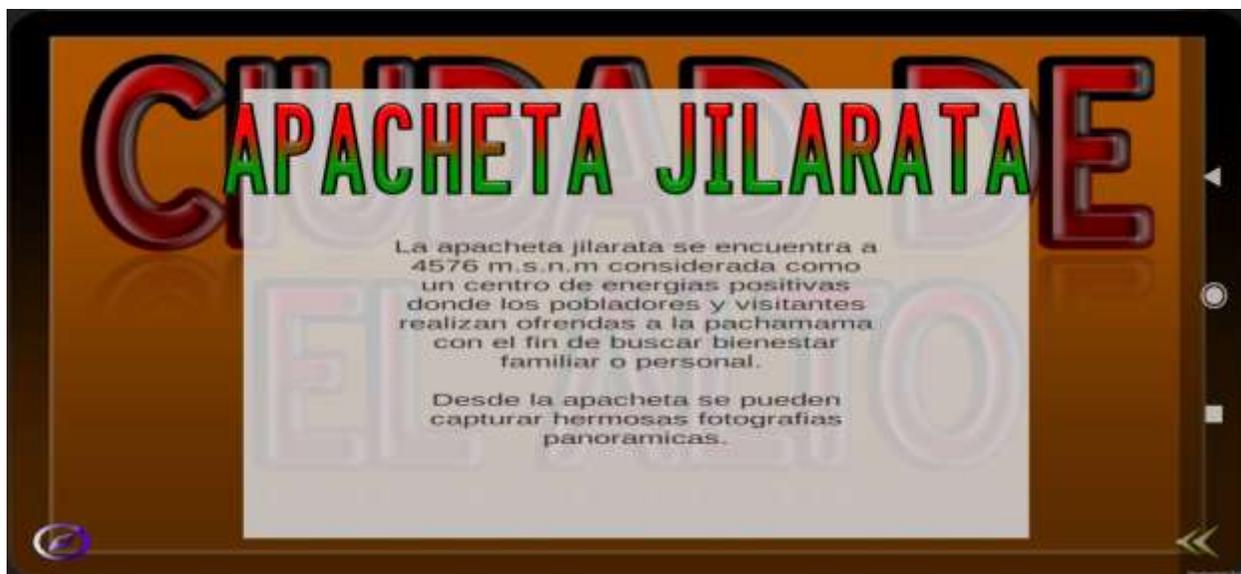


Figura 3.51 Panel informativo del sitio Turístico

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.2.2 Menú de Información multimedia sitio turístico

Al presionar el botón de información multimedia del sitio turístico aparecerá 2 botones la primera es para ver fotografías y la segunda para ver videos del sitio turístico. Ver figura 3.52



Figura 3.52 Panel de información multimedia del sitio Turístico

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.2.3 *Menú de Información multimedia sitio turístico*

Al presionar el botón de imágenes aparecerá fotografías del sitio turístico aparecerá entre 5 a 10 imágenes que se podrá ver deslizando hacia la izquierda cada imagen. Ver figura 3.53



Figura 3.53 Información multimedia (imágenes) del sitio Turístico

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura 3.54 Información multimedia (imágenes) del sitio Turístico deslizable

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.2.4 Información 3D Realidad Aumentada

Al presionar el botón de información 3D se iniciará la cámara, para poder visualizar la Realidad Aumentada geo-posicionada en el sitio en donde se encuentre a través del GPS. Ver figura 3.55



Figura 3.55 Información 3D Realidad Aumentada del sitio Turístico

Fuente: (Elaboración Propia)

3.6 Pruebas

Las pruebas de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada se realizaron en varios Smartphone y Tablets de diferentes modelos y en diferentes versiones.

Se probó el caso de estudio, mediante pruebas unitarias de los módulos, pruebas de integración, pruebas de validación, funcionales, y pruebas de usabilidad con la población de la Ciudad de El Alto.

3.6.1 Pruebas unitarias

Se probó cada módulo por separado, para corregir los errores encontrados en el proceso de desarrollo de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada. Cada módulo cumplió con las especificaciones descritas en el documento.

3.6.2 Pruebas de integración

Se hizo funcionar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada completa, combinando todos sus módulos. Se realizaron testeos para comprobar que el funcionamiento de la Aplicación Móvil cumple lo establecido en el documento.

3.6.3 Pruebas de validación

Se realizaron nuevas pruebas de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada en su conjunto. En este caso el objetivo era comprobar que la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada desarrollada cumple con lo establecido en el documento de requisitos, y satisface por tanto las necesidades de la población.

3.6.4 Pruebas de usabilidad

Las pruebas de usabilidad se realizaron al terminar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, que consiste en dos cuestionarios cortos el primero enfocado puramente a usabilidad, el segundo a la selección del contenido y satisfacción de la población de la ciudad de El Alto.

Por tanto, con la refactorización de las dos metodologías usadas y con el cumplimiento de cada una de las fases planteadas por cada metodología, se desarrolló una Aplicación Móvil muy efectiva satisfaciendo así las necesidades de los usuarios gracias a las fases de requerimientos, se llegó a cumplir los módulos planteados en la fase de planificación, acomodando también el diseño, imágenes, colores y tipo de letra de acuerdo a lo que es la ciudad de El Alto, modelando las obras representativas que se seleccionaron, y se realizando a detalle la información multimedia para que pueda una gran ayuda para el visitante, y por último realizaron las pruebas necesarias para su buen funcionamiento de la Aplicación Móvil de realidad Aumentada.

3.6.5 Pruebas de caja negra

Se realiza pruebas sobre la aplicación sin tomar en cuenta el funcionamiento interno, se llevó a cabo desde una perspectiva externa del dispositivo, realizando las siguientes comprobaciones:

- Pruebas de botones, dado que X y Y devuelve las vistas:
 - Siguiente
 - Atrás
 - Inicio
 - Redes sociales
 - Acceso a multimedia
 - Acceso a objetos 3D

Todas las pruebas realizadas fueron correctas y efectivas.

3.6.6 Pruebas de caja blanca

Se realiza pruebas sobre los componentes internos tales como: funciones, algoritmos, estructuras de datos, etc. Realizándolo de la perspectiva interna realizando las siguientes comprobaciones:

- Códigos para la funcionalidad para la inserción de los objetos 3D, función de salir, función de paso de ventanas, función de redirección a los distintos sitios turísticos con Google Map, redirección a la parte de redes sociales de la unidad de turismo.
- Algoritmo para obtener las coordenadas del dispositivo para usar el GPS y colocar el objeto 3D usando la cámara del móvil y centrar el objeto tridimensional.

4 SEGURIDAD Y CALIDAD

4.1 Seguridad

La seguridad del software es una actividad del aseguramiento del software que se centra en la identificación y evaluación de los peligros potenciales que podrían afectarlo negativamente y que podrían ocasionar que falle todo el sistema. Si los peligros se identifican al principio del proceso del software, las características de su diseño se especifican de modo que los eliminen o controlen. (Pressman, 2015).

La Aplicación Móvil como tal no requiere información de los visitantes, para difundir y promocionar el patrimonio de los sitios turísticos se referencian redes sociales que posee la unidad de turismo. Pero algo que se debe tomar en cuenta es la caracterización de las vulnerabilidades que puede presentar al momento de instalar una Aplicación Móvil.

4.1.1 Caracterización de Vulnerabilidades

Norma NIST 800-163

La Norma NIST 800-163, proporciona orientación para proceder a la instrucción de terceros con aplicaciones de software (aplicaciones) para los dispositivos móviles. (Quirolgico y Voas, 2015)

Se extrajeron las principales vulnerabilidades y sus características, para las aplicaciones que corren sobre plataformas android. Ver tabla 3.7

Criterios de evaluación	Descripción
Permisos y usos de recurso	Vulnerabilidades que afectan la funcionalidad de la App y hace uso del software y hardware del dispositivo.

Integridad	Vulnerabilidades que afectan la funcionalidad de la App y que alteran la información, cambiándola o eliminándola.
------------	---

Tabla 3.7. Criterios de evaluación Vulnerabilidades

Fuente: (Toro y Vargas,2015)

Muchas de las Aplicaciones Móviles están expuestas a vulnerabilidades al momento de instalar la aplicación, por ello con la Norma NIST 800-163 que proporciona una orientación en cuanto a dispositivos móviles, teniendo en cuenta las vulnerabilidades que se puede encontrar en una aplicación se establecieron criterios de evaluación propuestos, al momento de instalar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada que se desarrolló.

Permisos y usos del recurso

Antes de la instalación de la Aplicación Móvil se le mostrará al visitante un mensaje claro sobre los diferentes permisos que la aplicación está solicitando, es decir que se requerirá permisos para poder acceder a las funciones de cámara y sonido del dispositivo móvil android, esto para poder mostrar al usuario la información multimedia que posee la Aplicación Móvil, así también la cámara que es requerida necesariamente para poder mostrar lo que es la Realidad Aumentada. Después de la instalación, no se le pedirá de nuevo al visitante confirmar dichos permisos. Hay muchas razones para mostrar dichos permisos inmediatamente antes de instalar la Aplicación Móvil, es cuando el visitante está revisando activamente la información sobre la Aplicación Móvil, la funcionalidad de la misma para determinar si coincide con sus necesidades y expectativas. Con la revisión de permisos para realizar la instalación, Aplicación Móvil proporcionará al visitante la opción de no instalar este si se siente incómodo o no está de acuerdo al cien por cien. Los permisos concedidos se eliminarán si se desinstala la Aplicación Móvil, por lo que una nueva instalación de la misma aplicación vuelve a mostrar la pantalla de los permisos.

Integridad

Se debe tener en cuenta que no se accederá a información personal y confidencial del visitante protegiendo de esta manera su integridad al momento de instalar la Aplicación Móvil.

4.1.2 Información de Usuario

La información de usuario o los datos de una persona son elementos de vital importancia para una persona tales como su nombre, cedula de identidad, edad, dirección, correo electrónico, contraseñas, tarjeta de crédito, número telefónico, fotos, entre otros.

La aplicación como tal NO maneja la información del usuario tampoco la información del dispositivo móvil, para la forma de realizar publicidad se tiene URLs para su red social de Facebook donde se encuentra eventos y más información turística.

4.2 Calidad

El software de alta calidad proporciona beneficios a la organización que lo produce y a la comunidad de usuarios finales. La organización que elabora el software obtiene valor agregado porque el software de alta calidad requiere un menor esfuerzo de mantenimiento, menos errores que corregir y poca asistencia al cliente. Esto permite que los ingenieros de software dediquen más tiempo a crear nuevas aplicaciones y menos a repetir trabajos mal hechos. La comunidad de usuarios obtiene valor agregado porque la aplicación provee una capacidad útil en forma tal que agiliza algún proceso de negocios. (Presman, 2015)

Analizar qué pasa dentro de una Aplicación Móvil y cómo la están utilizando los usuarios es clave de cara a preparar las nuevas versiones y funcionalidades de la misma. Hay que ser conscientes de que el uso de las apps varía mucho según la categoría.

Se propone métricas orientadas a evaluar la calidad de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada con la utilización del estándar o norma ISO 9126.

4.2.1 Factores de calidad según estandar iso-9126

En 2015, Pressman mencionó factores de la calidad del software, entre el cual se encuentra la ISO 9126 que se desarrolló con la intención de identificar los atributos clave del software de cómputo, estos factores no necesariamente conducen a una medición directa. Sin embargo, proporcionan una base útil para hacer mediciones indirectas y una lista de comprobación excelente para evaluar la calidad del sistema. Este sistema identifica seis atributos clave de la calidad:

4.2.1.1 Funcionalidad

Es la capacidad del software de proveer los servicios necesarios para cumplir con los requisitos funcionales. Es decir, que estén disponibles a la funcionalidad y su conformidad al comportamiento deseado por el usuario.

Se obtiene mediante “Punto función” que se realiza en la notación de medidas cuantitativas del dominio de información del software.

Tomando en cuenta la tabla 3.8, con la ponderación de las variables que serán evaluadas

Categoría	Nivel de Ajuste
Insignificante	0
Incidental	1
Moderado	2
Medio	3
Significativo	4
Escencial	5

Tabla 3.8 Valores de complejidad

Fuente: (Elaboración Propia)

En 2015, Pressman se asignan valores a las preguntas de complejidad. Tabla 3.9.

Nro.	Preguntas de Complejidad (Aplicación Móvil de Realidad Aumentada)	Valor
1	¿Requiere la Aplicación Móvil copias de seguridad o recuperación fiables?	0
2	¿Se requiere comunicación de datos?	5
3	¿Es crítico el rendimiento?	2
4	¿Existen funciones de procesamiento distribuido?	3
5	¿Requiere la Aplicación Móvil entrada de datos interactiva?	4
6	¿Requiere la entrada de datos que las transacciones se realicen sobre múltiples interfaces u variadas operaciones?	3
7	¿Será ejecutado la Aplicación Móvil en un entorno operativo existente y frecuentemente utilizado?	5
8	¿Se actualizan archivos maestros de forma interactiva?	4
9	¿Son complejas las entradas, salidas, los archivos o las peticiones?	1
10	¿Es complejo el procesamiento interno?	3
11	¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?	5
12	¿Están incluidos en el diseño, la conversión y la instalación?	4
13	¿Se ha diseñado para soportar múltiples instalaciones en diferentes dispositivos móviles android?	5
14	¿Se ha diseñado la Aplicación Móvil para ser fácilmente utilizada por los usuarios?	5
Valor total		$\sum xi =$ 49

Tabla 3.9. Preguntas de complejidad

Fuente: (Elaboración propia)

- a) **Número de Entradas de usuario**, referido a cada entrada que proporciona datos a la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.

- b) **Número de salidas de usuario**, referido a cada salida que proporciona la aplicación al usuario.
- c) **Número de Peticiones de usuario**, se define como entrada interactiva que produce la generación de alguna respuesta.
- d) **Número de Archivos**, se considera a los archivos maestros, pueden ser: grupo lógico de datos o archivos independientes.
- e) **Número de Interfaces externas**, prácticamente son las interfaces de hardware o software para transferir información a otra aplicación.

Según los valores estándar (IFPUG) International Function Point Users Group, se definen las funciones según su tipo y complejidad. Ver tabla 3.10.

Tipo/Complejidad	Baja	Media	Alta
(EI) Entrada Externa	4 PF	4 PF	7 PF
(EO) Salida Externa	5 PF	4 PF	8 PF
(EQ) Consulta Externa	4 PF	5 PF	7 PF
(ILF) Archivo Lógico Interno	7 PF	9 PF	15 PF
(EIF) Archivo de interfaz Externo	4 PF	6 PF	10 PF

Tabla 3.10. Funciones según su tipo y complejidad

Fuente: (IFPUG,2000)

Calculo de los factores de ponderación, con las siguientes puntuaciones: Ver Tabla 3.11.

Referencia	Parámetros	Totales	Factores de Ponderación			Valor
			Bajo	Medio	Alto	Obtenido
a)	Número de entradas de Usuario	190			5	950
b)	Número de salidas de Usuario	100			5	500
c)	Número de peticiones de Usuario	20		3		60
d)	Número de archivos	200			6	1200
e)	Número de interfaces externas	30		3		90
Totales						2800

Tabla 3.11. Cálculo del punto función sin ajustar

Fuente: (Elaboración propia)

Calculo Punto Función Ajustado:

$$PFA = PFSA (grado de confiabilidad + Tasa de error * \sum xi)$$

$$PFA = PFSA * [0.65 + (0.01 * \text{factor de ajuste})]$$

Donde:

PFSA: Punto función sin ajustar

PFA: Punto función ajustado

$$PFA = 2800 * [0.65 + (0.01 * 49)]$$

$$PFA = 2800 * [0.65 + (0.49)]$$

$$PFA = 2800 * [1.14]$$

$$PFA = 3192$$

Por ultimo obtenemos la funcionalidad deseada:

$$\text{Funcionalidad} = \frac{PF}{PFA} = \frac{2800}{3192} = 0.87$$

Por lo tanto, se obtuvo una funcionalidad de 87,0%, tomando en cuenta el punto función máximo. Lo que quiere decir que la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada cumple satisfactoriamente con los requisitos funcionales.

Este porcentaje representa que 87 de cada 100 personas consideran que la aplicación responde de manera óptima.

4.3 Confiabilidad

Es la capacidad del software de mantener las prestaciones requeridas del sistema, durante un tiempo establecido y bajo un conjunto de condiciones definidas. Pressman define como:

“Probabilidad de operación libre de fallos de un programa de computadora en un entorno determinado y en un tiempo específico”. Una medida de confiabilidad es el tiempo medio entre fallos:

$$TMEF = TMDF + TMDR$$

Donde:

TMEF – Tiempo medio entre fallos

TMDF – Tiempo medio de fallo

TMDR – Tiempo medio de reparación

Reemplazando valores:

$$TMEF = 8 \text{ hrs de trabajo} + 0.5 \text{ hrs de reparacion} = 8.5 \text{ horas}$$

Medida de disponibilidad de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, que será la probabilidad de que la aplicación funcione de acuerdo a los requisitos dados en un momento determinado.

$$\text{Confiabilidad} = \frac{TMDF}{TMDF + TMDR} = \frac{8 \text{ hr}}{8 \text{ hr} + 0.5 \text{ hr}} = 0.9411$$

Finalmente se obtiene una confiabilidad de 94.11 %.

Esto indica que la Aplicación Móvil es un 94.11 % confiable, esto se puede interpretar que de cada 100 veces que se utiliza la aplicación 94 veces está libre de errores.

4.4 Usabilidad

La usabilidad es el esfuerzo requerido por el usuario para utilizar el producto satisfactoriamente. Viene reflejada en la facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje y facilidad de operabilidad. Para comprobar la usabilidad se considera el método propuesto por Jacob Nielsen, para quien, la usabilidad es una medida abstracta.

Test de usuario final

En 2015, Pressman considera una evaluación escrita después de las pruebas finales con un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 100, para ver el grado de uso de los usuarios respecto a la aplicación, se utilizó preguntas mostradas en la tabla 3.12.

Nro.	Factor de Usabilidad (Aplicación Móvil de Realidad Aumentada)	Valor obtenido (%)
1	¿Es entendible y agradable al visitante?	93
2	¿Puede ser usado fácilmente?	93
3	¿Puede ser usado sin mucho esfuerzo?	95
4	¿La interfaz tiene una buena presentación?	92
	Promedio	$x = 93.25\%$

Tabla 3.12. Factor de usabilidad

Fuente: (Elaboración propia)

Por lo tanto, la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, obtuvo un valor de usabilidad de 93.25%, esto se interpreta que de 100 usuarios 93 pudieron entender y operar fácilmente la aplicación sin ninguna dificultad.

4.5 Eficiencia

Es la relación entre las prestaciones del software y los requisitos necesarios para su utilización. Indicada por los tiempos de uso y recursos utilizados. Se definieron cuatro preguntas mostradas en la tabla, para evaluar la eficiencia de la aplicación y se pondero con valores de 0 – 100.

Nro	Factor de Eficiencia (Aplicación Móvil de Realidad Aumentada)	Valor obtenido (%)
1	¿El tiempo promedio de respuestas a las consultas es adecuado?	97
2	¿Utiliza recursos de manera eficiente?	95
	Promedio	x=96

Tabla 3.13. Factor de eficiencia

Fuente: (Elaboración propia)

Se brinda una eficiencia de 96 % con la aplicación móvil.

4.6 Facilidad de recibir mantenimiento

Facilidad con la que pueden efectuarse reparaciones al software. Es el esfuerzo necesario para adaptarse a las nuevas especificaciones y requisitos del software. No existe forma de medir directamente la facilidad de mantenimiento, Pressman sugiere medidas indirectas para medir el grado de mantenibilidad.

Para que se pueda realizar una modificación sin alterar la funcionabilidad de la aplicación se tiene q tomar los siguientes puntos: Facilidad de Análisis, Facilidad de Cambio, Estabilidad y Facilidad de prueba. Además de que el desarrollador debe realizarse una seria de preguntas descritas en la tabla 3.14.

Nro	Factor de Eficiencia (Aplicación Móvil de Realidad Aumentada)	Valor obtenido (%)
1	¿Se pueden identificar las partes que deben ser modificadas?	96

2	¿Existe facilidad de realizar cambios?	92
3	¿Los cambios mejoran funcionamiento?	90
4	¿Puede ser probado fácilmente?	95
	Promedio	x=93.25%

Tabla 3.14. Factor de facilidad de recibir mantenimiento

Fuente: (Elaboración propia)

Se tiene un 93.25% de facilidad de recibir mantenimiento, lo que quiere decir que un desarrollador en dispositivos móviles puede realizar cambios en el código y estructura interna y externa de la aplicación desarrollada.

4.7 Portabilidad

El aspecto de calidad está relacionado directamente con el grado de satisfacción del usuario, lo cual la tabla 3.15 muestra el resultado de calidad de la aplicación móvil.

Nro	Factor de Portabilidad (Aplicación Móvil de Realidad Aumentada)	Valor obtenido (%)
1	¿Se puede instalar fácilmente la .apk?	98
2	¿Puede ser transferido de un dispositivo móvil a otro?	95
3	¿Necesita requerimientos de Software y Hardware?	97
4	¿Se ofrece ayuda para la instalación?	90
	Promedio	x=95%

Tabla 3.15. Factor de portabilidad

Fuente: (Elaboración propia)

Así la aplicación móvil tiene 95% de poder ser transferido e instalado en más de un dispositivo móvil a otro, sin tener dificultades de adaptabilidad o reinstalación.

- Resultado de los aspectos de calidad

El aspecto de calidad está relacionado directamente con el grado de satisfacción del usuario. En la tabla 3.16 se muestra el resultado de calidad de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.

Características ISO-9126	Resultados
Funcionalidad	87
Confiabilidad	94.11
Usabilidad	93.25
Eficiencia	96
Facilidad de recibir mantenimiento	93.25
Portabilidad	95
Promedio	93.10

Tabla 3.16. Resultado de los aspectos de calidad

Fuente: (Elaboración propia)

En 2005, Abud establece una escala de calidad que van del 0 a 3, basada también en los rangos de satisfacción que establece el estándar ISO-9126. Ver tabla 3.17.

Nivel de calidad	Puntaje	Equivalencia
0	$uk=0$	Ausencia de calidad
1	$uk=70$	Calidad regular
2	$uk=90$	Calidad aceptable
3	$uk=100$	Calidad excelente

Tabla 3.17 Niveles de calidad

Fuente: (Abud, 2005)

Nivel de Aceptabilidad de los valores de preferencia. Ver tabla 3.18

Nivel de calidad	Categoría	Puntaje
0	Mal	0 – 50
1	Regular	50 – 70
2	Bien	70 – 90
3	Excelente	90 – 100

Tabla 3.18. Nivel de Aceptabilidad de los valores de preferencia

Fuente: (Abud, 2005)

Para el cálculo de la calidad global, se utilizó el modelo de atributos múltiples:

$$U = \frac{\sum_{k=1}^n w_k u_k}{100} (*)$$

Donde:

U es la calidad global.

w_k , es el peso para el factor de calidad.

u_k , es el puntaje obtenido para la alternativa k.

Tomando en cuenta $w_k = 90$, y el resultado total de los aspectos de calidad reemplazamos en la ecuación (*)

$$U = \frac{90 \cdot 90}{100}$$

$$U = 81$$

Finalmente podemos decir que la Calidad Global del software educativo se encuentra en el rango.

$$70 < U = 81 < 90$$

Por lo que se encuentra en la categoría “Bien”, siendo una categoría óptima para la calidad de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.

5 COSTO BENEFICIO

5.1 Estimación del costo

En este punto se mostrarán los beneficios de la Aplicación y su costo de desarrollo. Para ello se hará uso de herramientas que nos ayudarán a calcular el Valor Actual Neto(VAN), el Costo/Beneficio (C/B), y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Para poder sustentar el VAN se hará el uso de “COCOMO II” que es una herramienta que nos ayuda a estimar el costo de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, basada en su tamaño, después de realizar los cálculos que sean necesarios para la obtención del costo. Por la tanto se estará en capacidad se afirmar si el proyecto planteado es viable, sostenible y comprobar que es una buena opción invertir en el proyecto.

5.1.1 Calculo de costo mediante COCOMO II

El modelo constructivo de Costes 2 o Constructive Cost Model II con sus siglas en inglés “COCOMO II” es un modelo que permite estimar el costo, el esfuerzo, el horario en la planificación del desarrollo de software, COCOMO II es la última aplicación importante del modelo Cocomo original publica en 1981. Se compone por tres sub modelos que son básico, intermedio y detallado. (Center for Systems and Software Engineering, 2000).

Este modelo fue desarrollado a fines de los años 70 y comienzos de los años 80 por Barry W. Boehm, exponiéndolo en su libro “Software Engineering Economics”. Cocomo II consta de tres modelos de estimación, estos modelos constan de las siguientes ecuaciones.

$$E = (KLDC)^b \left[\frac{\text{Mes}}{\text{Hombre}} \right] \quad (1)$$

$$D = c(E)^d \quad [\text{Mes}] \quad (2)$$

$$P = \frac{E}{D} \quad [\text{Hombre}] \quad (3)$$

Donde:

E: Esfuerzo requerido por el proyecto por hombre-mes.

D: Tiempo requerido por el proyecto en meses.

P: Número de personas requeridas para el proyecto.

a, b, c, d: Contantes con valores definidos, según cada sub modelo.

KLDC: Cantidad de líneas de código en miles.

A la vez cada modelo se sub divide en distintos modos. Ver tabla 4.1

Proyecto de Software	a	b	c	d
Orgánico	2.4	1.05	2.5	0.38.
Semi-acoplado	3.0	1.12	2.5	0.35
Empotrado	3.4	1.20	2.5	0.32

Tabla 4.1 Coeficientes de a, b, c y d COCOMO II

Fuente: (Pressman, 2002)

- **Modo orgánico:** es un grupo pequeño de desarrolladores experimentados, desarrollo en un entorno familiar. El tamaño de software varia en unos pocos miles de línea de código a unos 50 KLDS o 50000 líneas de código.
- **Modo semi-libre o semi-acoplado:** Corresponde a un esquema intermedio entre el orgánico y el rígido; el grupo de desarrollo puede incluir una mezcla de personas experimentadas y no experimentadas, posee un tamaño menor a 300 KLDC.
- **Modo rígido o empotrado:** El proyecto cuenta con fuertes restricciones, que pueden estar relacionadas con la funcionalidad y/o pueden ser técnicas. El problema a resolver es único siendo difícil basarse en la experiencia y puesto que puede no existir.

5.2 Costo de la aplicación

El costo de la aplicación se planteará en tres partes: Costo de elaboración del software, Costo elaboración del software, Costo total del software.

- Costo de elaboración del software.

En el anterior capítulo se calculó el punto función ajustado que es de 550, este resultado se tiene que convertir KLDC donde se usará la siguiente tabla 4.2

Lenguaje	Factor LCD/PF
C	150
Assembler	320
Java	53
JavaScript	47
Visual Basic	46
ASP	36
PHP	12
Visual C++	34
C#	59

Tabla 5.9: Factor LCD/PF de lenguajes de programación

Fuente: (QSM, 2017)

Se tiene la siguiente ecuación para calcular el número de líneas de código o LDC.

$$LDC = PF * Factor LDC$$

Se utiliza el factor LDC de C# que es considerado como un lenguaje de Tercera Generación, posee un factor de línea de código de 59. Reemplazando en la fórmula se obtiene:

$$LDC = 102,9 * 59$$

$$LDC = 6071,1$$

Convirtiendo en KLDC se obtiene:

$$KLDC = \frac{LDC}{1000}$$

$$KLDC = \frac{6071,1}{1000}$$

$$KLDC = 6.071$$

El factor de líneas de código en miles KLDC es 6.071

Luego obtenemos el cálculo del esfuerzo necesario para la programación de la aplicación.

La ecuación que se usará para hablar el esfuerzo necesario en personas/mes es la ecuación (1) descrita anteriormente. La aplicación como supera las 50 KLDC no se considera un modo orgánico, y como no supera las 300 KLDC es considerada modo semi-acoplado, por lo cual los factores que posee son:

$$a= 3.0; b=1.12; c=2.5; d=0.35$$

Reemplazando los datos en la ecuación (1) se obtiene:

$$E = 3.0(6.071)^{1.12}$$

$$E = 22.61 \left[\frac{\text{Mes}}{\text{Hombre}} \right]$$

Calculando el tiempo requerido en meses utilizando la ecuación (2) se obtiene:

$$D = 2.5(22.61)^{0.35}$$

$$D = 7.45$$

$$D = 7 \text{ [mes]}$$

Reemplazando el esfuerzo y el tiempo requerido en la ecuación (3) se obtiene el número de personas necesarias para realizar la Aplicación Móvil:

$$P = \frac{22.61}{7.45}$$

$$P = 3.03$$

$$P = 3 \text{ [Hombre]}$$

En total se obtiene que el proyecto necesita un grupo de 5 personas aproximadamente entre programadores y diseñadores, animadores, modeladores sonidista, para realizar la Aplicación Móvil.

El salario regular de un programador se encuentra entre 350 \$us y 500 \$us, se tomará en cuenta el promedio con un total de 450 \$us. Es costo mensual de desarrollo es calculado multiplicando el sueldo regular por el número de personas necesarias para el proyecto.

$$Cmes = P * Sregular$$

Reemplazando los datos obtenidos anteriormente se tiene:

$$Cmes = 3 * 350$$

$$Cmes = 1050 \text{ [$us]}$$

Tiempo aproximado para desarrollar la Aplicación Móvil fue de 7 meses, entonces se calcula el costo total de la aplicación que llegaría a ser:

$$Ctotal = Cmes * D$$

$$Ctotal = 1050 * 7$$

$$Ctotal = 7350 \text{ [$us]}$$

El costo total de la Aplicación Móvil desarrollada llega a ser 7350 \$us.

- **Costo de elaboración del proyecto**

El costo de elaboración del proyecto está referido a los gastos realizados a lo largo de las diferentes fases del desarrollo de la Aplicación Móvil. Esto se muestra en la siguiente tabla 4.3

Detalle	Importe (\$us)
Análisis y diseño del Proyecto	200
Material de Escritorio	10
Internet	72
Otros	50
Cuenta en Google Play	25
Total	357

Tabla 4.3 Gastos de desarrollo de la Aplicación Móvil

Fuente: (Elaboración Propia)

- **Costo total del software**

El costo total del software se lo obtiene de la sumatoria de los diferentes costos obtenidos hasta el momento, tales como el costo de desarrollo, y el costo de elaboración, esto se ve expresado en la siguiente tabla 4.4

Detalle	Importe (\$us)
Costo de Desarrollo	7350
Costo de elaboración del proyecto	357
Total	7707

Tabla 4.4 Costo total de la Aplicación Móvil

Fuente: (Elaboración Propia)

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el trabajo de investigación dentro del tiempo establecido, podemos concluir que se han cumplido todos los objetivos fijados para su correcta elaboración. El producto final cumple con los requisitos que se habían expuesto en un principio y es completamente funcional como hemos podido ver en la fase de pruebas.

6.1 Conclusiones

Se desarrolló de manera satisfactoria el proyecto de Realidad Aumentada para publicitar los sitios turísticos de la ciudad de El Alto y estos pueden ser vistos de una manera interactiva en dispositivos móviles sin necesidad estar en la ubicación, la aplicación fue desarrollado de primera forma con 20 modelos en 3D, modelos virtualizados con la ayuda de fotografías y los modelos físicos del mundo real, se desarrolló de la forma más ligera posible ya que la plataforma de destino es móvil y cuenta con muchas limitaciones de rendimiento.

Finalmente podemos llegar a la conclusión de que se cumplió con el objetivo general, ya que, con el uso de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada se mejoró la experiencia turística de las personas al visitar los sitios turísticos de la ciudad de El Alto.

Para el desarrollo e implementación de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, se hizo el estudio entre diversas herramientas, de las cuales la que se eligió fue Unity y el uso del SDK de Vuforia, herramienta que es muy versátil y va enfocada para el desarrollo de este tipo de aplicaciones.

Cabe destacar como uno de los resultados más relevantes, es el hecho de poder contribuir con aplicaciones que utilizan este tipo de tecnología como lo es la realidad aumentada, ya que es una de las tecnologías que va en constante crecimiento y es una buena alternativa en el momento de

dar a conocer y promover sitios turísticos. Una vez terminada la aplicación y probada en vivo sobre los sitios turísticos de la ciudad de El Alto, es evidente el potencial que tiene este tipo de aplicaciones de Realidad Aumentada sobre el turismo, puesto que el uso de esta aplicación hace más amena la experiencia turística que tienen las personas que visitan los sitios turísticos de la ciudad.

6.2 Recomendaciones

Debido al veloz crecimiento de la tecnología en nuestros tiempos el siguiente paso que se puede dar en el proyecto es el uso de sincronización en la nube para poder actualizar los modelos, actualizar la información en tiempo real, sin la necesidad de estar creando otras versiones de la aplicación.

Se recomienda utilizar un dispositivo móvil Smartphone con sistema operativo Android y con una versión mayor o igual a 5.0.3 para su correcto funcionamiento.

Con la llegada de las nuevas tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual, no se debe dejar de lado el proyecto siendo posible estar disponible a futuro en las gafas de realidad aumentada “Hololens” de Microsoft, o en los visores de realidad aumentada con Oculus Rift de Valve, siendo sumamente importante el desarrollo de elementos virtuales en 3D para mejorar la interacción con el usuario y la forma de ver el mundo.

BIBLIOGRAFIA

Condori, M. L. C. (2014). *MODELO DE TURISMO COMUNITARIO RURAL CON REALIDAD VIRTUAL*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS,

CONDORI, N. C. (2018). *REALIDAD VIRTUAL EN LA RECREACIÓN DE OBJETOS DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS,

MAYDANA, L. C. (2017). *VIDEOJUEGO EN REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA BASADO EN LA OBRA DE TEATRO ANDINA OLLANTAY*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS,

Olivencia, J. L. L. (2014). Realidad Aumentada bajo Tecnología Móvil basada en el Contexto Aplicada a Destinos Turístico s.

PARDO, P. S. S. (2014). *REALIDAD VIRTUAL EN RECORRIDOS VIRTUALIZADOS DE MIRADORES PANORAMICOS*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS,

Tumaili, W. J. Q. (2016). *APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS EN EL ÁREA DEL DIBUJO TÉCNICO A LOS ESTUDIANTES DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.*,

Abud Figueroa, M. (s. f.). *Calidad en la Industria del Software*. La Norma ISO-9126.

AIGP2 Calidad Informatica. (2011). Recuperado el 05 de Julio de 2019, de <https://www.um.es/docencia/barzana/IAGP/IAGP2-Calidad-informatica.html>

Apleton, P., & Cooper, P. (17 de Diciembre de 2018). *Grupo Blippar*. Obtenido de <https://www.layar.com/>

Ariel. (2014). *Realidad Aumentada de la nueva lente para ver el mundo*. Fundacion Telefonica.

Gómez, A., & del C.López, M. (2006). COCOMO - UN MODELO DE ESTIMACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE.

Gómez, A., López, M. d., Migani, S., & Otazú, A. (s. f.). *UN MODELO DE ESTIMACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE*.

Khoudari, R. (2019). *HubSpot Inc*. Obtenido de <https://legal.hubspot.com/es/>

M.F, P., M.E, S., G, R., & L, O. (2001). Soporte Automatizado a la Metodología Web QEM. 4.

Moragues Cortada, D. (2006). *Organizacion de los Estados Liberoamericanos*. Obtenido de <http://www.oei.es/>

Nacional, E. D. (1 de Abril de 2016). El Alto posee 97 sitios turísticos identificados. *El Diario Nacional*, pág. 1.

Navarro, D. (8 de noviembre de 2013). Cuadernos de Turismo. *Redalyc.org*, 25. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39838701014>

Proyecto fin de master (pdf). (2016). Recuperado el 06 de Julio de 2019, de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/9389/TFM000345.pdf?sequence=1>

R. Judd, D. (2003). El turismo urbano y la geografía de la ciudad. *Revista eure*, 51-62.

Ramírez Vique, R. (2013). *Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles*. Catalunya.

Ruiz, R. (2007). *El Método Científico y sus Etapas*. Mexico.

S.A., E. C. (4 de Abril de 2019). El Alto tiene 60 sitios turísticos singulares. *El Alteño periodismo, orgullo y noticias*.

Unity. (2016). *Manal de Unity 3D Trabajando con Unity*. docs.unity3d.com.

Agencia Municipal de Información. (2016, marzo 31). *El Alto tiene 97 sitios turísticos identificados que esperan al visitante* [Agencia Municipal de Informacion]. <http://amibolivia.com/>.

<http://amibolivia.com/AMI/?p=1191>

campus virtual. (2006). *Conceptos Fundamentales del Turismo*.

<http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS15/MGTSV15-07/semana3/LS3.2.pdf>

Cruz, A. (2014, enero 14). *Realidad Aumentada con Vuforia*. desarrollolibre.net.

<https://www.desarrollolibre.net/blog/android/realidad-aumentada-con-vuforia>

Dra. Julia Fraga, M. M., & Yeni Morales, E. M. (2015, noviembre 16). *Nuevas oportunidades de*

cooperacion, turismo globalizacion, cambios climatico y nuevas tecnologias. II Congreso de

COODTUR, Playa del Carmen, QROO, Mexico.

https://books.google.com.bo/books?id=ase0DQAAQBAJ&pg=PA307&lpq=PA307&dq=congreso+realidad+aumentada+en+el+turismo&source=bl&ots=1qCHgRbqiq&sig=ACfU3U00KgNQa68o3XyfnL4TpfuubCncNw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjvns7I5u_pAhWNTt8KHX9bAnoQ6AEwAXoECAkQAQ#v=onepage&q=congreso%20realidad%20aumentada%20en%20el%20turismo&f=false

Erica Iparraguirre. (2011). *Metodología para la Inventariación, Jerarquización y Categorización de los atractivos Turísticos*. MINISTERIO DE CULTURRAS – VICEMINISTERIO DE TURISMO [BOLIVIA - 2011].

<http://turismo.umsa.bo/documents/332882643/0/METODO++INVENTARIACION+TURISTICA.pdf>

Introducción. (2020, enero 1).

https://docs.blender.org/manual/es/dev/getting_started/about/introduction.html

Marzal, A., & Gracia, I. (2003). *Introduccion a la programacion con Python*.

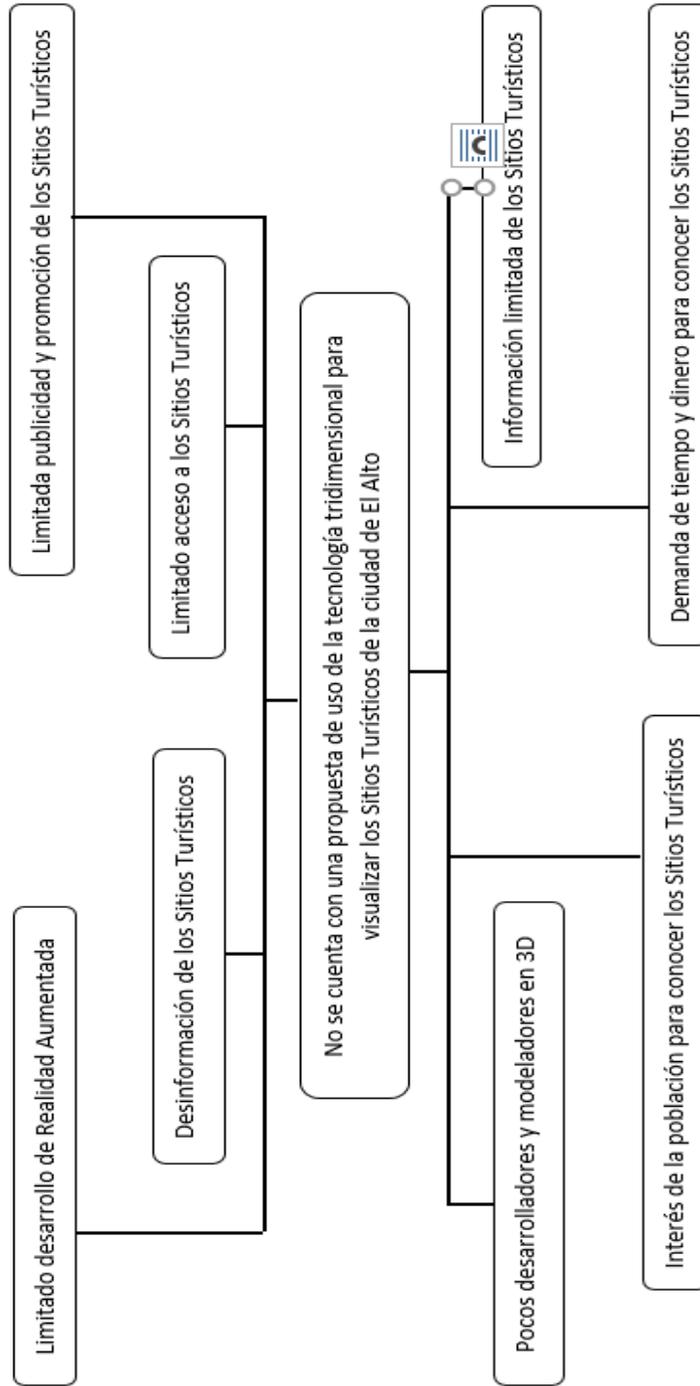
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54040231/Introduccion_a_la_Programacion_con_Python.pdf?1501685376=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIntroduccion_a_la_programacion_con_Python.pdf&Expires=

1605151196&Signature=Cpkkw5NGik0n7Z1z2a42rcoN5Z36HW4MfjquNifEwLXDo-
Uo7QZc2WnzweXq5uG15dRbQBInoHhyNI9QAVwQp4pYPsU3AOmRU4~lf9WG0TBwU2iRYhsgV6
dljGGclzkGq5Rkea5Qmhszdl-pGzUCLKc1SyRbVP3w-
cGFDwUbYnbs54RgtwkA0gi65Zr9SCkfgsZDW-
YRWGf7D2DcYRmAKaHkhAGS~sCqE2j~9qcohSt9erFomwFvGEMP8TMpimUivurl0ZBFyDn41zLU
MvFmAPt1t1bpkxON2mgXRatkykoJugBGzO73a5A-i~f4rdmp02B-
yZBEOq1PfmomWeCWA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

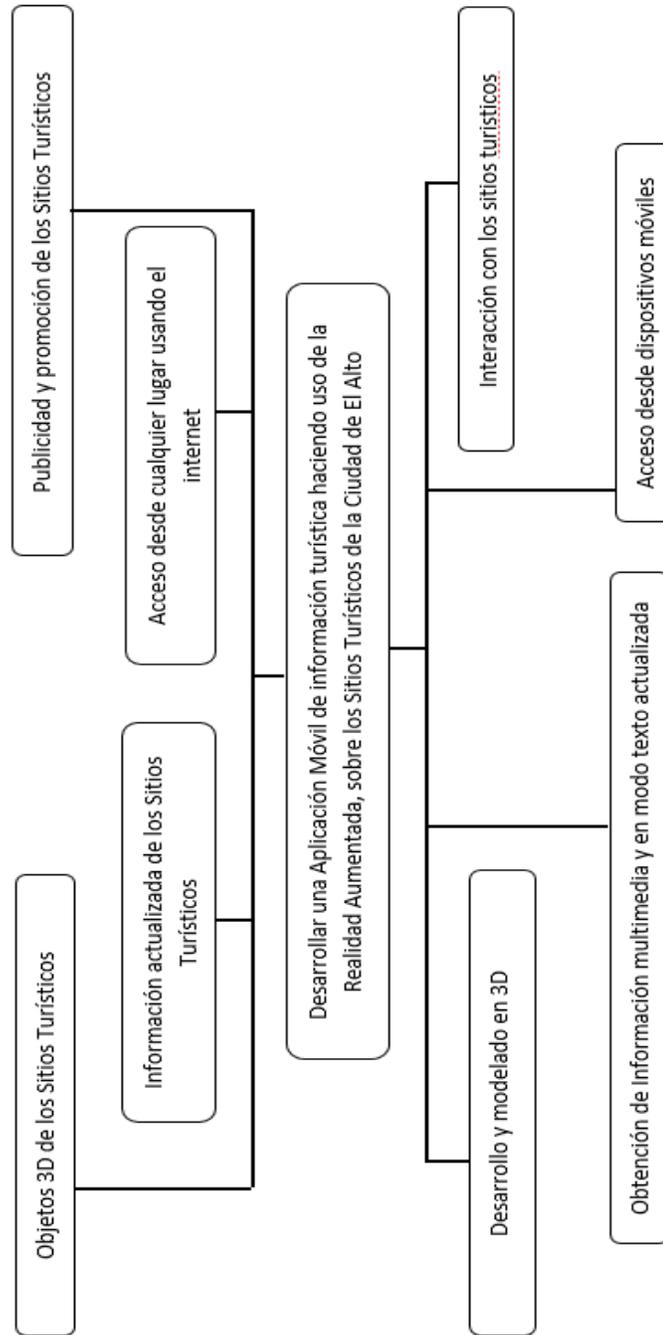
¿Qué es C# y para qué sirve? (2020, enero 1). Besoftware. <https://bsw.es/que-es-c/>

ANEXOS

Anexo A. Árbol de Problemas



Anexo B. Árbol de Objetivos



Anexo C. Avaluos de los Tutores y la institución

La Paz, El Alto noviembre 2020

Señor

Ing. David Carlos Mamani Quispe

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

Presente:

REF.: AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido Ingeniero

Mediante la presente tengo bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA LOS SITIOS TURISTICOS EN LA CIUDAD DE EL ALTO CASO: UNIDAD DE TURISMO GAMEA" que propone el estudiante JESUS ALBERTO TICONA CONDORI, con cedula de identidad 7082248 LP. Y registro Universitario 11001317 para su defensa publica, evaluación correspondiente a la materia de Taller II de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular reciba mis saludos cordiales

Atentamente



ING. MARISOL ARGUEDAS BALLADARES

TUTOR METODOLOGICO

La Paz, El Alto noviembre 2020

Señor

Ing. David Carlos Mamani Quispe

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

Presente:

REF.: AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido Ingeniero

Mediante la presente tengo bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA LOS SITIOS TURISTICOS EN LA CIUDAD DE EL ALTO CASO: UNIDAD DE TURISMO GAMEA" que propone el estudiante JESUS ALBERTO TICONA CONDORI, con cedula de identidad 7082248 LP. Y registro Universitario 11001317 para su defensa publica, evaluación correspondiente a la materia de Taller II de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular reciba mis saludos cordiales

Atentamente



Lic. Freddy Salgueiro Trujillo
TUTOR REVISOR

La Paz, El Alto noviembre 2020

Señor

Ing. David Carlos Mamani Quispe

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

Presente:

REF.: AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido Ingeniero

Mediante la presente tengo bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA LOS SITIOS TURISTICOS EN LA CIUDAD DE EL ALTO CASO: UNIDAD DE TURISMO GAMEA" que propone el estudiante JESUS ALBERTO TICONA CONDORI, con cedula de identidad 7082248 LP. Y registro Universitario 11001317 para su defensa publica, evaluación correspondiente a la materia de Taller II de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular reciba mis saludos cordiales

Atentamente



M. SC. (C) ING. ENRIQUE FLORES BALTAZAR

TUTOR ESPECIALISTA



GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO



El Alto, 20 de agosto de 2020

CITE: SMDE/DC/UT/025/2020

Señor:

Univ. Jesús Alberto Ticona Condori

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS - UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO.

Presente.-

Ref. AVAL DE PROYECTO ACADÉMICO DE GRADO

La Unidad de Turismo de la Dirección de Competitividad e Innovación de la Secretaría Municipal de Desarrollo Económico del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto en el marco de promover el desarrollo de la actividad turística municipal cursa en nuestra dependencia el proyecto de grado: **"APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA APLICADA A LOS SITIOS TURÍSTICOS DE LA CIUDAD DE EL ALTO"** correspondiente al Univ. Jesús Alberto Ticona Condori con C.I. 7082248 L.P.; estudiante de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto con la finalidad de su revisión, consideración de factibilidad y viabilidad del mismo.

Por medio de la presente certificamos el aval al proyecto de grado denominado **"APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA APLICADA A LOS SITIOS TURÍSTICOS DE LA CIUDAD DE EL ALTO"**, considerando que será un gran aporte para el desarrollo tecnológico del turismo en el municipio de El Alto. Adicionalmente sugerimos considerar algunos fundamentos adjuntos a la presente que se vieran convenientes.

Sin otro particular me despido con la mayor atención y para fines consiguientes.


 DIRECCIÓN DE COMPETITIVIDAD E INNOVACIÓN
 DE LA SECRETARÍA MUNICIPAL DE DESARROLLO
 ECONÓMICO - D.C.I. - S.M.D.E.
 GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO

020/01/20



Anexo D. Obtención de información



GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO



SEGMENTO	COMPRENDE	TEMPERATURA	MODALIDADES DE TURISMO
Norte	Distrito 13 (comunidad Alta Milluni y El Ingenio)	-3% a 9% (frío)	Aventura, comunitario Esotérico, minero y especializado.
Casco urbano	Distritos: 1, 2, 3, 6 y 8.	-3% a 12%	Aventura, esotérico, étnico, arquitectónica, religiosa, científica, histórica - cultural, de compras, etc.
Sur	Distritos 9 y 10 (Comunidad Amochuma)	12% a 15,5% (cálida)	Ecoturismo, comunitario, arqueológico, turismo, científica, histórica cultural, aventura agroturismo, otros.

Dentro de la cual se identifica los distritos con potencial turístico en los cuales a su vez se estructuraron los productos turísticos que en la actualidad se ofertan.

1.3. El Municipio a través de la Unidad de Turismo ha estado trabajando en las siguientes políticas:

- Políticas de Promoción y Difusión Turísticas
- Políticas de Imagen y Seguridad Turística
- Política de generación de fuentes de empleos
- Política de resguardo del patrimonio turístico
- Política de impulso al turismo comunitario
- Política de una adecuada infraestructura turística



1.4. Oferta Turística Municipal: nuestra oferta turística municipal está enmarcada en el Turismo Alternativo aprovechando al máximo el potencial Turístico en sus diferentes distritos del área urbana y rural dentro de pilar de la gestión "Ciudad de Oportunidades".



GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO



Situación Turística

Distritos

URBANO	10-11-12-13-14-15-16-17-18
RURALES	4-9-10-11-13

Distritos con potencial turístico

URBANO	1-2-3-6-7-8
RURALES	10 y 13



Modalidades de turismo que se pueden realizar en el Municipio de El Alto:



Centro de Convenciones Av. Arica y Calle 13 S/N Zona Santiago |
Tel: 2020305 - 2029414 | Fax: 2019768 | www.elalto.gob.bo | El Alto - Bolivia



GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO



Marca Territorio:



Plan de Consolidación de Productos Turísticos Municipales, en el Mercado Turístico Nacional y Extranjero





GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO



Recursos y Atractivos Turísticos de El Alto

Categoría 1: Sitios Naturales

Nº	Nombre del Atractivo
1	Balón Turfético
2	Cerro Chacaltaya
3	Comunidad Anachuma
4	Fauna Andina
5	Fauna del Valle Ecoturístico de Raqun Marka
6	Flore Andina
7	Flore del Valle Ecoturístico de Raqun Marka
8	Formaciones Geológicas de Raqun Marka
9	Laguna Alapacha - Celeste
10	Laguna Chacaltaya
11	Laguna Chuytu Ghuta
12	Laguna Colorada - Milluni Grande
13	Laguna Esmeralda - Verde
14	Laguna Isakhu Khuta
15	Laguna Manqapacha - Negra
16	Laguna Manzu Ghuta
17	Laguna Pata Khuta
18	Laguna Pupa - Milluni Chiro
19	Mirador Natural de Alto Lima - Boobe Alto Lima
20	Mirador Natural de Raqun Marka
21	Mirador Natural Ilarato
22	Mirador Chaugani
23	Mirador Ilapaya Purosi
24	Valle Ecoturístico de Raqun Marka
Total:	24

Categoría 2: Patrimonio Urbano-Arquitectónico Museos y Manifestaciones Culturales

Nº	Nombre del Atractivo
1	Arquitectura Altiña - Clubes
2	Catedral Metropolitana de Colpasi
3	Cementerio Histórico de Milluni
4	Cementerio Tarapaco
5	Cementerio Zona Mercedario
6	Centro Arqueológico COMBO EL ALTO
7	Chabanas
8	Colpasi de Raqun Marka
9	Escuela de Arquitectos de El Alto - CACTA
10	El Campesino
11	Ex-Alcaldía Quemada
12	Galería Al Arte Líbico
13	Iglesia Virgen de Rosario
14	Iglesia Cuerpo de Cristo
15	Iglesia de Milluni
16	Iglesia San Antonio de Padua
17	Iglesia Virgen de Natividad
18	Mirador Alto Lima



GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO



19	Mirador Atipiti
20	Mirador Kalliyari
21	Monumento al Amawta
22	Monumento Antonio Paredes Candia
23	Monumento Che Guevara
24	Monumento de La Cruz
25	Monumento de Los Inkas
26	Monumento El Minero
27	Monumento El Tioja
28	Monumento Inca Apachay de Parilla
29	Monumento Sagrado Corazón de Jesús
30	Monumento Simón Bolívar
31	Monumento Tupak Katari
32	Monumento Yugo Blanco
33	Mural del Centro Artesanal Wata Wata
34	Mural Octubre Negro
35	Muro Antonio Paredes Candia
36	Teatro Andino
37	Teatro Raúl Salinas de la Barra
38	Cudomestrios
Total:	38

Categoría 3: Etnografía y Folklore

NP	Nombres del Atarctico
1	Alo Nemo Amazonico
2	Apacheta Arpipiti
3	Apacheta Chuchulaya
4	Apacheta Sierata
5	Apacheta Q'ala Cruz
6	Apacheta Wuraq'u
7	Artesanos 16 de Julio
8	Calle Amantay y Yata'a
9	Centro Artesanal Wata Wata
10	Feria 16 de Julio
11	Feria de Microrotas - Alasitas
12	Feria de Ramos
13	Feria de Villa Dolores
14	Feria Tahuacú
15	Gastrosofia Añeña - Aji de Fideo
16	Gastrosofia Añeña - Lallo de Candán a lo Añeño
17	Gastrosofia Añeña - Chunchula
18	Gastrosofia Añeña - Jugo de Linaza
19	Gastrosofia Añeña - Jugo de Maca
20	Gastrosofia Añeña - Jugo de Quiso
21	Gastrosofia Añeña - P'v coque
22	Jamp'athu Waka (Minedo)
23	Sector Chiflitas
24	Sector Kallawayas
25	W'aka Jamp'athu
Total:	25



GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO



Categoría 4: Realizaciones Técnicas y Científicas

Nº	Nombre del Atractivo
1	Agua Terma Andina - Chula
2	Centro Astronómico COMBOL El Alto
3	Estación Antena Satelital Topok Katari
4	Estructura Museo Antonio Fuentes Cardia
5	Ex Estampara
6	Ex Fábrica de Vidrios
7	Fábrica de Chocolates El Ceibo
8	Mira Milkeni
9	Observatorio Astronómico
10	Parque Vial Infantil
11	Planetario Ronald Mayores
12	Represa Alto Milkeni
13	Represa Finka Milkeni
14	Teléfono Lava Amarilla
15	Teléfono Lava Roja
16	Torre Antena Canal 7
17	Planta Láctea Antachuma
18	Fábrica de Vidrios
Total	18

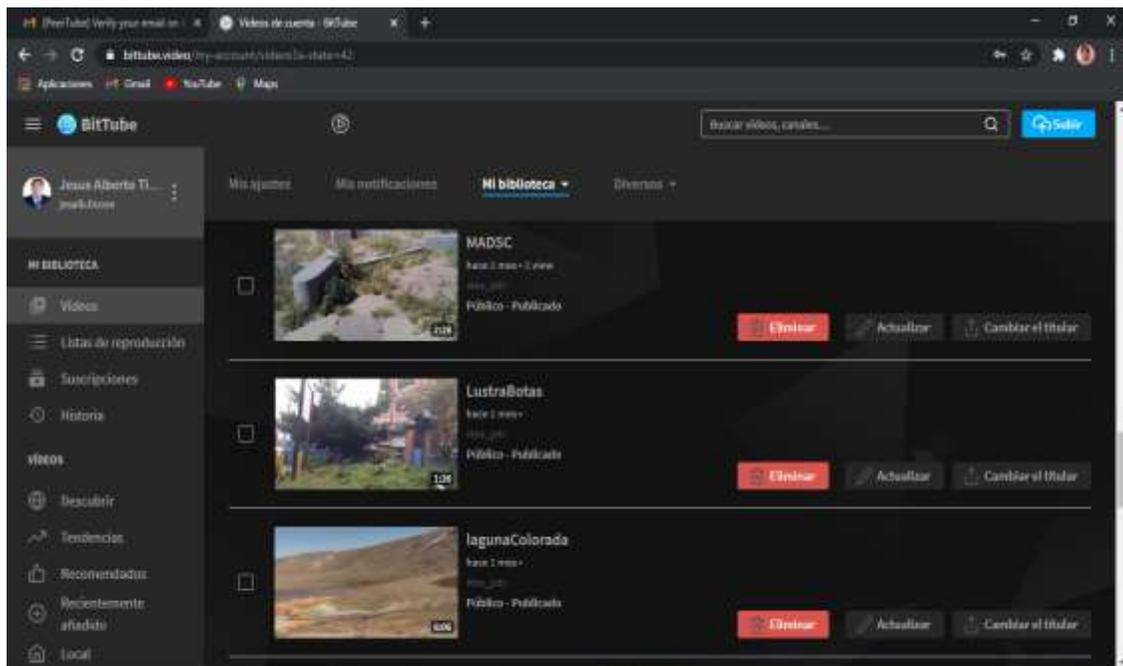
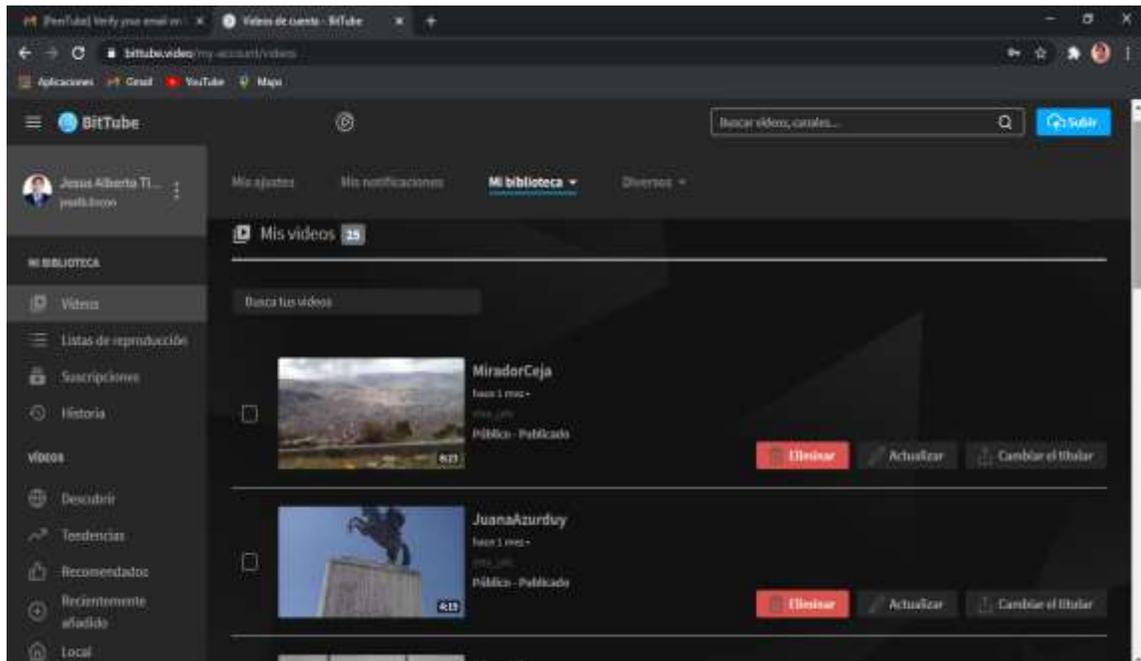
Categoría 5: Acontecimientos Programados

Nº	Nombre del Atractivo
1	Caracas / Carnes / Asado Negro
2	Chiltes Wending
3	Colchonero Abajo
4	Entrada Antioqueña
5	Entrada Virgen del Carmen
6	Mas del Turbano Abajo
7	Escrito de la Cholla Abajo
8	Entrada Folklórica 17 de Octubre
9	Entrada Folklórica 16 de Julio
10	Entrada Folklórica Señor de Exaltación
11	Podoso del Sol
12	Milkenos Aymara
Total	12

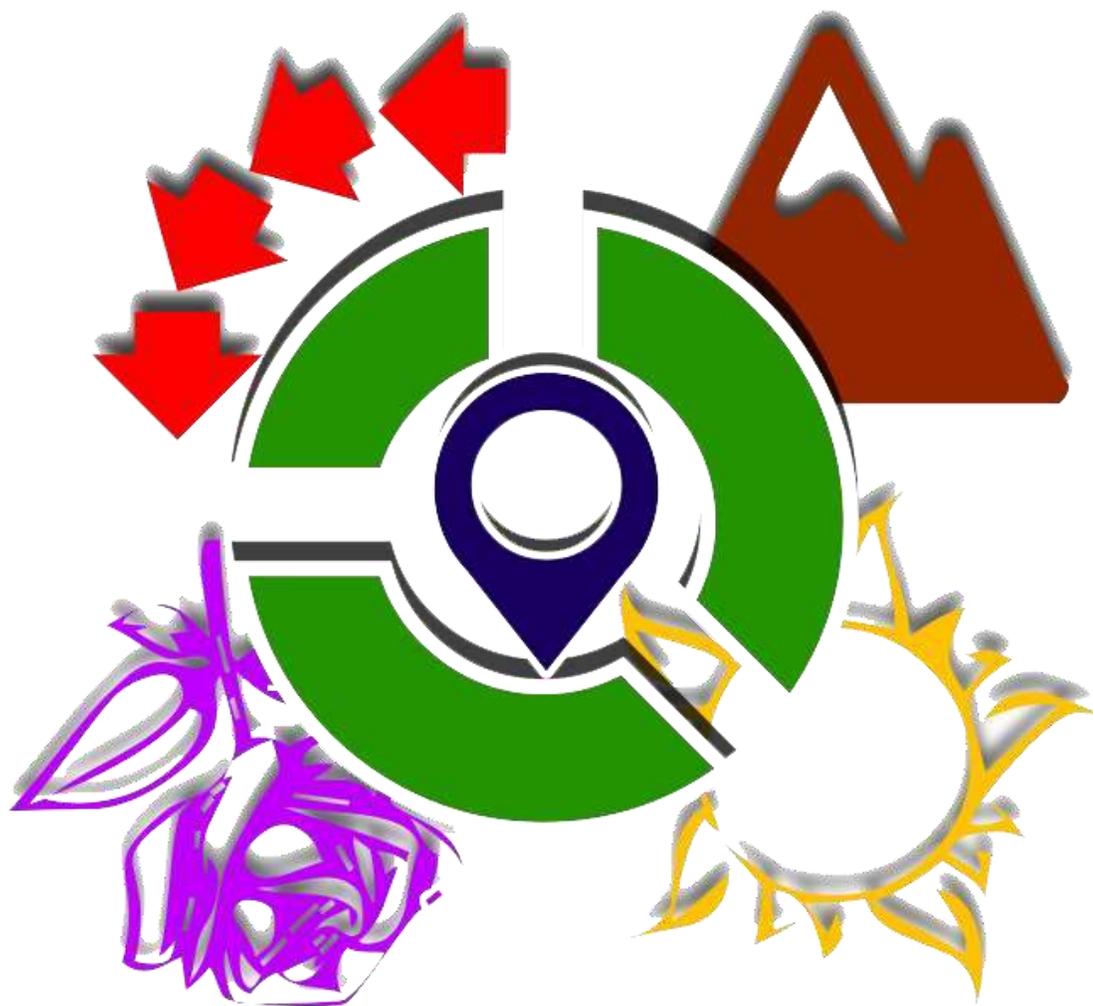
Atractivos y/o Recursos	
Total	30



Anexo E. Subida de información Multimedia a la plataforma BITTUBE.



MANUAL DE USUARIO
APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA APLICADA A LOS SITIOS
TURISTICOS DE LA CIUDAD DE EL ALTO



Jesus Alberto Ticona Condori
Ingeniería de Sistemas
Universidad Pública de El Alto
El Alto-Bolivia



Icono de la aplicación: Haga Clic para entrar a la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, la aplicación está diseñada para dispositivos que tengan una resolución de 1280X720 o inferiores



En esta pantalla podemos ver dos botones uno para salir de la aplicación y otro para ingresar a la misma



Ingresado a la aplicación veremos 3 botones los cuales desplegaran ya sea os sitios turísticos, la información en texto de la ciudad de El Alto o una descripción de la Aplicación y su desarrollo.

Existe un botón que aparecerá en esta aplicación que es la siguiente que al presionarlo nos llevara al inicio de la aplicación.



Los otros botones que también aparecen en la aplicación son los botones de navegación los cuales son estos.



Icono de siguiente



Icono de anterior

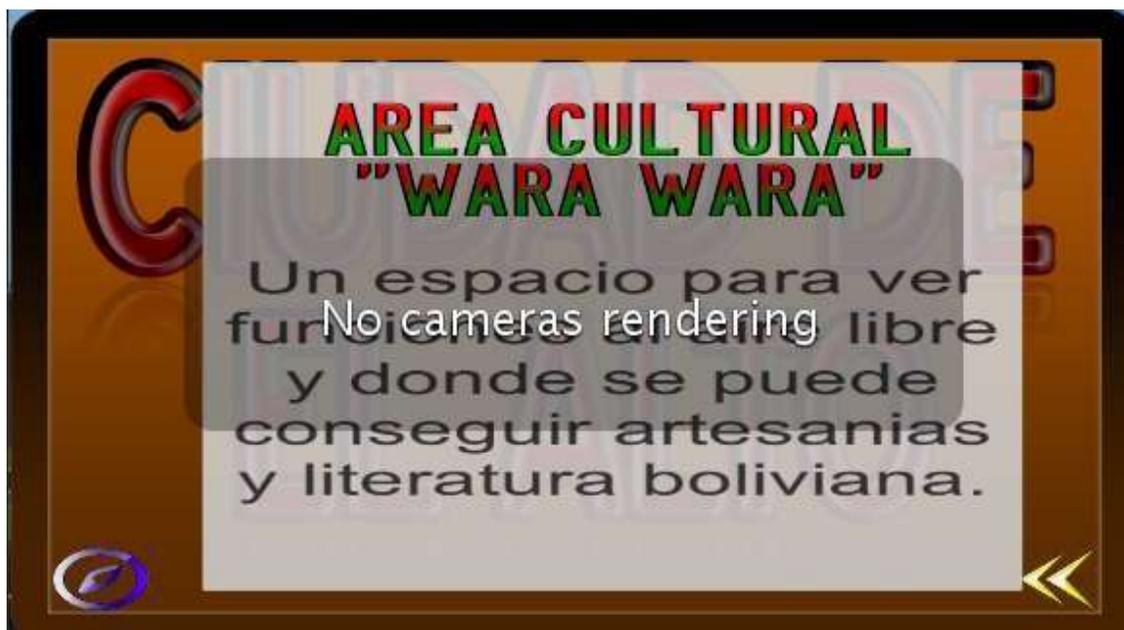
Pantalla de vista de los Sitios Turísticos de la ciudad de El Alto existe cargado un total de 30 sitios turísticos.



Para cada sitio turístico existe 3 botones para interactuar con la información en texto, multimedia y 3D.



Botón información del sitio muestra una breve descripción del Sitio Turístico



Botón multimedia muestra una pantalla donde esta alojado imágenes y videos



Botón información 3D esto activará la cámara y mostrará la imagen del sitio en el lugar en donde se encuentra usando la geolocalización de su teléfono y podrá ver el sitio modelado en 3D.



MANUAL TECNICO

DISEÑO DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE SOFTWARE Y APLICATIVO MOVIL DE REALIDAD AUMENTADA PARA SITIOS TURISTICOS DE LA CIUDAD DE EL ALTO

Jesus Alberto Ticona Condori

Ingeniería de Sistemas

Universidad Pública de El Alto

El Alto-Bolivia

Presentación:

El siguiente manual guiará a los usuarios que harán soporte al sistema, el cual les dará a conocer los requerimientos y la estructura para la construcción del sistema, en el desarrollo del aplicativo móvil, el cual muestra las herramientas necesarias para la construcción y la funcionalidad del sistema.

Objetivo:

Informar y especificar al usuario la estructura y conformación de la aplicación con el fin de que puedan hacer soporte y modificaciones o actualizaciones a la aplicación en general.

Requisitos del sistema

Requerimientos de hardware

- Equipo, teclado, mouse, monitor,
- dispositivo móvil.
- Memoria RAM 2 GB (equipo y dispositivo móvil)
- Tarjeta de red LAN y/o Wireless Procesador 1.4 GHz.

Requerimientos de software

- Sistema operativo (Windows 7 en adelante).
- Unity 2019.1 Sistema operativo móvil (Android 5.0. en adelante)
- Conexión internet local y móvil. Adobe Reader.
- Blender 2.8

Herramientas Utilizadas

Unity: Unity es un motor de videojuegos multiplataforma creado por Unity Technologies que actualmente está siendo muy utilizado por los desarrolladores.

Una de las razones de su uso es porque se pueden desarrollar juegos para diversas plataformas, como, por ejemplo:

- PC: Microsoft Windows, OS X y Linux.
- Móviles: Windows Phone, iOS y Android.
- Consolas: Xbox, Playstation y Nintendo.
- Televisiones.
- Realidad virtual.
- Web: WebGL.

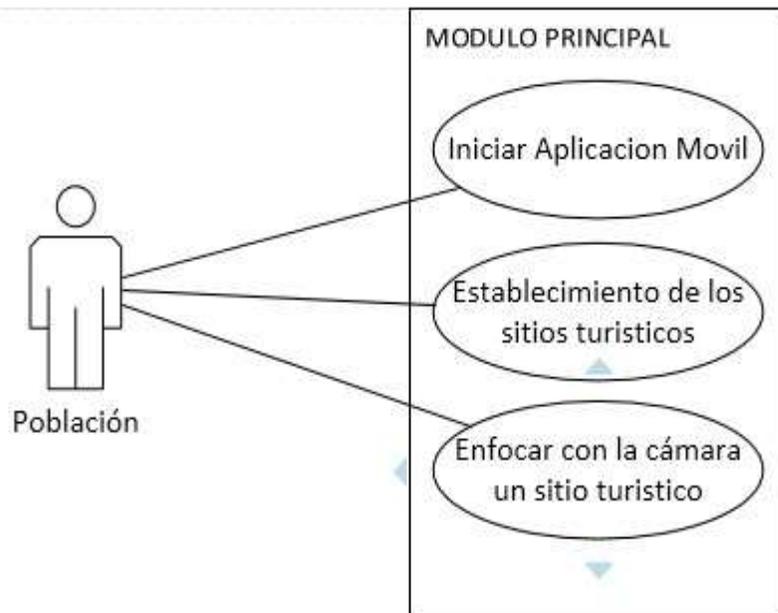
6.2.1 Vuforia

Vuforia es un SDK que permite construir aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada; una aplicación desarrollada con Vuforia utiliza la pantalla del dispositivo como un "lente mágico" en donde se entrelazan elementos del mundo real con elementos virtuales (como letras, imágenes, etc.). Al igual que con Wikitude, la cámara muestra a través de la pantalla del dispositivo, vistas del mundo real, combinados con objetos virtuales como: modelos, bloque de textos, imágenes, etc.(Cruz, 2014).

6.2.2 Blender

Blender es una aplicación multiplataforma que se ejecuta en sistemas Linux, macOS y Windows. Blender también tiene requisitos de memoria y almacenamiento relativamente pequeños en comparación con otras suites de creación 3D. Su interfaz utiliza OpenGL y proporciona una experiencia consistente en todos los equipos y plataformas compatibles. (*Blender*, 2020)

Casos de uso



Caso de uso: Iniciar Aplicación Móvil		Nro.: 1	
Descripción: Caso de Uso para iniciar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada			
Actores	Población		
Condición de entrada	La base de datos con el sitio turístico elegido, debe estar previamente creada		
Flujo de evento	Pasos	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	Inicia la Aplicación, con el botón de Ingresar	La aplicación móvil de realidad Aumentada se inicia y carga todos los recursos necesarios

	2		La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada cargara la base de datos
	3		La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada estará lista para ser usada
Post Condiciones	La Aplicación Móvil se prepara entrar al menú principal		

Caso de uso: Ver menú principal		Nro.: 2	
Descripción: Caso de Uso para visualizar el menú principal de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada			
Actores	Población		
Condición de entrada	La Aplicación Móvil de realidad Aumentada debe estar correctamente iniciada y debe haberse cargado todos los recursos necesarios		
Flujo de evento	Pasos	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	Se selecciona si desea ver el contenido de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada o si desea salir	La aplicación móvil de realidad Aumentada aguarda que se elija una opción
	2		La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada

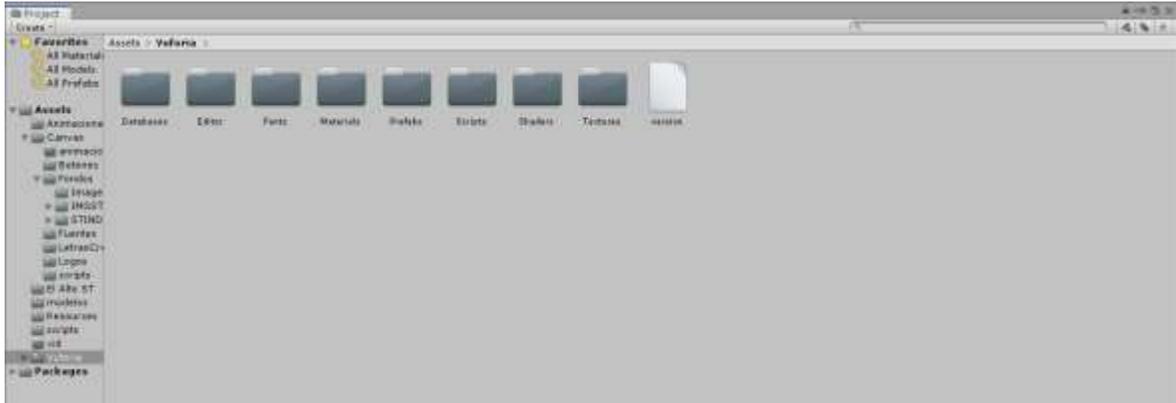
			realiza la acción elegida por el usuario
	3	Presiona la opción “Salir”	Cierra Aplicación Móvil de Realidad Aumentada
Post Condiciones	La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada de acuerdo a la opción seleccionada por el usuario esta lista para cambiar el entorno y avanzar entre los menús seleccionados o salir de la aplicación		

Caso de uso: Cambio de Entorno		Nro.: 3	
Descripción: Caso de Uso para cambiar de escena dentro de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, para ver los menús y opciones que tiene			
Actores	Población		
Condición de entrada	Debe haberse elegido del menú principal la opción Ingresar para luego seleccionar uno de los sitios turísticos que ofrece la Aplicación Móvil de realidad Aumentada		
Flujo de evento	Pasos	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	Presionar sobre la opción “Iniciar”	La aplicación móvil de realidad Aumentada visualiza en la pantalla los sitios turísticos como opciones para escoger entre cada una de ellas

	2	Elije el sitio turístico en la que se encuentre físicamente y presiona sobre ella, para poder visualizar la realidad aumentada	Elegida la opción se despliega una pantalla previa al uso de la realidad Aumentada
	3		La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada estará lista para ejecutar la Realidad Aumentada.
Post Condiciones	La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada está lista para comenzar con la Realidad Aumentada.		



Directorios de la aplicación



Los directorios donde se deben realizar las distintas modificaciones son:

- Botones
- Fondos
- Letras creadas
- Logos
- Scripts
- Modelos

Cada uno de estos directorios contiene la siguiente información

Botones: Contiene imágenes para la creación de botones de la aplicación

Fondos: Contiene imágenes de alta resolución para colocar el fondo a cada parte de la aplicación

Letras creadas: Contiene imágenes de letras de los distintos sitios turísticos almacenados

Logos: Contiene imágenes de los logos utilizados en la aplicación

Scripts: Contiene código fuente para el uso de la realidad aumentada, salir, direccionamiento url de videos, direccionamiento de localización de google maps

Modelos: Contiene los modelos tridimensionales creados en el software blender