

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



**PLATAFORMA INTERACTIVA APLICADA CON REALIDAD AUMENTADA
Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES PARA CENTROS CULTURALES**

Tesis presentada por:

Jean Paul Vera Soto

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

Asesor: Karina Rosas Paredes

Arequipa, 2016

Presentación

Sra. Directora de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Sres. Miembros del Jurado

De conformidad con las disposiciones del Reglamento de Grados y títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, pongo a vuestra consideración el presente proyecto de Tecnología, Información y Comunicación (TIC) titulado “PLATAFORMA INTERACTIVA APLICADA CON REALIDAD AUMENTADA Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES PARA CENTROS CULTURALES”, el mismo que de ser aprobado me permitirá optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Vera Soto, Jean Paul



Agradecimientos

A mis padres por siempre estar a mi lado apoyándome, aconsejándome, alentándome y acompañándome a seguir a adelante.

A mi asesora Ingeniera Karina Rosas, por brindarme su ayuda durante la realización de esta tesis.

A mis amigos más cercanos por el cariño, apoyo y aliento brindado en todo momento.

A todas las personas que de alguna manera me brindaron su apoyo.



Dedicatoria

A Dios por guiarme, darme la calma y seguridad durante la realización de mi tesis.

A mis padres, por su amor, apoyo incondicional y sabias palabras en todo momento.

A mi hermana, por ser un ejemplo de perseverancia y fortaleza.



Epígrafe

La tecnología no es nada. Lo importante es que tengas fe en la gente, que sean básicamente buenas e inteligentes, y si les das herramientas, harán cosas maravillosas con ellas.

Steve Jobs



Índice

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
Capítulo I: Planteamiento Teórico.....	15
1.1 Objetivos.....	15
1.1.1 Objetivo General:.....	15
1.1.2 Objetivos Específicos:.....	15
1.2 Alcances y Limitaciones.....	15
1.3 Fundamentos Teóricos.....	16
1.3.1 Estado del arte.....	16
1.3.2 Bases Teóricas del proyecto.....	22
1.4 Técnicas y Herramientas.....	46
1.5 Aspectos Relevantes del Desarrollo.....	47
Capítulo II: Documentación Técnica.....	53
2.1 Plan del Proyecto Informático.....	53
2.1.1 Planificación temporal del proyecto.....	53
2.1.2 Estudio de viabilidad del proyecto.....	54
2.2 Requisitos Previos.....	54
2.3 Especificación de requisitos del software.....	55
2.3.1 Requerimientos Funcionales.....	55
2.3.2 Requerimientos No Funcionales.....	56
2.4 Especificación de diseño.....	57
2.4.1 Diagrama de Flujo.....	57
2.4.2 Diagrama de Casos de Uso.....	59
2.4.3 Diagrama de Secuencia (Interacción del aplicativo con el Framework de RA) ..	60
2.4.4 Diagrama de Secuencia (Interacción del aplicativo con el Framework de RV) ..	61
2.4.5 Creación de pantallas.....	62
2.4.6 Creación de Marcadores.....	63
2.5 Documentación técnica de programación.....	65
2.5.1 Porciones de código y diseño que cabe resaltar.....	65
2.6 Pruebas.....	70
2.6.1 Población.....	71
2.6.2 Muestra.....	71
2.6.3 Datos de la Encuesta.....	71
2.6.4 Perfil de los encuestados.....	71
2.6.5 Encuesta realizada.....	72
2.6.6 Respuestas.....	73

2.6.7 Resultados	77
Conclusiones	78
Recomendaciones.....	79
Referencias Bibliográficas	80
Anexo 1: Plan de Proyecto	85
Anexo 2: Glosario de Términos	92
Anexo 3: Manual de Usuario.....	93
Anexo 4: Resultados de Encuestas	100
Anexo 5: Manual de creación de Realidad Aumentada y Virtual	105



Índice de Tablas.

Tabla 1: Dispositivos móviles más vendidos comparativa último cuarto de año del 2015 y 2014	30
Tabla 2- Tabla Resumen del S.O. Movil	32
Tabla 3- Principales frameworks de Realidad Aumentada	43
Tabla 4: SDK para Realidad Virtual Móvil	45
Tabla 5: Diferencias entre Realidad Virtual y Realidad Aumentada	46
Tabla 6- Diagrama de Gantt	53
Tabla 7- Perfil de la Muestra para Encuesta	72



Índice de Figuras.

Figura 1: Maqueta del Volcán Misti, Museo Santuarios Andinos, Arequipa, Perú.....	13
Figura 2: Primer HMD	22
Figura 3 Logo Wikitude 2016	23
Figura 4: Logo Qualcomm Vuforia 2012	24
Figura 5: “El Estereoscopio” - 1844.....	24
Figura 6: "El Anaglifo" – 1891	25
Figura 7: “Sensorama” – 1962	25
Figura 8: Primer caso de Realidad Virtual.....	26
Figura 9: Simulador de Vuelo de American Airlines	26
Figura 10: Consola de Videojuegos Wii – 2005	27
Figura 11: DK1 Oculus Rift 2012	28
Figura 12: Google Cardboard v1 – 2014	28
Figura 13: Samsung Gear VR – 2015.....	29
Figura 14: Numero de Apps hasta Julio del 2015.....	30
Figura 15: Grafica de cuota del Mercado por Sistema Operativo Movil	31
Figura 16: Simulador de Maquinaria de Carga.....	33
Figura 17: StreetView Gear VR.....	33
Figura 18: Primera operación realizada con Realidad Virtual – Londres Abril 2016	34
Figura 19: Tratamiento de Aracnofobia	34
Figura 20: Museo Salvador Dalí de San Petersburgo	35
Figura 21: Simulador de Edificación.....	35
Figura 22: BMW research projects.....	36
Figura 23: Aplicativo del cuerpo humano	37
Figura 24: Mario 3DS - AR Cards	37
Figura 25: Wikitude APP	38
Figura 26: Aplicativo Blippar.....	38
Figura 27: Hololens Turbine Prototype	39
Figura 28- PBI del Sector turismo.....	40
Figura 29- Portada PENTUR	40
Figura 30- Población Viajera por turismo Interno	41
Figura 31: Museo Santuarios Andinos UCSM, Arequipa, Perú	41
Figura 32: Proceso de reconocimiento de la Realidad Aumentada.....	42
Figura 33: Realidad Virtual Inmersiva	44
Figura 34: Realidad Virtual No Inmersiva	44
Figura 35: Realidad Mixta.....	46
Figura 36: Museo Santuarios Andinos UCSM, Arequipa, Perú	47
Figura 37: Museo Santuarios Andinos UCSM, Arequipa, Perú	48
Figura 38: Tipos de Marcadores de Vuforia SDK	48
Figura 39: Vuforia Developer Library.....	49
Figura 40: Menú Proyecto - Unity 3D.....	50
Figura 41: Características de un Game Object - Unity 3D	50
Figura 42: Propiedades del proyecto - Unity 3D	51
Figura 43: Cámara de Google Inc.....	51
Figura 44: Vista Realidad Virtual – Aplicativo	52
Figura 45: Diagrama de Flujo para el Aplicativo Móvil.....	58
Figura 46 -Diagrama de Casos de Uso	59
Figura 47 - Diagrama de Secuencia (Interacción del aplicativo con el framework de RA)	60
Figura 48 - Diagrama de Secuencia (Interacción del aplicativo con el framework de RV)	61
Figura 49: Menú Principal - Aplicativo Móvil	62

Figura 50: Menú Instrucciones - Aplicativo Móvil	62
Figura 51: Pantalla de escáner - Aplicativo Móvil	63
Figura 52: No se utilizarán Códigos QR.....	63
Figura 53: Marcador a colores.....	64
Figura 54: Puntos reconocible del marcador	64
Figura 55: Target Manager - Vuforia Developer Site	64
Figura 56: Mirador de Carmen alto - formato jpg 360.....	66
Figura 57: Create Sphere - Unity 3D.....	67
Figura 58: Carga de Material a Sphere - Unity 3D.....	67
Figura 59: Vista Interna del Sphere - Unity 3D.....	68
Figura 60: Proceso de habilitación Orígenes desconocidos – Android.....	94
Figura 61: Instalación del Aplicativo	95
Figura 62: Pantalla Principal – Android.....	95
Figura 63: Pantalla Principal - Aplicativo Móvil.....	96
Figura 64: Instrucciones - Aplicativo Móvil.....	97
Figura 65: Objeto Reconocido y carga de 3D model - Aplicativo Móvil	98
Figura 66: Instalación de smartphone dentro de Googel Cardboard.....	99
Figura 67: Vista de Realidad Virtual - Aplicativo Móvil	99



Resumen

Hoy en día existen nuevas tecnologías que permiten a los usuarios interactuar con el contenido virtual de mejor manera, este es el caso de la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada, siendo así es importante aprovechar y aplicar estas tecnologías en uno de las actividades más importantes y reconocidas en nuestro país “El turismo”.

El creciente mercado de dispositivos móviles será la opción adecuada para utilizar esta tecnología a través de ellos.

En la presente tesis se desarrollará un aplicativo móvil cuyo objetivo es brindar información turística con contenido virtual e interactivo, utilizando tecnologías como Realidad Virtual y Realidad Aumentada. Esta aplicación tendrá modelos genéricos capaces de cargar contenido multimedia como videos, modelos 3d, imágenes, imágenes 360° y texto. Esta aplicación sirve como complemento piezas de centros culturales. Los resultados de esta tesis prueban los beneficios de utilizar estos tipos de tecnología dentro del turismo en nuestra ciudad.

Palabras Claves: Tecnología, Plataforma Interactiva.

Abstract

Today there are new technologies that allow users to interact with virtual content better, this is the case of Virtual Reality and Augmented Reality, being so important to use and apply these technologies in one of the most important activities and recognized in our country "tourism".

The growing market for mobile devices will be the appropriate option for using this technology through them.

In this thesis it will develop a mobile application which aims to provide tourist information with virtual and interactive content using technologies such as Virtual Reality and Augmented Reality. This application will have generic models able to upload media content like models 3d, videos, images, 360 images and text. This application serves as a complement to pieces of cultural centers. The results of this thesis prove the benefits of using these types of technology in tourism in our city.

Keywords: Technology, Interactive Platform



Introducción

El Turismo en el Perú se constituye en la tercera industria más grande de la nación, detrás de la pesca y la minería. Con 15 premios recibidos, el Perú es el país más galardonado de Sudamérica premiado por la World Travel Awards (Diario la Republica, 2016). Nuestra ciudad Arequipa fue declarada patrimonio cultural de la humanidad por UNESCO en Noviembre del 2000, y es uno de los principales destinos turísticos dentro de nuestro país, siendo así el número de visitantes extranjeros predominante en nuestra zona; sin embargo, nuestros centros culturales no son los adecuados ya que carecen de cuidado y contenido cultural propiamente dicho, e.g. Santuarios Andinos de la UCSM el cual posee una pieza de gran atractivo como es la Momia Juanita que no es la única pieza en exhibición, además existen otras como maquetas de nuestro Volcán Misti el cual carece de información, ver Figura 1.



Figura 1: Maqueta del Volcán Misti, Museo Santuarios Andinos, Arequipa, Perú

FUENTE: Elaboración Propia

Existen 20 museos en la región y 338 a lo largo de nuestro país (DePeru.com, 2016). Nuestros museos actualmente no poseen información interactiva, la cual sería de interés para visitantes, ya que podrían recibir mayor información y comprenderla con mayor facilidad, aplicando tecnologías innovadoras como la Realidad Aumentada y Realidad Virtual para el aprovechamiento del sector turismo. Las ventajas de posicionar estas tecnologías son bastantes tales como, la facilidad de comprensión del contenido, ya que los usuarios podrán obtener contenido multimedia

interactivo, percepción más cercana del entorno e.g. El usuario podrá sentir que está físicamente en algún sitio arqueológico que queramos mostrar.

En el Capítulo I plantearé un modelo de aplicativo orientado al uso de tecnologías tales como la Realidad Aumentada y Realidad Virtual.

Inicialmente analizaré estas tecnologías evaluando sus pros y contras; seguidamente propondré el uso de SDKs para desarrollarlas, las cuales serán seleccionadas luego de una comparación entre las mejores del 2016, seguidamente estas serán utilizadas para la elaboración del aplicativo planteado.

Luego en el Capítulo II desarrollaré un aplicativo móvil paso a paso con modelos genéricos con contenidos multimedia intercambiables.

Finalmente analizaré los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en el uso del aplicativo móvil y formularé las conclusiones y recomendaciones.



Capítulo I: Planteamiento Teórico

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General:

Crear una plataforma que interactúe con piezas de centros culturales a través de un dispositivo móvil para incrementar el valor informativo de los museos utilizando el SDK Vuforia con tecnología de Realidad Virtual para el reconocimiento de imágenes y Google Cardboard para la creación de contenido en Realidad Virtual con imágenes 360°.

1.1.2 Objetivos Específicos:

1. Aplicar tecnologías emergentes para la difusión del turismo en nuestra región.
2. Evaluar el Sistema Operativo Móvil más adecuado.
3. Evaluar los SDKs de Realidad Virtual y Realidad Aumentada más adecuados.
4. Validar la plataforma a través de pruebas de usabilidad, complejidad y satisfacción del usuario.
5. Analizar la interacción con el software a través de los usuarios.
6. Evaluar el nivel de complejidad y satisfacción de los usuarios con respecto al aplicativo elaborado.

1.2 Alcances y Limitaciones

En esta tesis presentaré un prototipo genérico para su uso en centros culturales tales como museos, para esto desarrollaré un aplicativo móvil con modelos base que será capaz de cargar contenido automático a través de marcadores aplicando tecnologías como la Realidad Aumentada y Realidad Virtual.

- **Viabilidad:** Para el desarrollo de esta tesis se requieren muestras fotográficas de piezas las cuales se cargarán dentro de la base de datos del framework seleccionado Realidad Aumentada y Realidad Virtual, luego la información enlazada a cada muestra fotográfica será creada independiente para cada muestra, el desarrollo del aplicativo planteado en esta tesis será para la plataforma Android.
- **Tiempo:** 12 semanas Diagrama de Gantt (Tabla 6).
- **Financiación:** Todas las herramientas digitales utilizadas en este proyecto tienen una versión Gratuita por tanto podrán hacerse pruebas y prototipos. Además, los equipos y adicionales son solventados por el desarrollador.

1.3 Fundamentos Teóricos

1.3.1 Estado del arte

El objetivo principal de esta tesis es la elaboración de un aplicativo móvil, por lo tanto para iniciar esta tesis es necesario evaluar la situación actual de aplicativos y técnicas aplicadas tanto a la Realidad Virtual como a la Realidad Aumentada. Para esto, tomaremos como referencia tesis y papers de ambas tecnologías elaborados con SDKs vigentes en el mercado que utilizan técnicas similares a las que se proponen en esta tesis. Los documentos que se analizarán y servirán para la elaboración de esta tesis son los siguientes:

- **TESIS DOCTORAL**

Lugar: Universidad de Málaga.

Año de publicación: 2014.

Autor: José Luis Leiva Olivencia.

Título: “Realidad Aumentada bajo Tecnología Móvil basada en el Contexto Aplicada a Destinos Turísticos”

Objetivo General:

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.

Conclusiones Relevantes:

- El turista del siglo XXI demanda cada vez más información adaptada a sus preferencias, por lo que las empresas y las organizaciones públicas de gestión del turismo deben proporcionar herramientas para prestar un mejor servicio y ofertar aquellos productos que son más afines al turista.

Además, dichas herramientas pierden gran parte de su potencial si funcionan de forma aislada. Es por ello que existe una necesidad de colaboración entre los diferentes agentes del sector turístico (empresas, organismos públicos, centros de investigación, etc.) para crear arquitecturas que permitan la integración de los diferentes sistemas de información turística.

- **TESIS DE MAESTRIA**

Lugar: Universidad Politécnica de Valencia.

Año de publicación: 2013.

Autor: Serrano Mamolar, Ana

Título: “Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android. Análisis comparativo entre ellas”.

Objetivo General:

Estudiar las herramientas existentes para el desarrollo de aplicaciones de RA para dispositivos móviles con sistema operativo Android e identificar ventajas e inconvenientes entre ellas.

Conclusiones Relevantes:

- Para concluir, se ha elegido el SDK de Vuforia como mejor opción para el desarrollo de aplicaciones móviles de RA. Las pruebas y posterior análisis de resultados a lo largo del documento justifican nuestra elección. Por último, es la herramienta que mejor se adapta a las necesidades del proyecto en el que se enmarca esta tesina.

- **TESIS DE GRADO 1**

Lugar: Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador

Año de publicación: 2015

Autores: Vilma Araceli Guamán Campoverde, Nelson Joaquin Cuvi Ocaña

Título: “Implementación de una aplicación móvil de realidad aumentada para el proceso enseñanza-aprendizaje de la flora del campus espoch. Caso práctico: escuela de ingeniería forestal.”

Objetivo General:

Implementar una aplicación móvil de Realidad Aumentada para la enseñanza de la flora existente en el campus de la ESPOCH para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Forestal utilizando Vuforia SDK.

Conclusiones Relevantes:

- El SDK Vuforia se integra con el Entorno de Desarrollo UNITY 3D el cual es una de las plataformas de desarrollo más populares para videojuegos lo que crea aplicaciones con gran resolución de los objetos y animaciones en 2 y 3

dimensiones, además de proveer a los usuarios altos niveles de interacción y control sobre los mismos.

- El SDK Vuforia presenta las mejores características para el desarrollo de aplicaciones móviles con Realidad Aumentada al haber obtenido una calificación de 89,29% de cumplimiento de los parámetros de comparación establecidos como el bajo tiempo en inversión en el desarrollo de aplicaciones, su gran capacidad de reconocimiento de imágenes y reproducción de diversos elementos multimedia además de ser una herramienta de software libre la cual dispone de información importante y útil para los desarrolladores.

- **TESIS DE GRADO 2**

Lugar: Caribbean International University.

Año de publicación: 2013.

Autores: Myrian L. Devia V., Gina V. Chumbi M., Natacha Saavedra E., Patricio H. Poveda A., Giovanni S. Montenegro S.

Título: “Usabilidad de la realidad aumentada como herramienta interactiva en entornos de aprendizaje escolar”.

Objetivo General:

Comprender desde la inmersión en la comunidad académica de la U.E. Colegio La Salle, Guaparo, Valencia Venezuela y el Colegio Nacional Juan PioMontúfar, Quito Ecuador; el entramado de la cultura TIC en la forma que asume a la Realidad Aumentada como herramienta interactiva en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Conclusiones Relevantes:

- A través de la experiencia educativa aplicada por los investigadores, en donde se usó como recurso la Realidad Aumentada, se evidenció que el aprendizaje es mejor y más motivante cuando se utiliza dicha estrategia. De igual forma se constató que la Realidad Aumentada, permite interactuar el objeto de estudio con el estudiante, en el caso concreto de la experiencia educativa: el esqueleto humano. Dio oportunidad para que los docentes y estudiantes, por medio de los marcadores, interactúen con las diversas partes del sistema óseo, generando la animación, girándola, acercándola o alejándola.

- **PAPER 1**

Lugar: University of Crete, Computer Science Department

Año de publicación: 2015

Autor: Papaefthymiou, M., Plelis, K., Mavromatis, D., Papagiannakis, G.

Título: “Mobile Virtual Reality featuring a six degrees of freedom interaction paradigm in a virtual museum application”.

Objetivo General:

Incluir un segundo dispositivo con el cual el usuario pueda interactuar con el escenario, este dispositivo deberá incluirse en el desarrollo de una aplicación para Android utilizando Google Cardboard SDK.

Conclusiones Relevantes:

- El SDK de Google Cardboard ofrece las características suficientes para que el programador pueda desarrollar un aplicativo en Realidad Virtual.
- La inclusión de un dispositivo secundario incrementa la sensación de realidad virtual.

- **PAPER 2**

Lugar: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Año de publicación: 2014.

Autor: Vera Yáñez, Daniel Augusto

Título: “Aplicación móvil para apoyar al turismo del centro histórico de Quito, utilizando realidad aumentada y geolocalización”.

Objetivo General:

Mostrar la aplicación de técnicas de realidad aumentada RA y la geolocalización para la creación de una aplicación móvil que ayude al turismo del Centro Histórico de Quito.

Conclusiones Relevantes:

- Unity Engine nos ha permitido desarrollar una aplicación multiplataforma, sin la necesidad de reescribir y compilar el código fuente para adaptarlo a cada sistema operativo. Vuforia SDK ayudó a que la programación para la realidad aumentada sea fácil y al ser compatible con Unity multiplataforma (iOS, Android). Vuforia SDK está orientado al reconocimiento de imágenes

y no está diseñado para la detección de objetos físicos, por lo cual se requirió realizar algunas modificaciones para que esta librería nos sea de utilidad.

- **PAPER 3**

Lugar: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Año de publicación: 2016.

Autores: Blanco-Pons, Silvia, Carrión-Ruiz, Berta, Lerma, José Luis

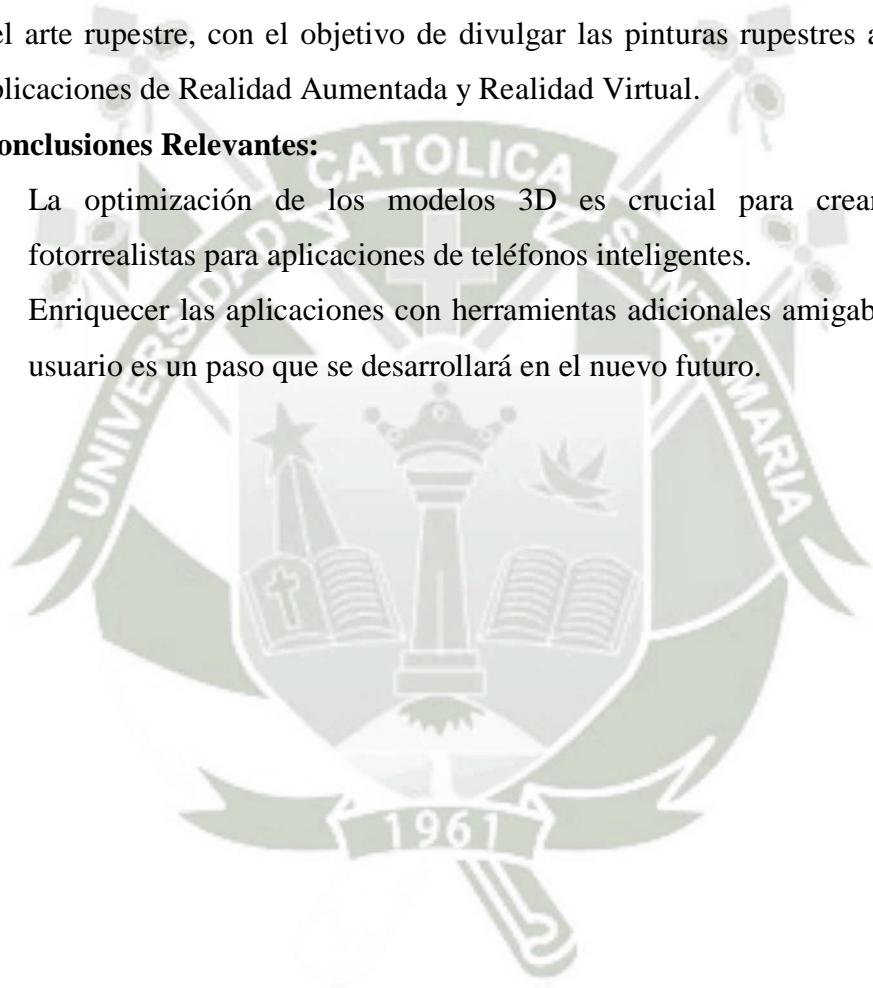
Título: “Review of augmented reality and virtual reality techniques in rock art”

Objetivo General:

Revisar las últimas tecnologías de visualización y su aplicabilidad en el campo del arte rupestre, con el objetivo de divulgar las pinturas rupestres a través de aplicaciones de Realidad Aumentada y Realidad Virtual.

Conclusiones Relevantes:

- La optimización de los modelos 3D es crucial para crear modelos fotorrealistas para aplicaciones de teléfonos inteligentes.
- Enriquecer las aplicaciones con herramientas adicionales amigables para el usuario es un paso que se desarrollará en el nuevo futuro.



Discusión

Lo que se plantea en esta tesis a diferencia de los anteriores documentos es juntar la Realidad Virtual y Realidad Aumentada en un solo aplicativo móvil aplicando las últimas versiones de los SDK que se evaluarán en esta tesis.

A continuación, se mostrará las principales características de cada proyecto:

- TESIS DOCTORAL: Esta tesis concluye en elevar la calidad servicio turístico para esto se deberá desarrollar un aplicativo que integre la información turística para que los usuarios puedan interactuar con el contenido.
- TESIS DE MAESTRIA: Esta tesis compara los diferentes SDKs vigentes en el mercado y concluye con la elección del más adecuado para el desarrollo de aplicaciones móviles.
- TESIS DE GRADO 1: En este trabajo investigación concluyen con que Vuforia es el SDK más adecuado para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada según sus estadísticas y calificaciones.
- TESIS DE GRADO 2: Esta tesis fue analizada y evidencia el uso necesario de tecnologías de Realidad Aumentada en el turismo.
- PAPER 1: Este paper describe correctamente el uso e implantación del SDK de Google Cardboard en el IDE Unity 3D.
- PAPER 2: El enfoque del desarrollo de este paper es muy interesante ya que narra cómo trabaja el algoritmo de reconocimiento de imágenes de Vuforia dentro de un aplicativo.
- PAPER 3: Este paper nos muestra un comparativo entre los principales IDEs y SDKs para la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual.

Como se puede observar, la Realidad Aumentada y Realidad Virtual tienen presencia en sectores como el turismo y los resultados de los documentos anteriormente vistos son muestra de ello; éstos documentos fueron desarrollados con SDKs propuestos en este proyecto, siendo así, se tendrá mayor información específica para poder empezar con el desarrollo de esta tesis.

1.3.2 Bases Teóricas del proyecto

1.3.2.1 Antecedentes

1.3.2.1.1 Realidad Aumentada

Para la elaboración de esta tesis es necesario evaluar las diferentes tecnologías que existen hoy por hoy, de este modo podremos escoger el SDK y la plataforma más adecuada que servirá como base de este proyecto.

La Realidad Aumentada, aunque tecnológicamente es novedosa, conceptualmente no lo es, ya que existen muchos libros en los que se utiliza la superposición, sobre las fotografías de elementos no existentes en un entorno real. A continuación, se mostrará un recorrido desde el año 1916 hasta nuestros días, resaltando los aspectos más importantes relacionados sobre esta tecnología.

1916: En este año Albert B. Pratt patenta en los EE.UU. un sistema de periscopio para la cabeza, éste es considerado el primer HMD de la historia. Ver Figura 2. (Carpenter, 2015)

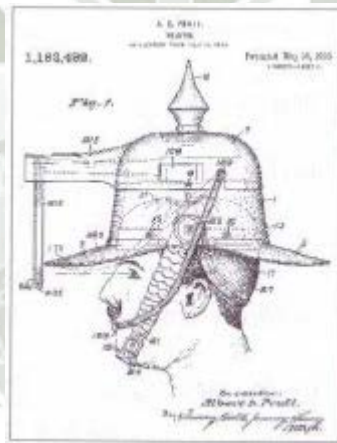


Figura 2: Primer HMD

FUENTE: (Carpenter, 2015)

1956: Morton Heig desarrolla el Sensorama. Constaba de un video grabado en estereoscopía, sonido estéreo, una silla vibradora, viento y olor; con esto se pretendía llegar a diferentes sentidos no sólo a la vista. (Gimeno, 2011)

1981: Tom Furness desarrolla el Super Cockpit, el cual era un casco de vuelo que contaba con un visor en el cual el piloto podía ver información adicional de su aeronave cuando él miraba a puntos específicos de ésta. (Guillem Ortiz, 2012)

1992: Caudell y Mizzel, investigadores de la compañía Boeing, acuñan el término Realidad Aumentada para referirse a los sistemas de visualización que puede añadir imágenes sintéticas a la imagen real. (Mullen, 2011)

1994: Milgram y Kishino definen el Continuo de Milgram, donde grafican los niveles de realidad. (Milgram, 1994)

1995: Rekimoto y Nagao presentan los primeros marcadores para Realidad Aumentada de matriz bidimensional. Desarrollan un sistema llamado NaviCam el cual reconocía marcadores en forma de barras y mostraba información adicional sobre la pantalla. (Rekimoto & Nagao, 1995)

1999: H. Kato and M. Billinghurst desarrollan ARToolkit. Una librería de Código abierto para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada. (ArtoolKit, 2015)

2000: Desarrollan BARS (Battlefield Augmented Reality System) un Sistema de RA, aplicado al campo de batalla. El cual consta de una computadora portable, un sistema para conexión a redes inalámbricas y un HMD con sistema visor y seguimiento. Este mismo año se publica ARQuake, una versión móvil con Realidad Aumentada del juego de ordenador Quake. (Julier, Bailot, Lanzagorta, Brown, & Rosenblum, 2000)

2002: Kalkusch, Lidy, Knapp, Reitmayr, Kaufmann y Schmalstieg desarrollan una aplicación basada en Realidad Aumentada para ubicación en interiores basado en marcas de la librería ARToolkit. (Kalkusch, y otros, 2002)

2008: Se crea Wikitude, una tecnología de realidad aumentada para móviles la cual busca ser un buscador mundial en Realidad Aumentada. Ver Figura 3. (Gimeno, 2011)



Figura 3 Logo Wikitude 2016

FUENTE: (Wikitude, 2016)

2010: El framework de Realidad Aumentada Vuforia SDK fue creado para el uso de Realidad Aumentada en dispositivos móviles. Ver Figura 4. (Vuforia, 2016)



Figura 4: Logo Qualcomm Vuforia 2012

FUENTE: (Vuforia, 2016)

Gracias al desarrollo de SDKs de código abierto y con soporte para dispositivos móviles, la tecnología de Realidad Aumentada fue creciendo dando lugar a su desarrollo en estos años.

1.3.2.1.2 Realidad Virtual

Para entender la evolución de esta tecnología igualmente es importante resaltar sus antecedentes y evolución en la historia.

1844: “El estereoscopio”, el cual será la base de los primeros visores de realidad virtual, fue creado por Charlse Wheatstone. Consiste en obtener dos fotografías casi idénticas pero que se diferencian ligeramente en el punto de toma de la imagen; estas serán observadas por cada ojo de manera separada y el cerebro las mezclará en una sola creando un efecto tridimensional. Ver Figura 5. (Que es LA, 2016)



Figura 5: “El Estereoscopio” - 1844

FUENTE: (Que es LA, 2016)

1891: Louis Ducos du Hauron crea el “Anaglifo”, las imágenes de anaglifo se componen de dos capas de color superpuestas pero movidas ligeramente una respecto a la otra para producir el efecto de profundidad. Usualmente, el objeto principal está en el centro, mientras que lo de alrededor y el fondo está movido lateralmente en direcciones opuestas. Ya a partir de 1915 se rodarán fragmentos de películas utilizando dicho sistema. Ver Figura 6. (Que es LA, 2016)



Figura 6: "El Anáglifo" – 1891
FUENTE: (Que es LA, 2016)

1962: Se desarrolla el **Sensorama**. Se trata del primer dispositivo que trataba de que el cine fuese percibido por todos los sentidos utilizando para esto: visión 3D estereoscópica (dos imágenes ligeramente distintas para cada ojo), sonido estéreo, vibraciones mecánicas, aromas, etc. Ver Figura 7. (Engadget, 2016)



Figura 7: "Sensorama" – 1962
FUENTE: (Engadget, 2016)

La realidad virtual evoluciona (70s y 80s)

1965: Surge el concepto de Realidad Virtual cuando en su artículo, **Ivan Sutherland** dice: “La pantalla es una ventana a través de la cual uno ve un mundo virtual. El desafío es hacer que ese mundo se vea real, actúe real, suene real, se sienta real”. Él fue el creador del primer casco visor de realidad virtual utilizando tubos de rayos catódicos (uno para cada ojo) y de un sistema mecánico de seguimiento.

Luego, en **1968** junto con David Evans, crearán el primer generador de escenarios con imágenes tridimensionales, datos almacenados y aceleradores. Ver Figura 8. (Sabia Tic, 2015)

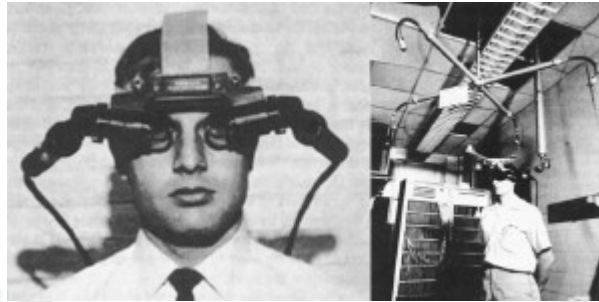


Figura 8: Primer caso de Realidad Virtual

FUENTE: (Sabia Tic, 2015)

Con el trabajo realizado en el MIT por Roberts y Sutherland, aparecen los primeros gráficos a través del ordenador. Aparece el primer algoritmo para eliminar superficies oscuras y ocultas de una imagen, abriendo así el camino a la utilización de gráficos 3D.

1971: Henri Gouraud crea un algoritmo de iluminación que hace posible que una superficie formada por polígonos cobre el aspecto de una superficie suave y continua. (Sabia Tic, 2015). Ver Figura 9.



Figura 9: Simulador de Vuelo de American Airlines

FUENTE: (Sabia Tic, 2015)

Al principio, el campo en el que tuvo una mayor aplicación fue el militar, de hecho en 1971, en el Reino Unido comienzan a fabricar simuladores de vuelo con displays gráficos.

1972: General Electric desarrolla el primer simulador en tiempo real de vuelo con gráficos bastante limitados.

1979: Los militares del ejército de los EEUU empezaron a experimentar con cascos de simulación.

A principios de los 80's la Realidad Virtual es reconocida como una tecnología viable. Se desarrollan dispositivos para interacción en el mundo virtual como guantes, y principalmente en el uso militar, aviación y la NASA. (Javiginer, 2016)

Gráficos 3D y nuevos periféricos de Realidad Virtual (90's)

1992: Se crean cabinas y simuladores de vuelo para el ejército de los EEUU entre otros sale a la venta el primer juego de perspectiva en primera persona con el título "Wolfstein". (Javiginer, 2016).

2003: Se crea el famoso mundo virtual en 3D "Second Life", un entorno virtual donde los usuarios participantes pueden interactuar entre sí ocupando un mismo espacio virtual en el cual pueden moverse, relacionarse, modificar su entorno, entre otros. (Second Life Website, 2016).

2005: La marca japonesa NINTENDO anuncia el lanzamiento de su consola de videojuegos Wii. Esta consola nace con la idea de conseguir una interacción nunca antes experimentada. (Nintendo, 2015). Ver Figura 10.



Figura 10: Consola de Videojuegos Wii – 2005

FUENTE: (Nintendo, 2015)

Realidad Virtual accesible para todos

Como vimos anteriormente, la Realidad Virtual es una tecnología con aproximadamente 51 años de antigüedad. Siendo una tecnología muy costosa para el público en general; sin embargo, desde el año 2012 fue lanzado un dispositivo en su versión de desarrollo, el "Oculus Rift DK1" que es un casco de realidad virtual que conectado a un ordenador puede generar contenido de realidad virtual. Este casco cuesta en su versión de desarrollador un promedio de \$300 ver Figura 11.



Figura 11: DK1 Oculus Rift 2012

FUENTE: (Oculus Vr, 2016)

Se sabe además que la versión disponible para el consumidor estará a la venta en el 3er bimestre del 2016.

2014: Google lanza la primera versión de su casco de Realidad Virtual para dispositivos móviles llamado **Google Cardboard**. Ver Figura 12, son unos lentes de cartón que son utilizados juntamente con un Smartphone. (Google Inc., 2016)



Figura 12: Google Cardboard v1 – 2014

FUENTE: (Google Inc., 2016)

2015: En el mes de Noviembre Samsung lanza el Samsung Gear VR, que es un casco de realidad virtual compatible con sus smartphones de gama tope MODEL. S6 y S6 EDGE. (Samsung, 2016) ver Figura 13.



Figura 13: Samsung Gear VR – 2015

FUENTE: (Samsung, 2016)

Como vemos, la Realidad Virtual ha crecido de gran manera hasta este año siendo así una tecnología llamativa y de gran utilidad para muchos usuarios que desarrollan este tipo de proyectos y aplicativos con frameworks en Realidad Virtual.

1.3.2.2 Situación Actual

Como vimos anteriormente, el avance y el desarrollo de nuevas tecnologías como la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual pueden formar parte de las aplicaciones para dispositivos móviles.

Por otro lado, el mercado de dispositivos móviles ha crecido notablemente y con éste sus Aplicativos.

Para desarrollar el aplicativo propuesto en esta tesis es necesario evaluar las diferentes opciones y así escoger el Sistema Operativo Móvil y tecnologías adecuadas.

1.3.2.2.1 Mercado de Aplicaciones Móviles

Esta estadística contiene datos sobre el número de aplicaciones disponibles para su descarga en las tiendas de aplicaciones líderes en julio de 2015. A partir de ese mes, los usuarios de Android fueron capaces de elegir entre 1,6 millones de aplicaciones. App Store de Apple sigue siendo la segunda mayor tienda de aplicaciones con 1,5 millones de aplicaciones disponibles ver Figura 14.

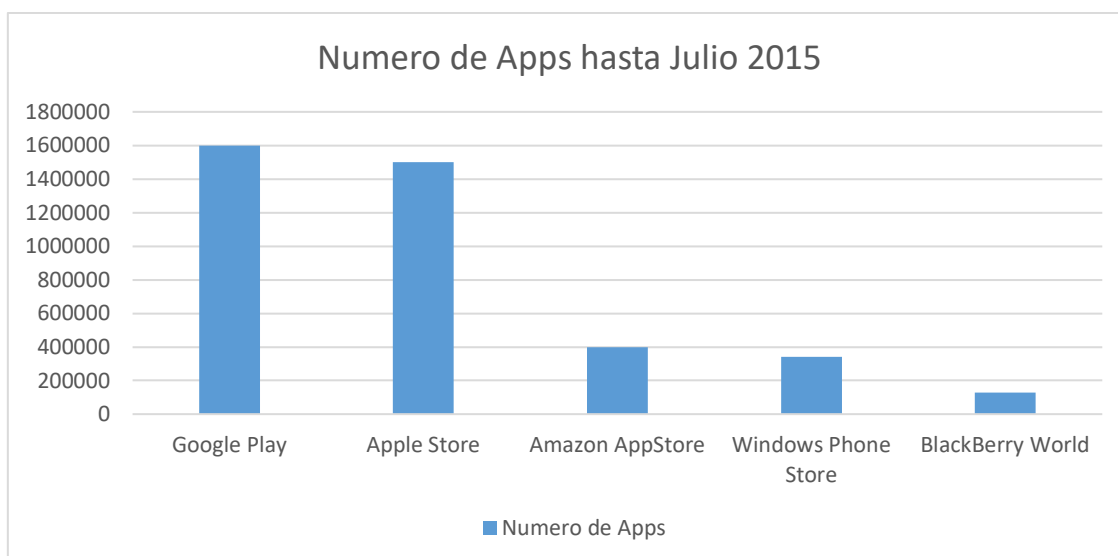


Figura 14: Numero de Apps hasta Julio del 2015

FUENTE: (Statista, 2016), Elaboración Propia

Como vemos es evidente que hoy por hoy vivimos en una era de creciente comercio electrónico específicamente en el mercado de Apps.

Las principales tiendas de Apps son las de Android y iOS, evidentemente lideran el mercado con una gran diferencia en número.

Siendo así, observemos en la siguiente tabla los dispositivos más vendidos y así seleccionar cual será el Sistema Operativo indicado para el desarrollo de este proyecto ver Tabla 1

Tabla 1: Dispositivos móviles más vendidos comparativa último cuarto de año del 2015 y 2014

Sistema Operativo	Dispositivos móviles vendidos (miles)	
	4Q15	4Q14
Android	325,394.4	279,057.5
iOS	71,525.9	74,831.7
Windows	4,395.0	10,424.5
BlackBerry	906.9	1,733.9
Otros	887.3	1,286.9
TOTAL	352844.0	305384

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la tabla anterior, la venta de móviles ha disminuido en todos los casos menos en el caso de Android; eso se debe a muchos factores, el principal factor es la variedad de marcas que lo llevan instalado en sus dispositivos y su compatibilidad hacia otros dispositivos como PCs, Tablet, etc.

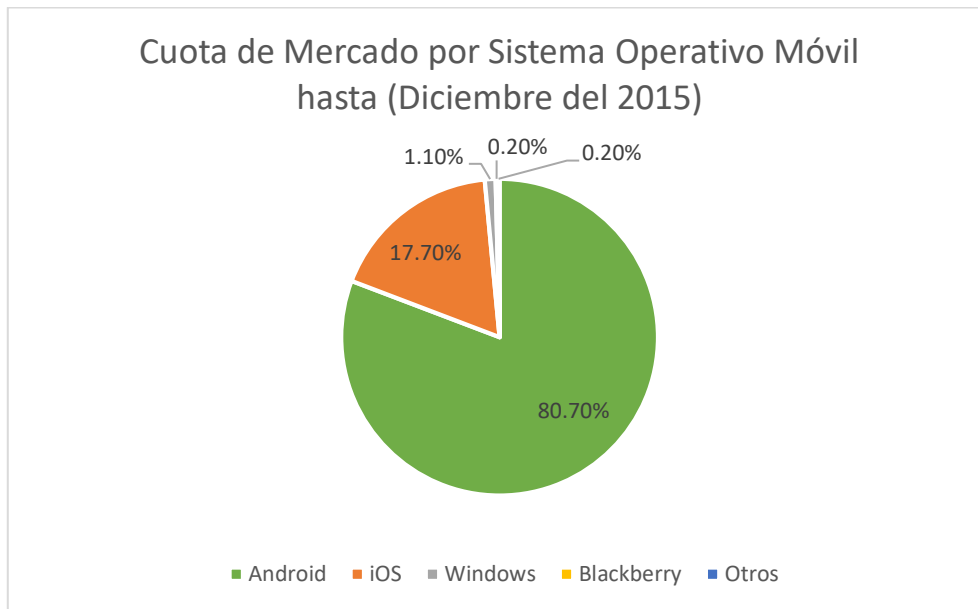


Figura 15: Gráfica de cuota de Mercado por Sistema Operativo Móvil
FUENTE: Elaboración Propia

En el Figura 15 podemos observar como Android llega al casi 81% de cuota dentro del mercado con respecto a teléfonos móviles.

En relación a los SDK de Realidad Virtual y Realidad Aumentada tanto los sistemas operativos Blackberry y Windows Phone **no tienen soporte por ninguna versión de SDKs** de este modo queda fuera de una posible elección.

Quedando como posible Opciones iOS y Android.

Adicionalmente los SDK tentativos **Vuforia SDK** y **Google Cardboard SDK** son principalmente para Android ya que este sistema operativo permite mayores de configuración y usos dentro del hardware, esta información se encuentra validada en la documentación de los SDK.

Finalmente, después de este análisis se elaboró la siguiente tabla.

Tabla 2- Tabla Resumen del S.O. Móvil

	iOS	Android
Dispositivos móviles vendidos	71,525.9	325,394.4
Cuota de Mercado por Sistema Operativo Móvil	17.7%	80.7%
Compatibilidad con Google Carboard	Media	Avanzada
Compatibilidad con Vuforia	Media	Avanzada

(Fuente: Elaboración propia)

Después de la elaboración de esta tabla (Tabla 2) resumen llegamos a la conclusión que el sistema operativo Android es el sistema operativo adecuado para nuestro aplicativo.

1.3.2.2.2 Campos de acción de la Realidad Virtual

La Realidad Virtual fue usada en su mayoría para entretenimiento o en el campo militar; sin embargo, en los últimos años las áreas de aplicación han crecido significativamente. A continuación, veremos los campos de ampliación más significativos:

- **RV en la ingeniería:** Simuladores de Vuelo, manejo de equipos, vehículos y demás son realizados a través de la realidad virtual tanto inmersiva como no inmersiva; éste es un campo creciente ya que el manejo de maquinarias con cierto grado de riesgo requiere de capacitaciones especiales. Ver Figura 16.



*Figura 16: Simulador de Maquinaria de Carga
FUENTE: (Portalportuario, 2015)*

- **RV en las ciencias de la tierra:** La exploración remota de lugares dan campo al uso de Realidad Virtual dentro de simuladores de lugares. Ver Figura 17



*Figura 17: StreetView Gear VR
FUENTE: (Kaudal, 2016)*

- **RV en la medicina:** Simulación de intervenciones quirúrgicas, visualización en anatomía y diversas áreas de la medicina. Ver Figura 18



Figura 18: Primera operación realizada con Realidad Virtual – Londres Abril 2016

FUENTE: (Internerdz, 2015)

- **RV en la psicología:** En el campo de la psicología, la Realidad Virtual se usa para simular y tratar fobias; de este modo se simulan situaciones inmersivas en donde el paciente afronta sus miedos y progresivamente elimina fobias. Ver Figura 19



Figura 19: Tratamiento de Aracnofobia

FUENTE: (El Expreso, 2016)

- **RV en museos y planetarios:** Dentro de los museos, la Realidad Virtual juega un papel importantísimo ya que podemos reconstruir palacios y templos antiguos, simular galaxias, etc. Ver Figura 20.



Figura 20: Museo Salvador Dalí de San Petersburgo

FUENTE: (Digitalavmagazine, 2016)

- **RV en la arquitectura:**
Modelamiento de casas y edificios. La realidad virtual forma parte importante en este campo ya que los arquitectos comunican la mayor parte de sus ideas visualmente, siendo así, esta herramienta crea un ambiente inmersivo para el usuario. Ver Figura 21.

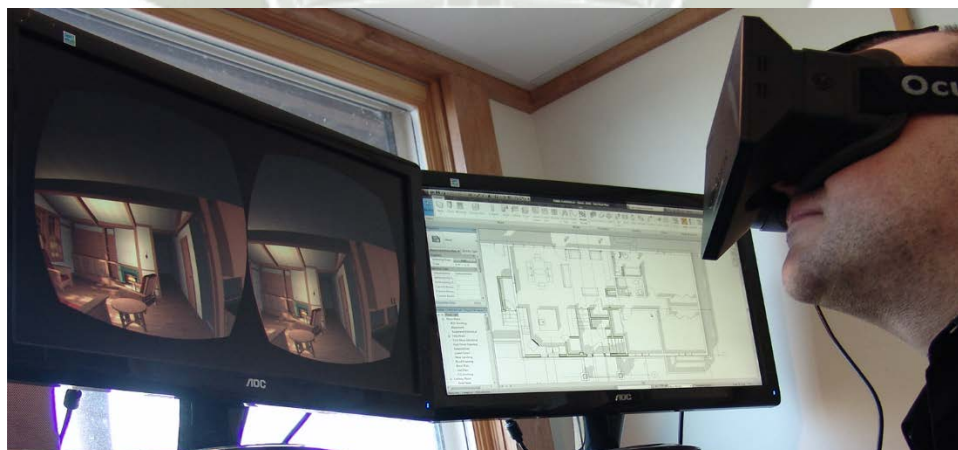


Figura 21: Simulador de Edificación

FUENTE: (Two Reality, 2016)

1.3.2.2.3 Campos de acción de la Realidad Aumentada

Las aplicaciones y campos de acción para la realidad Aumentada son diversos y sirven para el apoyo en varios servicios como:

- **Mantenimiento y reparación industrial:**

Dentro de este campo de acción la realidad aumentada sirve como tutorial virtual ya que podría mostrarnos virtualmente cómo realizar una reparación en un entorno real, de esta manera los operarios y/o usuarios podrán tener una vista más clara de la actividad a realizar ver Figura 22.



Figura 22: BMW research projects

FUENTE: (Bmw, 2015)

- **Aprendizaje:**

Busca de una manera gráfica ejemplificar diversas situaciones en las que se requiere más que teoría para ser entendida e.g. El estudio del cuerpo humano, los elementos químicos, etc. (Figura 23).

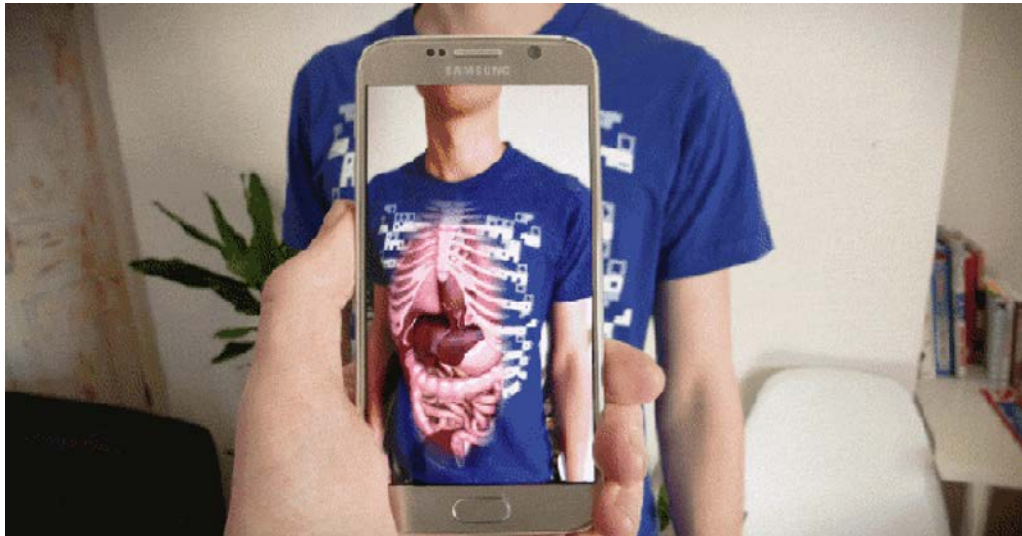


Figura 23: Aplicativo del cuerpo humano

FUENTE: (Rise.gr, 2016)

- **Entretenimiento:**



Figura 24: Mario 3DS - AR Cards

FUENTE: (Nintendo, 2015)

Como vemos a continuación, en el entretenimiento, aporta realismo a los diversos juegos dándoles un valor agregado apreciado por todos sus usuarios. Ver Figura 24

- **Turismo:**

El turismo es un campo muy utilizado para la realidad aumentada ya que muestra la información turística de lugares e información adicional programada. Ver

Figura 25



Figura 25: Wikitude APP

FUENTE: (Idiso, 2015)

- **Publicidad y Marketing:**

Esta área es la primera más utilizada en este tipo de tecnología, actualmente existen empresas como: Layar (layar.com), Blippar (blippar.com), Wikitude (wikitude.com), entre otras que tienen como objeto social la Realidad Aumentada en publicidad y marketing. Ver Figura 26.



Figura 26: Aplicativo Blippar

FUENTE: (Agencias Comunicación, 2016)

Como vemos la Realidad Aumentada es una tecnología en progreso ya que sirve de apoyo y como complemento a alguna actividad en específico.

En la actualidad se vienen desarrollando nuevas aplicaciones de realidad virtual para el diseño y uso doméstico.

Este es Microsoft HoloLens que busca integrar el diario vivir a un entorno virtual. Ver Figura 27.

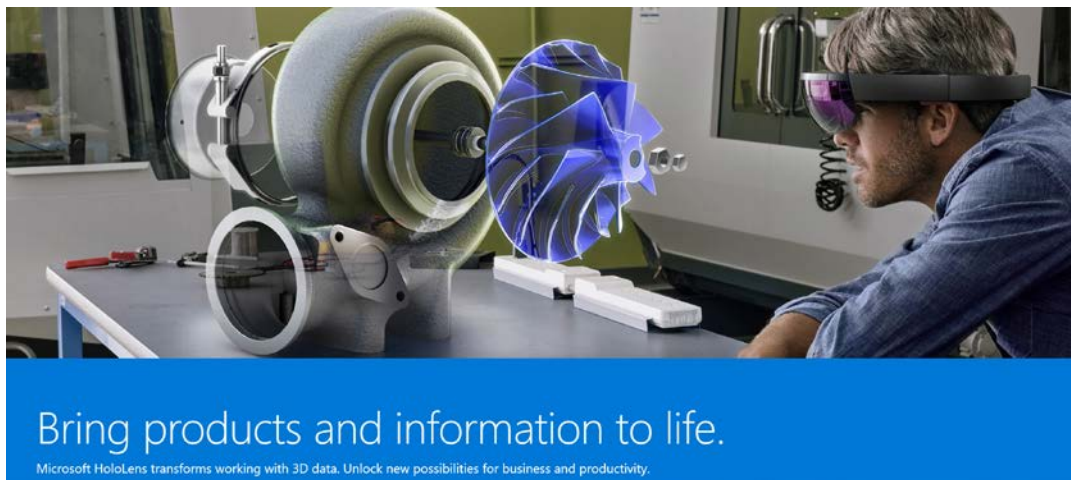


Figura 27: Hololens Turbine Prototype
FUENTE: (Microsoft Corporation, 2016)

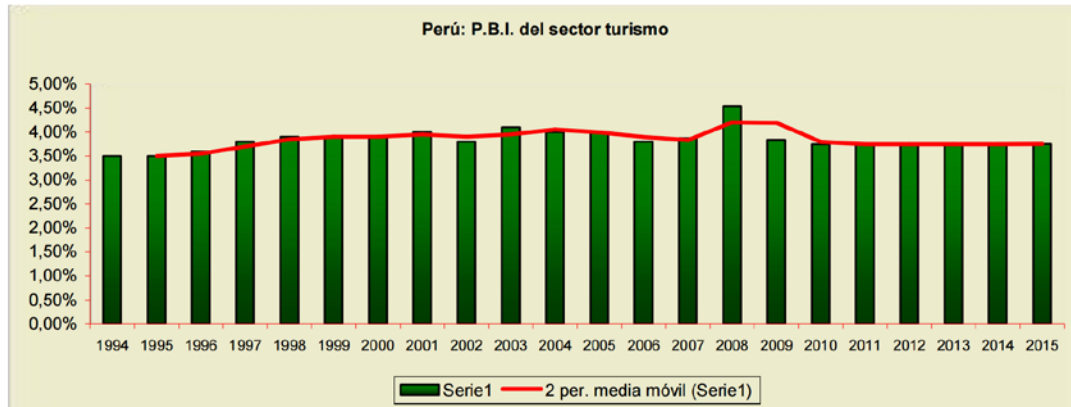
Windows Holographic es una plataforma desarrollada por Microsoft, en la cual a través de varias aplicaciones podremos observar elementos virtuales llamados hologramas que se incorporan a entornos reales. (Microsoft Corporation, 2016)

Como vimos en los puntos 1.3.1.2.2 y 1.3.1.2.3, las aplicaciones de estas tecnologías son diversas y han ido madurando con los años, lo que promete un futuro para desarrolladores en este tipo de tecnología.

1.3.2.2.4 Turismo en el Perú

El turismo en nuestro país y específicamente en nuestra ciudad es un sector económico de mucha importancia.

“Desde el año 1990 hasta el 2015 el turismo ha evolucionado muchísimo. En los 90 recién comenzaba a llegar un número apreciable de turistas que en los últimos 25 años ha crecido. En los 90 estábamos entre los 450,000 o medio millón de turistas receptivos, a inicios del año 2,000 estábamos en un millón y medio y ahora pasamos los tres millones”, señaló el presidente de Canatur, Jorge Jochamowitz. (Diario Gestion, 2016). ver Figura 28.



Fuente: BADATUR - OTP, INEI
Elaboración: Observatorio Turístico del Perú

Figura 28- PBI del Sector turismo

El PIB del sector turismo en los últimos años muestra una participación en la generación de riqueza del país (PIB) del 3,75%. (Observatorio Turístico Del Perú, 2016).

Según el Plan Estratégico Nacional de Turismo (Pentur) 2015–2025, El PENTUR 2025 propone una serie de acciones que permitirán al país adaptarse a nuevos escenarios y tener el soporte necesario para continuar con el fortalecimiento del turismo con inclusión social, y así lograr las metas trazadas para el año 2025: alrededor de los 8 millones de turistas internacionales; el ingreso de divisas por turismo receptivo alrededor de los US\$ 9 mil millones; alcanzar los 63 millones de flujo de viajes por turismo interno; y generar más de 1,5 millones de empleos en el sector turismo. (Minsetur, 2015) Ver Figura 29



Figura 29- Portada PENTUR

Fuente: (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2016)

Los principales departamentos visitados por el turista interno son: Lima (27,1%), Arequipa (7,3%), Junín (6,4%), Piura (6,3%), La Libertad (6,1%), Ancash (5,6%), Ayacucho (5,5%), Cusco (5,4%), Cajamarca (3,9%), Ica (3,7%), Puno (3,3%), Lambayeque (3%) y San Martín (2,9%). (Minsetur, 2015) ver Figura 30.

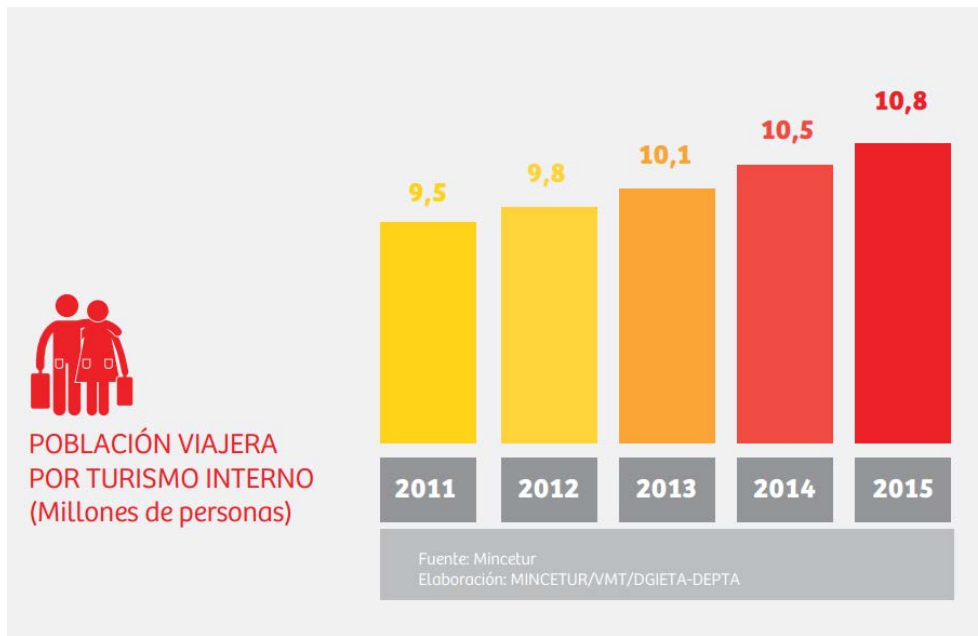


Figura 30- Población Viajera por turismo Interno
Fuente: (Minsetur, 2015)

Según lo visto en los campos de acción del punto anterior, nuestra ciudad se muestra como el segundo destino más importante, lo cual lo convierte en un candidato para la realidad aumentada en el sector turismo, además de las condiciones de algunos de nuestros establecimientos locales que necesitan mayor información turística. E.g. Museo Santuarios Andinos UCSM. Ver Figura 31.



Figura 31: Museo Santuarios Andinos UCSM, Arequipa, Perú
FUENTE: (Elaboración Propia)

La propuesta de aplicativo que se plantea a continuación servirá de reemplazo de esta carencia en la mayoría de casos.

Para la comprensión de las tecnologías a usar en la construcción de este proyecto es necesario comprender los siguientes conceptos:

a. Realidad Aumentada (AR)

✓ **Elementos:**

- i. Capturador:** Para que la realidad aumentada funcione, se requiere de un dispositivo capturador, en la gran mayoría de casos éste será una cámara.
- ii. Reconocible:** Este es un elemento básico ya que será el encargado de activar el contenido virtual proyectándolo sobre éste en la mayoría de casos.
- iii. Procesador:** Este elemento es el encargado de que todo ocurra. Será en este caso un aplicativo móvil o de escritorio con código preparado en reconocimiento de imágenes y realidad aumentada.
- iv. Contenido:** Será el contenido digital proyectado una vez que haya sido reconocido por el elemento Capturador. Ver Figura 32



Figura 32: Proceso de reconocimiento de la Realidad Aumentada

FUENTE: (Elaboración Propia)

- ✓ **Frameworks:** Dentro del mundo de la realidad aumentada existen varios frameworks con diferentes capacidades. A continuación se mostrará los más importantes en nuestro mercado, de esta manera podremos escoger el más adecuado para el desarrollo de nuestro aplicativo. Ver Tabla 3.

Tabla 3- Principales frameworks de Realidad Aumentada

Nombre	Condiciones de uso	Plataformas
ARToolKit	Gratuito y Comercial	Android
Vuforia	Gratuito y Comercial	Android, iOS, Unity
Wikitude	Comercial	Android, iOS, PhoneGap

FUENTE: (Vuforia, 2016), (Wikitude, 2016), (ARToolKit, 2016)

Debido al soporte de Plataformas: Vuforia fue el escogido para el desarrollo de este aplicativo ya que cuenta con el mayor soporte en dispositivos del mercado.

Debido a las condiciones de uso: Vuforia fue nuevamente escogido ya que tiene una versión gratuita.

Siendo así, Vuforia será nuestro SDK seleccionado para el manejo de Realidad Aumentada en el desarrollo del aplicativo.

b. Realidad Virtual (RV)

- ✓ **Entorno virtual:** Un entorno virtual es un espacio virtual en el cual se crean elementos virtuales con los cuales podemos interactuar. Esta tecnología busca la interacción humano-computador de manera gráfica. Ver Figura 16

Existen dos tipos de realidad virtual:

- i. RV Inmersiva: Es aquella que requiere de gafas con pantallas incorporadas. Las más representativas son:
 1. Oculus Rift.
 2. HTC Vive.
 3. Play Station VR.
 4. Google Cardboard.
 5. Samsung Gear VR.



Figura 33: Realidad Virtual Inmersiva

FUENTE: (Black Bear Solutions, 2016)

- ii. **RV No Inmersiva:** Se les conoce como Recorridos Virtuales son aquellos que se pueden ver desde cualquier ordenador, controlado con un teclado y ratón. Tiene como objetivo dar a conocer o explorar una vista dentro de la PC. Ver Figura 34



Figura 34: Realidad Virtual No Inmersiva

FUENTE: (360 Virtual Tour, 2015)

- ✓ **Frameworks:** Los SDK de Realidad Virtual son pocos ya que es una nueva tecnología que irá creciendo con el tiempo. A continuación, se mostrará los más importantes en nuestro mercado, esta manera podremos escoger el más adecuado para el desarrollo de nuestro aplicativo. Ver Tabla 4.

Tabla 4: SDK para Realidad Virtual Móvil

Nombre	Condiciones de Uso	Plataformas
Google Cardboard	Gratuito	Android, iOS, Unity
Oculus Mobile SDK	Gratuito y Comercial	Oculus Rift, Gear VR
Fibrum Virtual Reality	Comercial	Android, iOS, Unity

FUENTE: (Google Inc., 2016), (Oculus Vr, 2016), (Fibrum Inc, 2016), (Elaboración Propia)

Debido al soporte de Plataformas: Google Cardboard fue el escogido para el desarrollo de este aplicativo ya que cuenta con el mayor soporte en dispositivos del mercado.

Debido a las condiciones de uso: Google Cardboard fue nuevamente escogido ya que tiene una versión gratuita.

Siendo así, Google Cardboard será nuestro SDK seleccionado para el manejo de Realidad Virtual en el desarrollo del aplicativo.

c. Realidad Mixta (MR):

La realidad mixta o MR (sigla del inglés, Mixed Reality) o realidad híbrida consiste en combinar mundos virtuales con el mundo real (físico) a tiempo real. Esta combinación permite crear nuevos espacios en los que interactúan tanto objetos y/o personas reales como virtuales. Es decir, se puede considerar como una mezcla entre la realidad, realidad aumentada, virtualidad aumentada y realidad virtual.

- ✓ **Windows Holographic:** es una plataforma informática de realidad mixta desarrollada por Microsoft, a través de aplicaciones en las cuales la presentación de elementos virtuales (hologramas) está incorporada con elementos reales, de tal manera que es percibida visualmente por el usuario en un entorno compartido. Su desarrollo se dinamizará en futuras ediciones de sistemas operativos y productos de Microsoft. (Microsoft Corporation, 2016)

- i. **Microsoft HoloLens:** El dispositivo de primera para Windows holográfica, Microsoft HoloLens, son unas gafas inteligentes que a la vez son un ordenador inalámbrico autónomo Windows 10.

Utiliza sensores avanzados, una pantalla óptica montada en la cabeza 3D estereoscópica de alta definición y sonido espacial para permitir aplicaciones de realidad aumentada, con una interfaz natural de usuario con la que el usuario interactúa a través de la mirada, la voz y gestos con las manos. (Hempel, 2016)



Figura 35: Realidad Mixta

FUENTE: (Elaboración Propia)

d. Diferencias entre Realidad Virtual y Realidad Aumentada

Tabla 5: Diferencias entre Realidad Virtual y Realidad Aumentada

Diferencias	
Realidad Virtual	Realidad Aumentada
Sustituye a la realidad física, no sobrepone objetos en el entorno real.	Requiere de espacio físico ya que cargará contenido virtual sobre él
Sistema en tiempo real.	Requiere de un marcador que activará el contenido multimedia.
Sustituye la realidad física.	Requiere de realidad física.
Introduce al usuario en un entorno virtual.	Introduce contenido virtual al mundo real.

FUENTE: (Elaboración Propia)

1.4 Técnicas y Herramientas

Según el análisis de sistemas operativos se llegó a la conclusión que el sistema operativo Android es el más adecuado para el desarrollo de este prototipo.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizará tecnología de creación de entornos 3D y 2D, para esto se usará Unity 3D que es una herramienta de desarrollo de entornos gráficos multidimensional. Para obtener el acceso al reconocimiento de patrones y

posicionamiento de objetos tridimensionales, se utilizará Vuforia 5.5 que es un framework que provee de herramientas que complementarán el uso de Unity 3D para el uso de Realidad Aumentada, este proyecto además será para móviles de esta manera se optará por el uso de Android 5.0 y para esto se requiere el Android SDK.

Por otro lado, para complementar el uso de la Realidad Virtual se utilizará el SDK de Google Cardboard v.0.7, de esta forma se trabajará correctamente dentro de la misma plataforma.

1.5 Aspectos Relevantes del Desarrollo.

Durante el análisis y diseño de este aplicativo se determinó las imágenes muestra a tomar para que posteriormente sean incluidas en el sistema, los detalles de requerimientos serán definidos en el Capítulo II: Documentación Técnica.

Durante la toma de imágenes de muestra cabe resaltar que, para elaborar tecnología de Realidad Aumentada los marcadores deben ser notorios y tener buena iluminación ya sea propia o dirigida, caso contrario la cámara del dispositivo móvil no podrá reconocerlo. Ver Figura 36.



Figura 36: Museo Santuarios Andinos UCSM, Arequipa, Perú

FUENTE: (Elaboración Propia)

Como se puede observar en esta imagen la pieza del museo en exhibición posee una tenue luz dirigida por lo cual se tomó como muestra el contenido del texto. Ver Figura 37.



Figura 37: Museo Santuarios Andinos UCSM, Arequipa, Perú

FUENTE: (Elaboración Propia)

Por otro lado, este banner retro iluminado posee luz propia, de este modo el aprovechamiento de la imagen será mayor.

Durante el desarrollo

Vuforia SDK tiene como reconocibles a varios tipos de marcadores, entre ellos:

Type:



Single Image



Cuboid



Cylinder



3D Object

Figura 38: Tipos de Marcadores de Vuforia SDK

FUENTE: (Vuforia, 2016)

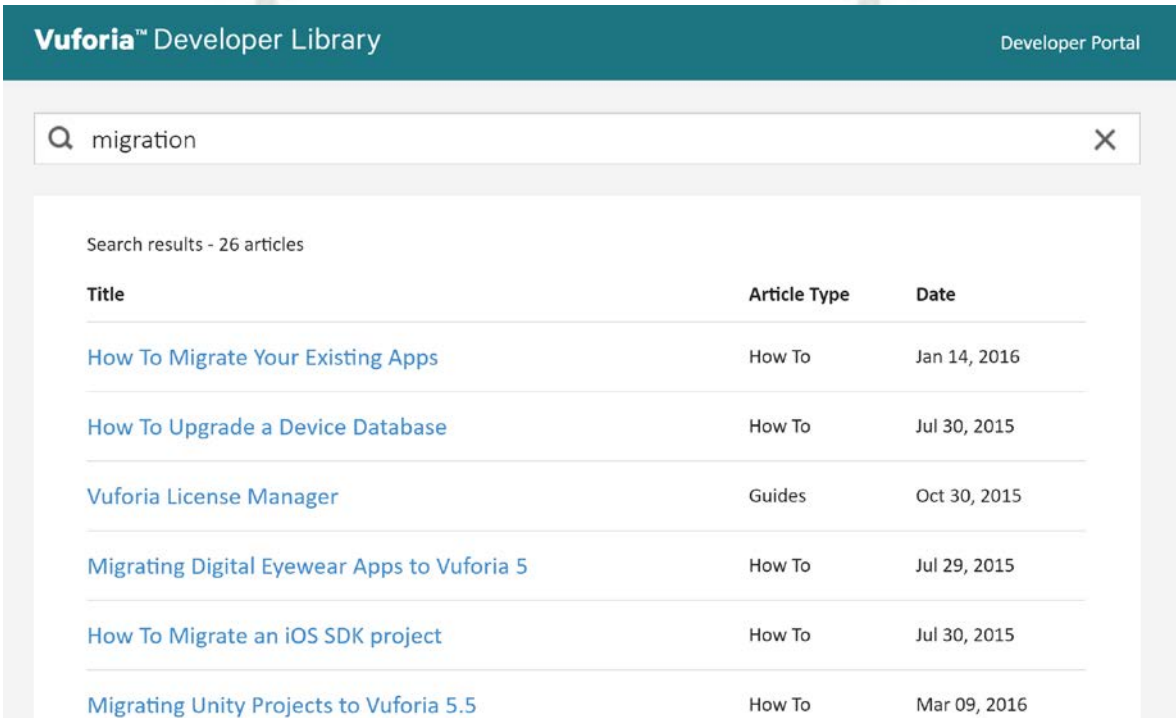
- ✓ **Imagen plana:** Incluye códigos QR e imágenes a color y de contenido cualquiera.
- ✓ **Cuboid y Cylinder:** Reconoce a un cuboide y cilindro respectivamente
- ✓ **3D Object:** Podrá reconocer un objeto 3D como marcador.

Para esta tesis se utilizó el “**Single Image**” para todos sus casos ya que considerando que son piezas de museo, cada una cuenta con una descripción en texto y/o imagen la cual será aprovechada como marcador y así evitar la manipulación de las piezas.

Dentro de la plataforma Unity 5.3 debemos tener en cuenta la versión de Vuforia SDK a importar ya que se crearán conflictos dentro del software.

En caso se requiera una migración debido a cambios en la codificación, y para no generar una pérdida en tiempo, es recomendable leer el artículo sobre las Migraciones de Versión para Vuforia. Ver figura 39.

Esta información se encuentra en la Web de Developer Vuforia en la siguiente dirección web: <https://developer.vuforia.com/library/search/site/migration>



The screenshot shows the Vuforia Developer Library search results for the term 'migration'. The page has a teal header with 'Vuforia™ Developer Library' on the left and 'Developer Portal' on the right. A search bar contains the text 'migration'. Below the search bar, it indicates 'Search results - 26 articles'. A table lists the search results with columns for Title, Article Type, and Date.

Title	Article Type	Date
How To Migrate Your Existing Apps	How To	Jan 14, 2016
How To Upgrade a Device Database	How To	Jul 30, 2015
Vuforia License Manager	Guides	Oct 30, 2015
Migrating Digital Eyewear Apps to Vuforia 5	How To	Jul 29, 2015
How To Migrate an iOS SDK project	How To	Jul 30, 2015
Migrating Unity Projects to Vuforia 5.5	How To	Mar 09, 2016

Figura 39: Vuforia Developer Library

FUENTE: (Vuforia, 2016)

Para cargar un contenido de video en realidad virtual se deberán tomar las siguientes consideraciones:

1. El archivo de video deberá ser extensión .mp4, otro formato no será admitido y tendrá algún problema. Ver Figura 40.
2. El archivo de video deberá ubicarse dentro de la carpeta StreamingAssets ubicadas dentro del proyecto. Ya que el software por defecto buscará dentro de esta dirección sin dar lugar a algún otro directorio local. Ver Figura 41.

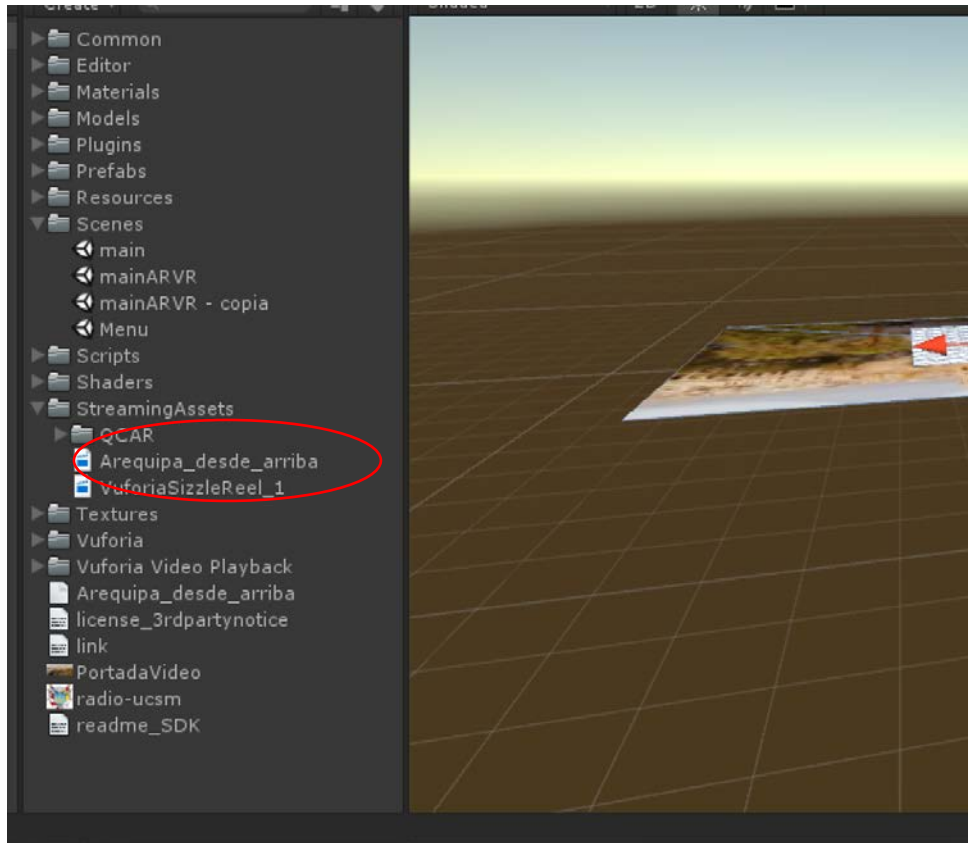


Figura 40: Menú Proyecto - Unity 3D

FUENTE: (Elaboración Propia)

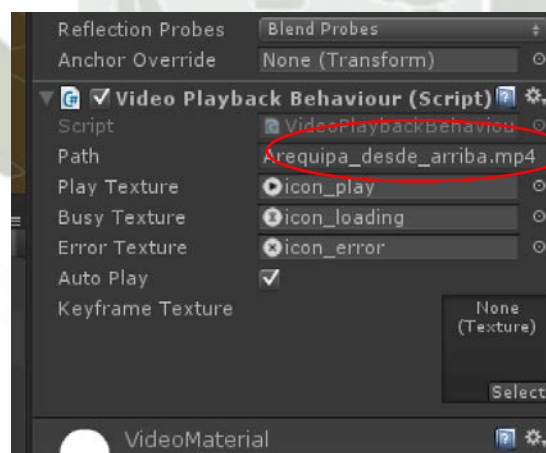


Figura 41: Características de un Game Object - Unity 3D

FUENTE: (Elaboración Propia)

Otra opción será almacenarlo en una dirección remota dentro de un servidor, de esta manera podría ser consultado remotamente.

Para habilitar la búsqueda en internet se deberá habilitar la opción de requerimiento de uso de internet dentro de la configuración del proyecto. Ver Figura 42.

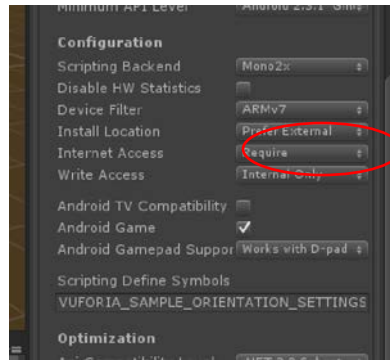


Figura 42: Propiedades del proyecto - Unity 3D

FUENTE: (Elaboración Propia)

Para la captura de imágenes 360 debemos contar con un software que capture fotografías panorámico 360 de otro modo no podrán ser incluidas. Ver Figura 43.

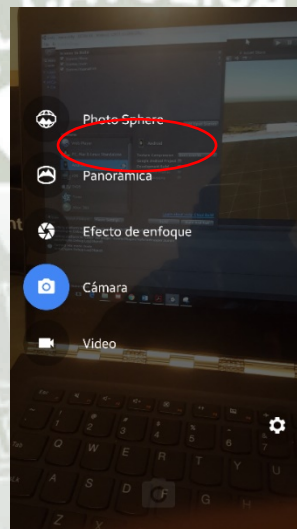


Figura 43: Cámara de Google Inc.

FUENTE: (Elaboración Propia)

Para este caso se utilizó la Aplicación Cámara desarrollada por marca Google Inc.

La cual podrá ser descargada gratuitamente en la siguiente dirección:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.street&hl=es>



Figura 44: Vista Realidad Virtual – Aplicativo

FUENTE: (Elaboración Propia)

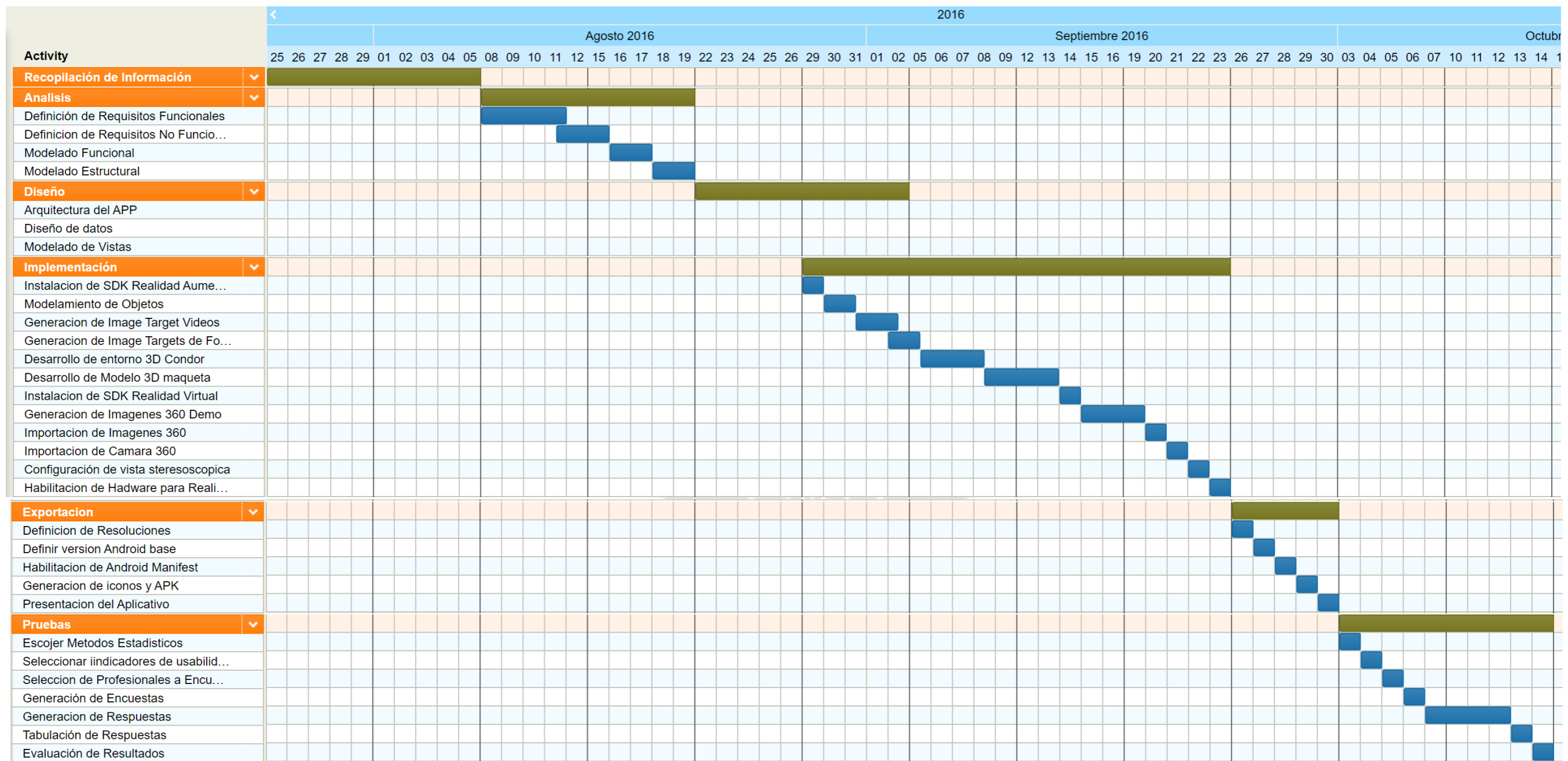


Capítulo II: Documentación Técnica

2.1 Plan del Proyecto Informático.

2.1.1 Planificación temporal del proyecto

Tabla 6- Diagrama de Gantt



FUENTE: (Elaboración Propia)

2.1.2 Estudio de viabilidad del proyecto.

2.1.2.1 Aspectos Económicos

Los visitantes podrán contar con un guía interactivo desde la aplicación que está instalada en tablets y/o smartphones para que pueda ser usada por los turistas, con este proyecto el museo o institución alquilará y/o prestará tablets a sus visitantes para su uso y aprovechamiento como guía con contenido dinámico y actualizado constantemente, de modo que siempre tenga nueva información para los visitantes.

La construcción de este aplicativo es un prototipo el cual será solventado por el desarrollador.

2.1.2.2 Beneficios esperados del proyecto

Actualmente los museos de nuestra localidad son pobres en contenido explicativo, a continuación, se enumerarán los beneficios esperados:

- Mejora en la interacción directamente con los objetos del museo.
- Reducción de inversiones tales como televisores, parlantes.
- Valor agregado a un producto de la compañía.
- Disponibilidad de información apropiada.
- Aumento en la confiabilidad de la información.
- Mejor servicio al cliente.

2.1.2.3 Recursos Generales del Proyecto

- ✓ Personal: 1 Programador y 1 diseñador.
- ✓ Hardware: Tablet 10" Android, Smartphone 5" Android.
- ✓ Software: Unity3D 5.3 (Free Version), Vuforia 5.5 (Free Version), Android SDK, Google SketchUp 2016 (Free Version),

2.2 Requisitos Previos

Según el análisis en el capítulo anterior:

Para Realidad Aumentada se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

1. Condiciones de Ambiente
 - ✓ Iluminación.
 - ✓ Ubicación del Reconocible (Patrón, Target, código QR).
2. Hardware

- ✓ Cámara de 8 megapíxeles a más.
 - ✓ Enfoque automático.
3. Software
- ✓ Versión del SDK ya que podrían cambiar las características y métodos, y podrían quedar obsoletas.
 - ✓ Licencias.

Para Realidad Virtual se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

4. Condiciones de Ambiente
- ✓ Zona segura para evitar caídas o choques.
 - ✓ Sujetadores del Casco para mayor confort.
5. Hardware
- ✓ Giroscopio en caso de Móviles.
 - ✓ Tamaño y resolución de pantalla.
6. Software
- ✓ Versión del SDK ya que podrían cambiar las características y métodos, y podrían quedar obsoletas.
 - ✓ Conflictos con SDK de Realidad Aumentada.
 - ✓ Licencias.

2.3 Especificación de requisitos del software

Para definir las acciones de la aplicación es necesario estudiar las necesidades de un centro cultural como los museos. A continuación, se plantearán los requisitos para este aplicativo.

2.3.1 Requerimientos Funcionales

Ya que nuestro aplicativo tiene contara con 2 tecnologías (Realidad Virtual y Realidad aumentada) debemos definir los siguientes requisitos.

2.3.1.1 Reconocimiento de Marcadores

El aplicativo debe ser capaz de reconocer marcadores (imágenes a color) las cuales cargarán contenido dinámicamente según la imagen. En otras palabras, el aplicativo funcionará como un escáner descubriendo información oculta tras sus marcadores que revelará una vez que sean reconocidas.

2.3.1.2 Visualización de Objetos 3D

El aplicativo debe ser capaz de incrustar y renderizar un objeto tridimensional precargado y relacionado directamente al Reconocimiento del Marcador (Requisito 1)

2.3.1.3 Traducción de Textos

El aplicativo debe ser capaz de traducir textos precargados al idioma en elección al Reconocimiento del Marcador (Requisito 1).

2.3.1.4 Visualización de Videos

Se desea observar a través de la aplicación videos 2D que serán reproducidos al Reconocimiento del Marcador (Requisito 1)

2.3.1.5 Visualización de texto informativo

El aplicativo deberá mostrar información adicional tales como datos curiosos, significado de palabras, enlaces a páginas web al Reconocimiento del Marcador (Requisito 1).

2.3.1.6 Reconocimiento de Marcas de Realidad Virtual

El aplicativo deberá reconocer marcas especiales de Realidad Virtual tal como cuadros y habilitar en entorno de realidad virtual

2.3.1.7 Visualización de Imágenes panorámicas de 360°

En este requerimiento se busca que a través del móvil el aplicativo debe ser capaz de habilitar sensores tal como el giroscopio y modificar la pantalla para una carga en realidad virtual.

2.3.2 Requerimientos No Funcionales

2.3.2.1 Facilidad de Uso

El aplicativo será utilizado por cualquier tipo de usuario ya sea o no conocedor de tecnología por tanto el aplicativo no debe ser complejo y debe presentar las herramientas únicas y necesarias para su funcionamiento.

2.3.2.2 Adaptación al ambiente

El aplicativo deberá utilizar los recursos del equipo móvil eficientemente de tal modo que deberá aprovechar la cámara principalmente adaptándose a la poca o alta iluminación, así mismo con el enfoque de la cámara.

2.3.2.3 *Compatibilidad con Visores*

Este aplicativo debe adaptarse al teléfono, tamaño y dimensiones de la pantalla para que pueda ser reconocido por los visores de realidad virtual

2.3.2.4 *Manejo de los recursos de hardware del dispositivo móvil*

El software deberá habilitar e inhabilitar el hardware del dispositivo móvil, por ejemplo, el giroscopio, la cámara, el led flash.

2.4 Especificación de diseño

2.4.1 Diagrama de Flujo

Es necesario precisar el flujo de nuestro aplicativo para tener en claro cuáles serán las opciones principales y secundarias, a continuación, mostraré el flujograma del aplicativo.



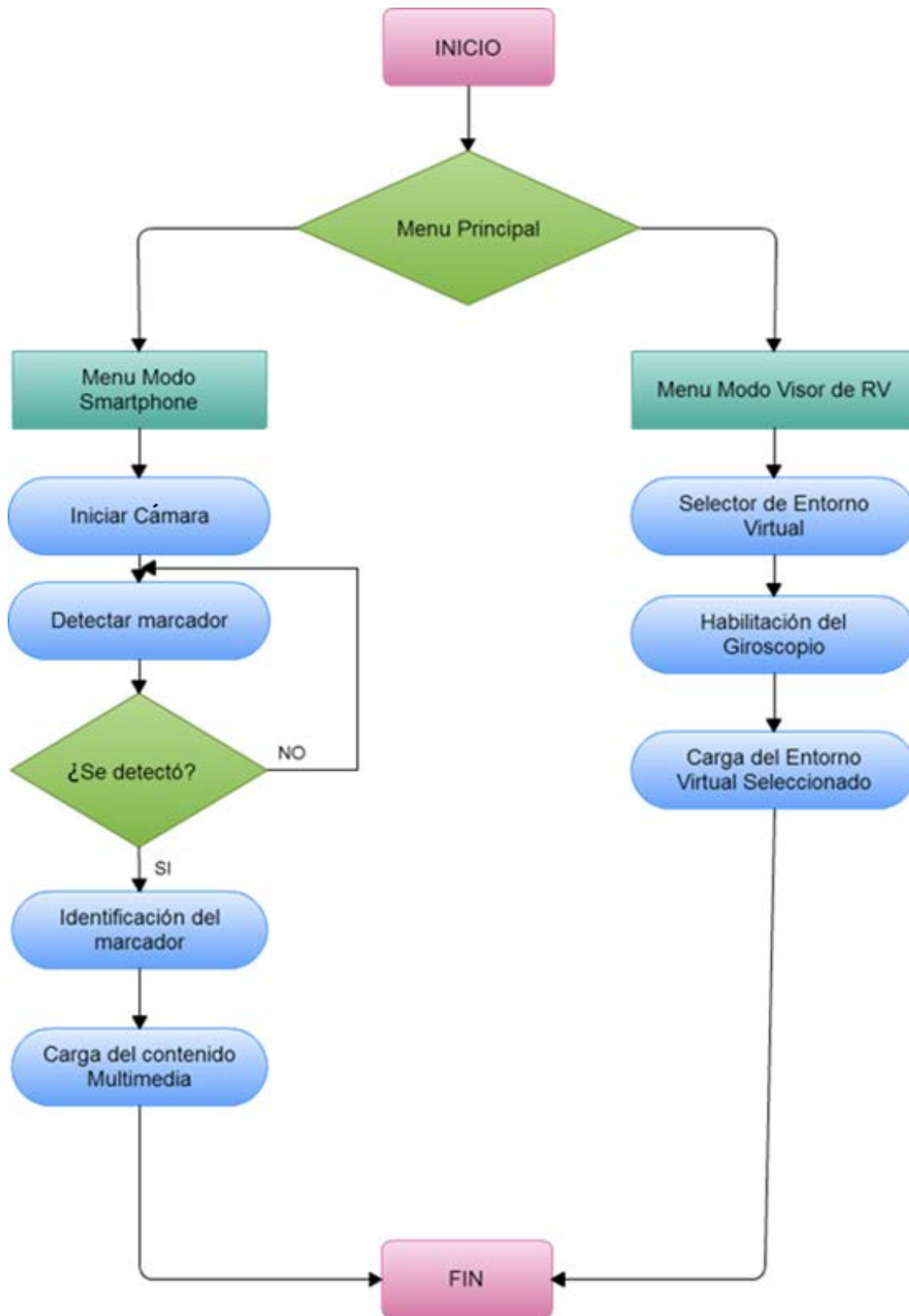


Figura 45: Diagrama de Flujo para el Aplicativo Móvil

FUENTE: (Elaboración Propia)

2.4.2 Diagrama de Casos de Uso

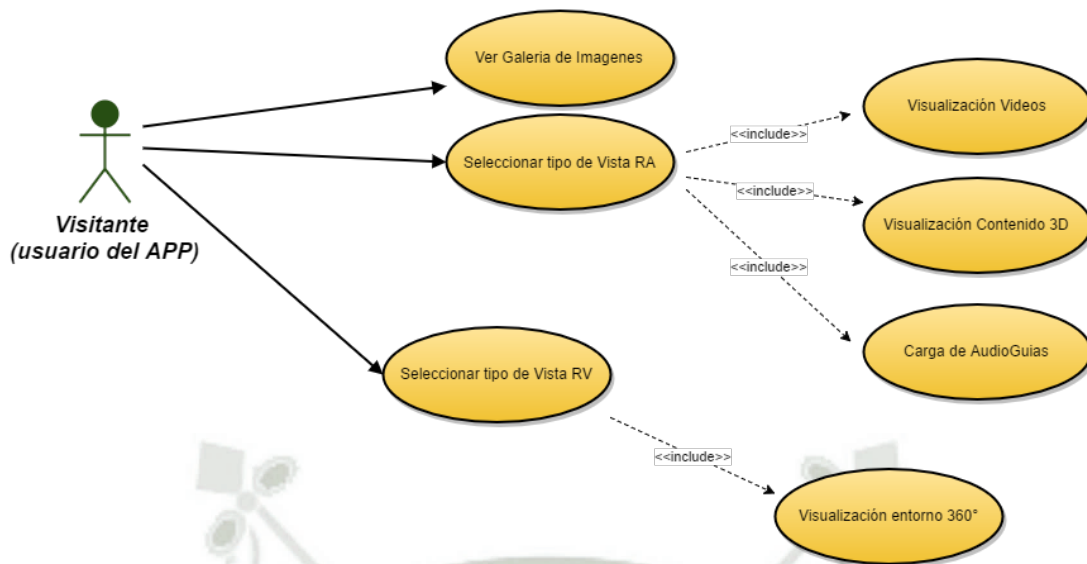


Figura 46 -Diagrama de Casos de Uso

FUENTE: (Elaboración Propia)



2.4.3 Diagrama de Secuencia (Interacción del aplicativo con el Framework de RA)

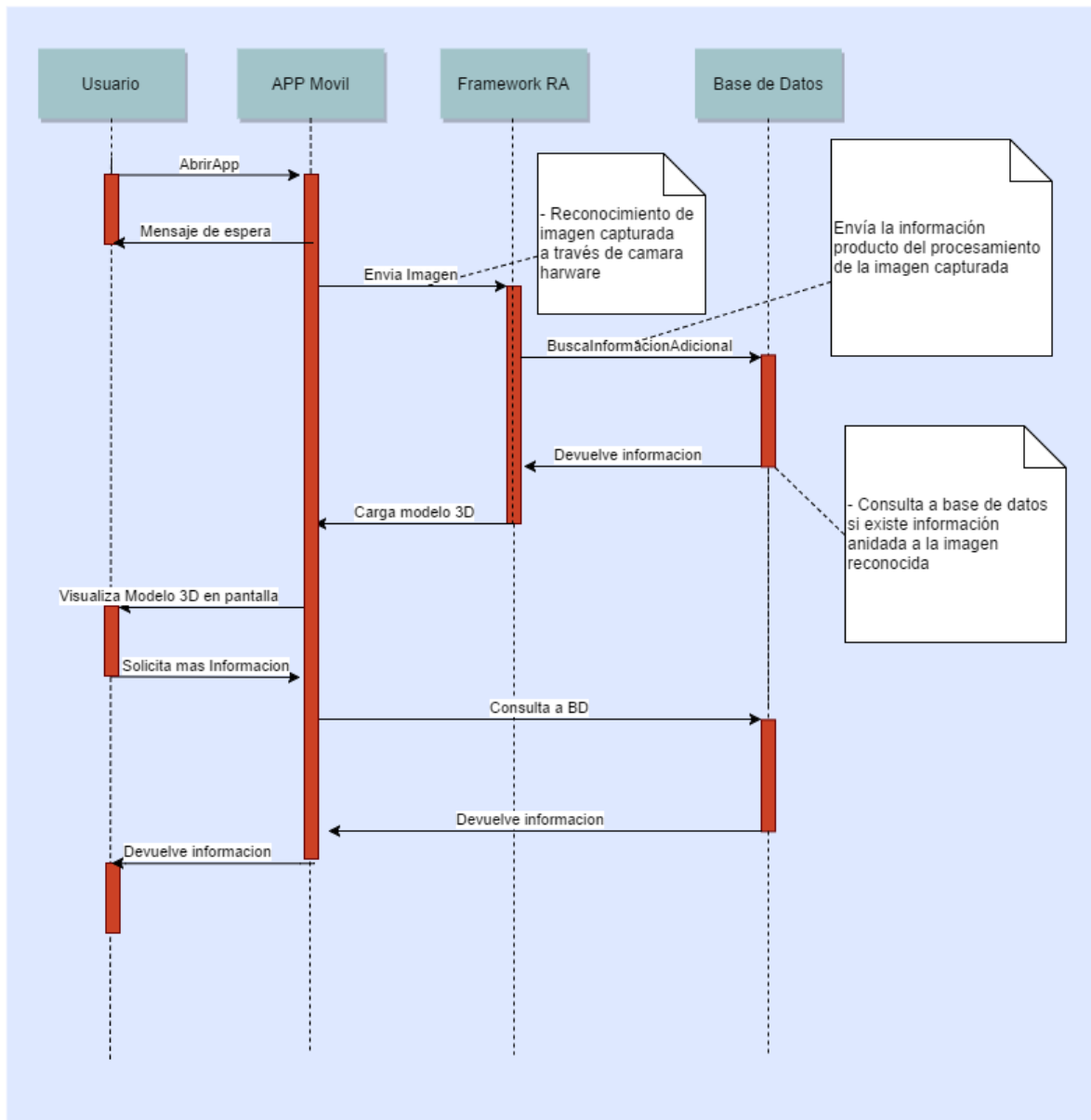


Figura 47 - Diagrama de Secuencia (Interacción del aplicativo con el framework de RA)

FUENTE: (Elaboración Propia)

2.4.4 Diagrama de Secuencia (Interacción del aplicativo con el Framework de RV)

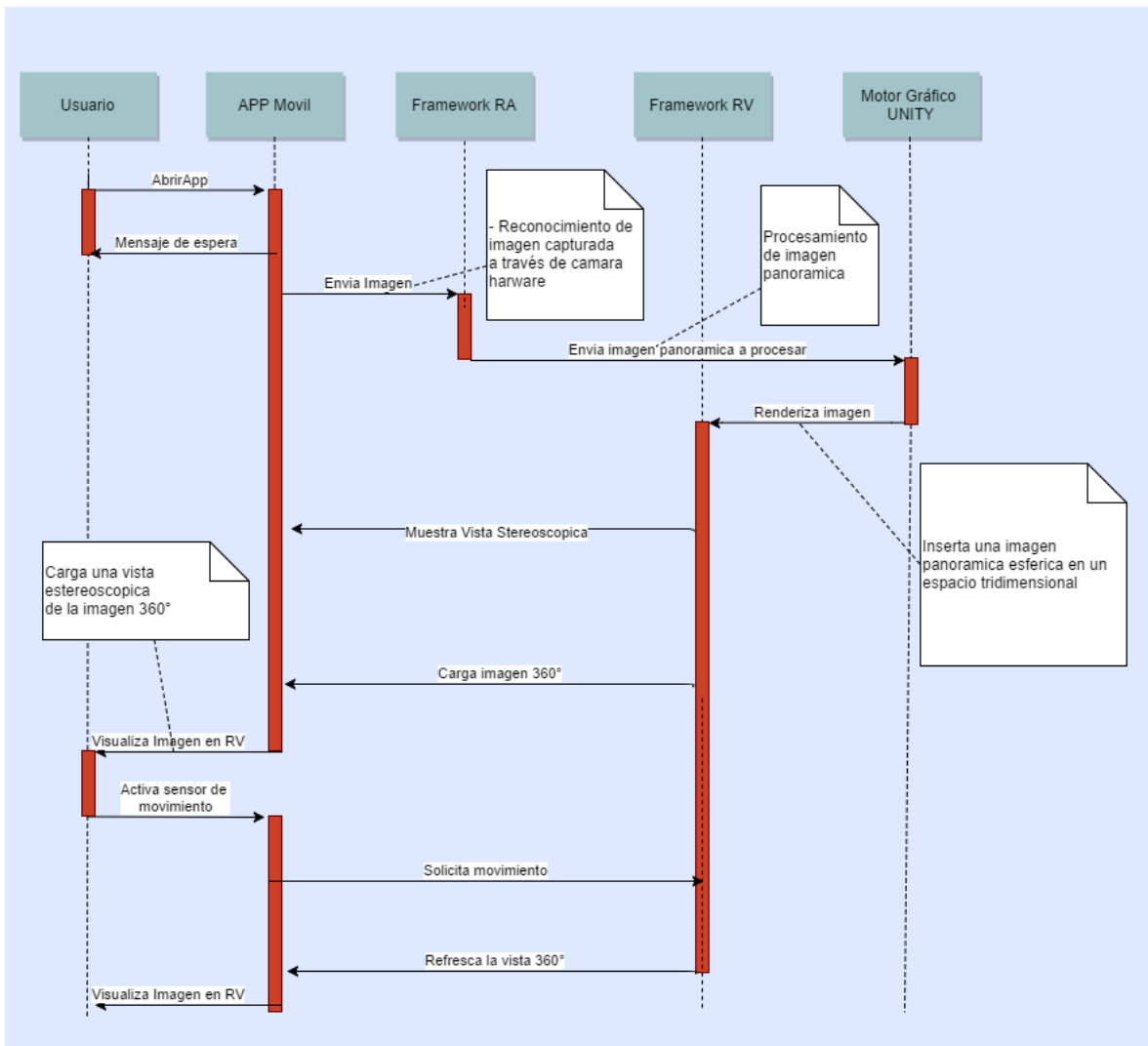


Figura 48 - Diagrama de Secuencia (Interacción del aplicativo con el framework de RV)

FUENTE: (Elaboración Propia)

2.4.5 Creación de pantallas

Para un buen desarrollo se creará un prototipo de pantallas las cuales nos servirán como base para realizar este aplicativo.

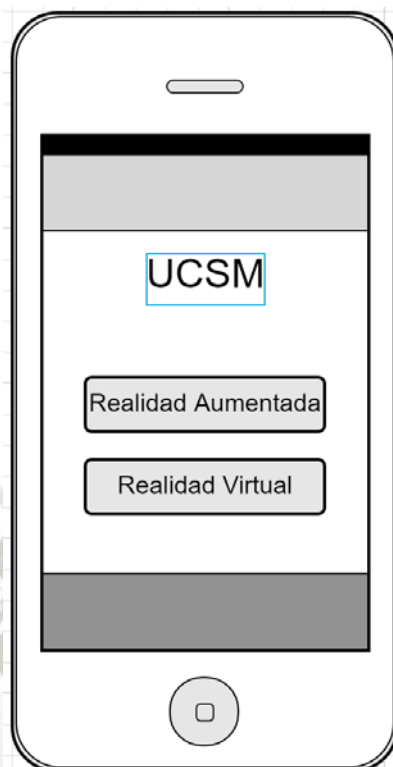


Figura 49: Menú Principal - Aplicativo Móvil

FUENTE: (Elaboración Propia)

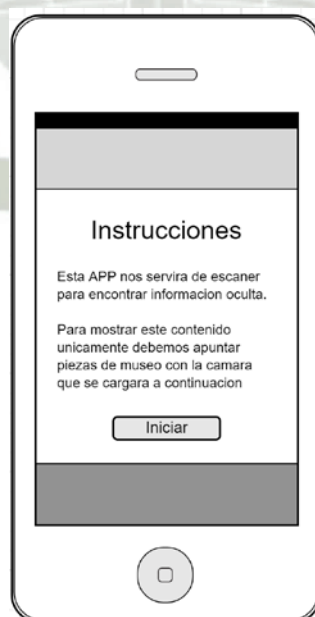


Figura 50: Menú Instrucciones - Aplicativo Móvil

FUENTE: (Elaboración Propia)



Figura 51: Pantalla de escáner - Aplicativo Móvil
FUENTE: (Elaboración Propia)

2.4.6 Creación de Marcadores

Para la creación de marcadores debe seleccionar imágenes de buena calidad, a comparación de sus versiones pasadas Vuforia 5.5 no requiere de código QR. Ver Figura 52.



Figura 52: No se utilizarán Códigos QR
FUENTE: (Organic Consumer Association, 2016)

Por el contrario, podremos utilizar imágenes a full color con bordes definidos.



Figura 53: Marcador a colores
FUENTE: (Elaboración Propia)



Figura 54: Puntos reconocibles del marcador
FUENTE: (Elaboración Propia)

De este modo las imágenes tendrán más puntos definidos y de esta manera la imagen podrá ser analizada de mejor manera, ver Figura 54 .

A continuación, se mostrará una base de datos de imágenes patrón.




	TraductorMariposa	Single Image	★★★★★	Active
	MariposaVideo	Single Image	★★★★★	Active
	EscudoUCSM	Single Image	★★★★★	Active

Figura 55: Target Manager - Vuforia Developer Site
FUENTE: (Vuforia, 2016)

Esta base de datos es un aplicativo interno de la página de Developer Vuforia donde podremos cargar nuestras imágenes y este software las procesará para luego poder utilizarlas en nuestro proyecto, ver Figura 55.

2.5 Documentación técnica de programación.

Para el desarrollo de este proyecto según la evaluación vista anteriormente se utilizará:

Software Development Kits:

- Vuforia v5.5: Framework de Realidad Aumentada.
- Google Cardboard v0.7.0: Framework de Realidad Virtual.

Software de Desarrollo

- Unity 5.3.4: Motor de Videojuegos multiplataforma de desarrollo para Windows, Linux, OS X, Play Station, Android, iOS, Windows Phone.

Herramientas

- Google SketchUp 2016.
- 3D Max.
- Adobe Photoshop.

Lenguajes de Programación

- C# y Javascript.

2.5.1 Porciones de código y diseño que cabe resaltar

- Selección de Modelos 3D

Una biblioteca gratuita de modelos 3D es:

3D Warehouse es un repositorio de modelos 3D creados, puede encontrarlo en la siguiente dirección: <https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=es>,

- Módulo de Conversión de Imágenes 360

Una imagen 360 tiene la siguiente forma.



Figura 56: Mirador de Carmen alto - formato jpg 360

FUENTE: (Elaboración Propia)

Siendo así, ésta deberá ser incluida dentro de un objeto esférico para que de esta forma pueda ser observada de manera correcta. Ver Figura 56.

Para esto debemos seguir los siguientes pasos:

- ✓ Primero se importará dentro de la plataforma de Unity una imagen panorámica 360° luego debemos formatearla a Cubemap para que pueda luego ser cargada en un **Material**.
- ✓ Luego hacer clic derecho en el espacio de Project y continuación “create material”.
- ✓ Dentro de este nuevo material se configura el Shader que será el contenido del **Material** creado. Se cambiará este a Cubemap/ Skybox y cargamos nuestra imagen previamente formateada.
- ✓ De este modo se podrá crear un objeto esférico en blanco y cargar como **Material** de éste el que acabamos de crear. Obteniendo un resultado como el siguiente ver Figura 57.

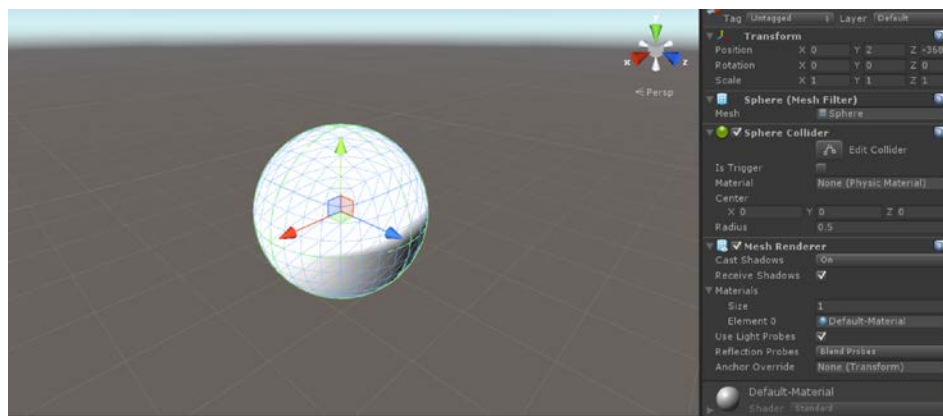


Figura 57: Create Sphere - Unity 3D

FUENTE: (Elaboración Propia)

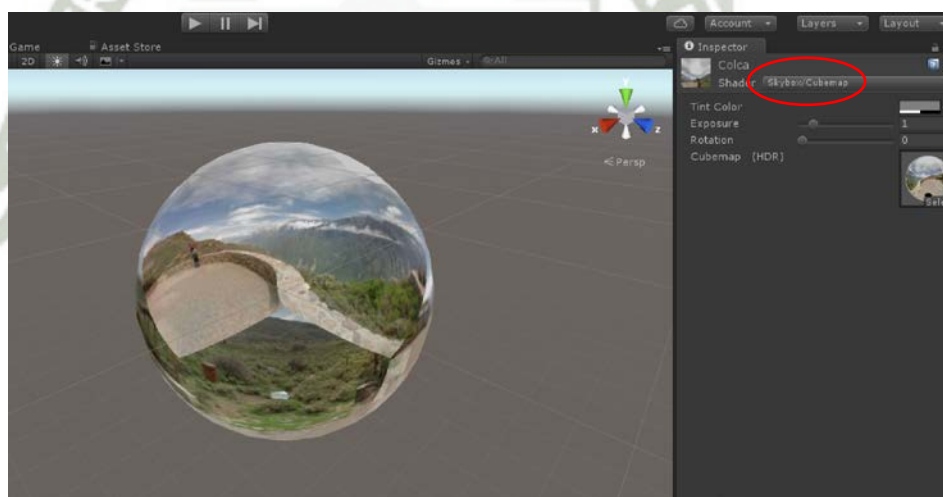


Figura 58: Carga de Material a Sphere - Unity 3D

FUENTE: (Elaboración Propia)

- ✓ Seguidamente se insertará nuestra cámara (que será el punto de partida del aplicativo) en el centro de éste, de este modo se podrá obtener una vista 360°, ver Figura 59.



Figura 59: Vista Interna del Sphere - Unity 3D

FUENTE: (Elaboración Propia)

- Reconocimiento de patrones de una imagen y captura de video.

```
public void OnTrackableStateChanged(
    TrackableBehaviour.Status previousStatus,
    TrackableBehaviour.Status newStatus)
{
    if (newStatus == TrackableBehaviour.Status.DETECTED ||
        newStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED ||
        newStatus == TrackableBehaviour.Status.EXTENDED_TRACKED)
    {
        OnTrackingFound();
        mainVideoTexture.Render();
    }
    else
    {
        OnTrackingLost();
    }
}
```

- Reconocimiento de patrones carga de UI button.

```
public void OnTrackableStateChanged(
    TrackableBehaviour.Status previousStatus,
    TrackableBehaviour.Status newStatus)
{
    if (newStatus == TrackableBehaviour.Status.DETECTED ||
        newStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED ||
        newStatus == TrackableBehaviour.Status.EXTENDED_TRACKED)
```

```

    {
        OnTrackingFound();
        GameObject.MenuCanvas = SetActive(true);
    }
    else
    {
        OnTrackingLost();
        GameObject.MenuCanvas = SetActive(false);
    }
}

```

- Activación de Autoenfoco de la cámara.

```

void Start ()
{
    VuforiaBehaviour.Instance.RegisterVuforiaStartedCallback(OnVuforiaStarted);
    VuforiaBehaviour.Instance.RegisterOnPauseCallback(OnPaused);
}

private void OnVuforiaStarted()
{
    CameraDevice.Instance.SetFocusMode(
        CameraDevice.FocusMode.FOCUS_MODE_CONTINUOUSAUTO);
}

private void OnPaused(bool paused)
{
    if (!paused) // resumen
    {
        // Set again autofocus mode when app is resumed
        CameraDevice.Instance.SetFocusMode(
            CameraDevice.FocusMode.FOCUS_MODE_CONTINUOUSAUTO);
    }
}

```

- Activación de flash de la cámara.

```
if (camera1 != null)
{
    AndroidJavaObject cameraParameters = camera1.Call<AndroidJavaObject>("getParameters");
    cameraParameters.Call("setFlashMode", "torch");
    camera1.Call("setParameters", cameraParameters);
    ///FIX/////
    camera1.Call("startPreview");
    Active = true;
}
```

El Manual de Usuario se encuentra adjunto en el (Anexo 3).

Los pasos para la creación de ejemplos de AR y VR se encuentran en el (Anexo 5).

2.6 Pruebas

En esta sección se realizará el análisis de los datos recolectados luego que la aplicación sea probada por profesionales conocedores de tecnología AR y VR, tomando una muestra del total de la población aplicándoles una encuesta en la cual se registrará su evaluación acerca de la aplicación y de las tecnologías aplicadas, ya que queremos evaluar si la aplicación desarrollada es óptima. Para esto se aplicará una prueba de usabilidad donde se analizarán las respuestas presentando su resultado en gráficos. Finalmente, con estos datos se determinará la hipótesis planteada.

Indicadores de Usabilidad a tratar:

- Nivel de satisfacción de la prueba.
- Tiempo de completitud de tarea.
- Problemas de usabilidad
- Expectativas

Aplicando la técnica de prueba “**Opinión de Expertos**”, en la cual se evaluará:

- Libertad y control para el usuario.
- Flexibilidad y eficiencia de uso.
- Diseño estético y minimalista.
- Diferenciación entre el sistema y el mundo real.

2.6.1 Población

Se realizará una encuesta a los expertos de Realidad Aumentada, Realidad Virtual, diseño y desarrollo de APPS de Arequipa.

2.6.2 Muestra

Se realizará una encuesta aplicando el METODO NO PROBABILISTICO MUESTREO DISCRECIONAL, que es una técnica de muestreo no probabilístico donde el investigador selecciona las unidades que serán muestra en base a su conocimiento y juicio profesional dando como resultado 15 profesionales conocedores de las tecnologías y conceptos nombrados en el punto anterior, a los cuales se les proporcionó la aplicación para su uso y evaluación a través de una encuesta en donde se registrar los calificativos y sugerencias.

2.6.3 Datos de la Encuesta

La encuesta realizada reúne aspectos de evaluación específicamente de esta aplicación móvil y su uso aplicado con tecnologías de Realidad Aumentada y Realidad Virtual.

2.6.4 Perfil de los encuestados

Se realizó la encuesta a 15 profesionales conocedores de ambas tecnologías Realidad Virtual (RV), Realidad Aumentada (RA), Diseño, Desarrollo de APPS y Desarrollo de Software (SW).

Tabla 7- Perfil de la Muestra para Encuesta

Nombre	Edad	Sexo	Experto en:
Persona 1	25 años	Femenino	RV y RA
Persona 2	50 años	Masculino	Diseño
Persona 3	35 años	Masculino	Desarrollo de APPS
Persona 4	35 años	Femenino	Diseño
Persona 5	30 años	Femenino	Desarrollo de APPS
Persona 6	45 años	Masculino	Diseño y Marketing
Persona 7	24 años	Masculino	RV y RA
Persona 8	23 años	Masculino	RV y RA
Persona 9	23 años	Femenino	Diseño
Persona 10	23 años	Masculino	Realidad Virtual
Persona 11	50 años	Femenino	Desarrollo de SW y Diseño
Persona 12	60 años	Masculino	Desarrollo de SW
Persona 13	30 años	Femenino	RV y RA
Persona 14	50 años	Masculino	Desarrollo de SW
Persona 15	20 años	Femenino	Diseño

FUENTE: (Elaboración Propia)

2.6.5 Encuesta realizada

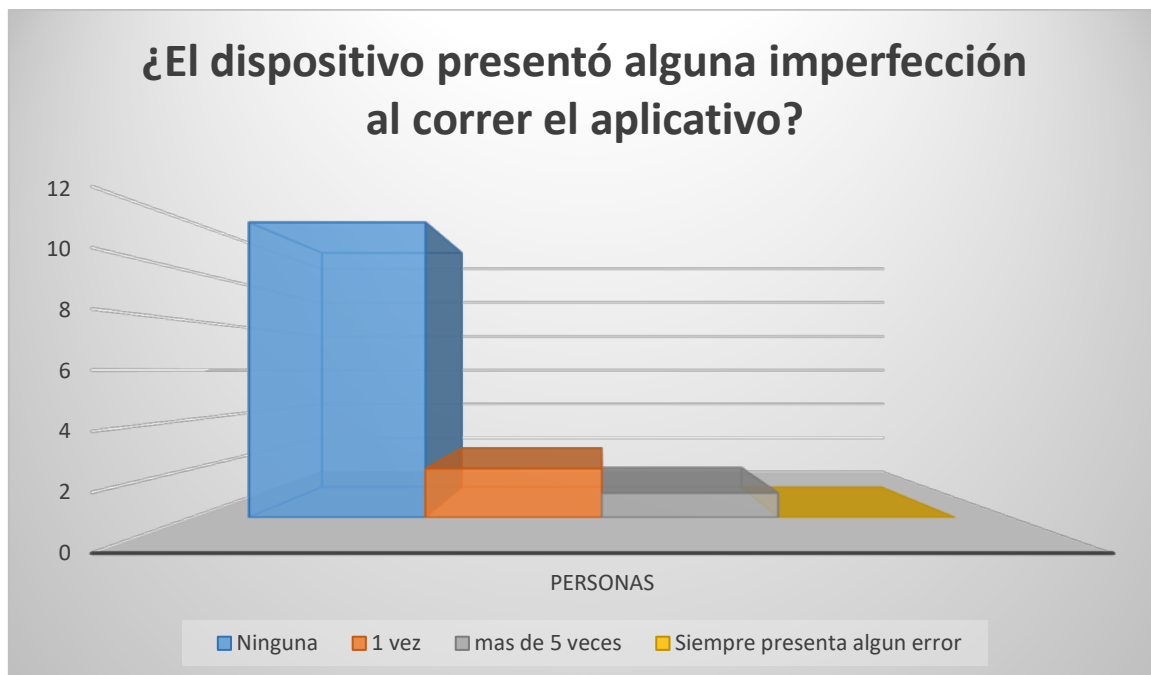
Preguntas:

1. ¿El dispositivo presentó alguna imperfección al correr el aplicativo?
2. Indique el nivel de Complejidad en la utilización del aplicativo.
3. ¿Con qué frecuencia utilizaría usted este aplicativo en una visita a un museo?
4. Indique el nivel de satisfacción con respecto la experiencia de Realidad Virtual.
5. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la interfaz del aplicativo.

2.6.6 Respuestas

La información recopilada por las encuestas se encuentra en el (anexo 2).

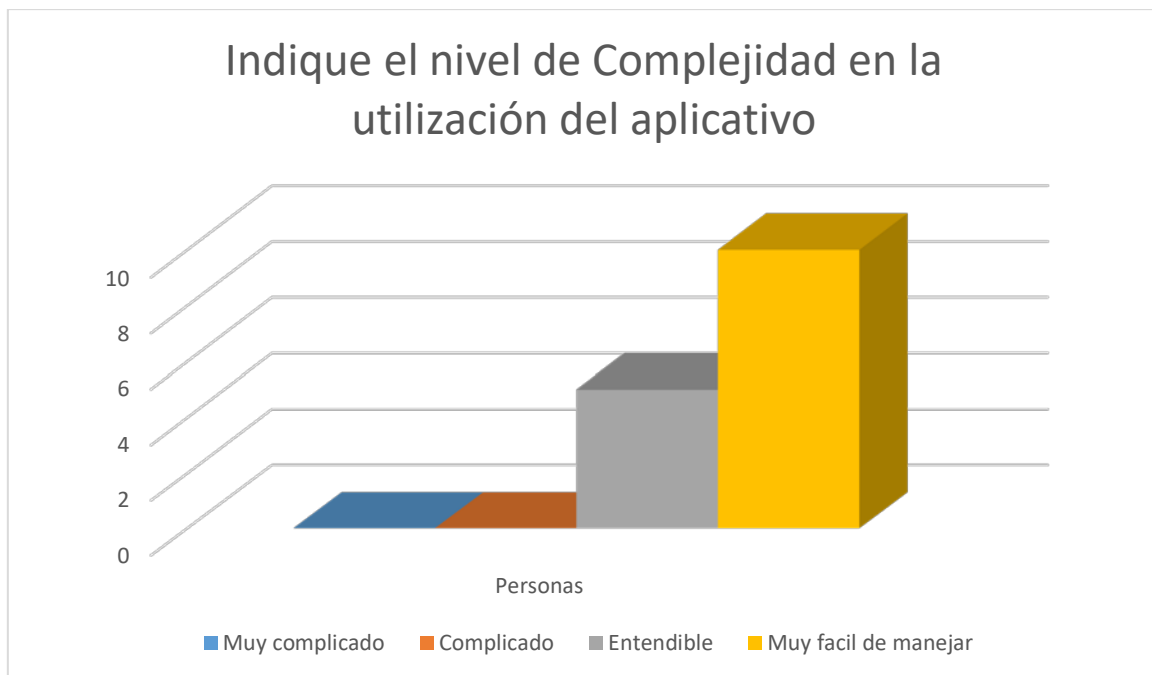
Pregunta 1: Indicador de Expectativa



FUENTE: (Elaboración Propia)

Se puede interpretar que el 80% encuestados no tuvieron inconvenientes al correr el aplicativo, el 13.3% tuvo un problema en la ejecución 1 sola vez y asimismo el 6.6% tuvo un problema al iniciar el aplicativo más de 5 veces, los cuales ocurrieron en la instalación de un dispositivo de gama baja que no cumplía con las recomendaciones mínimas técnicas.

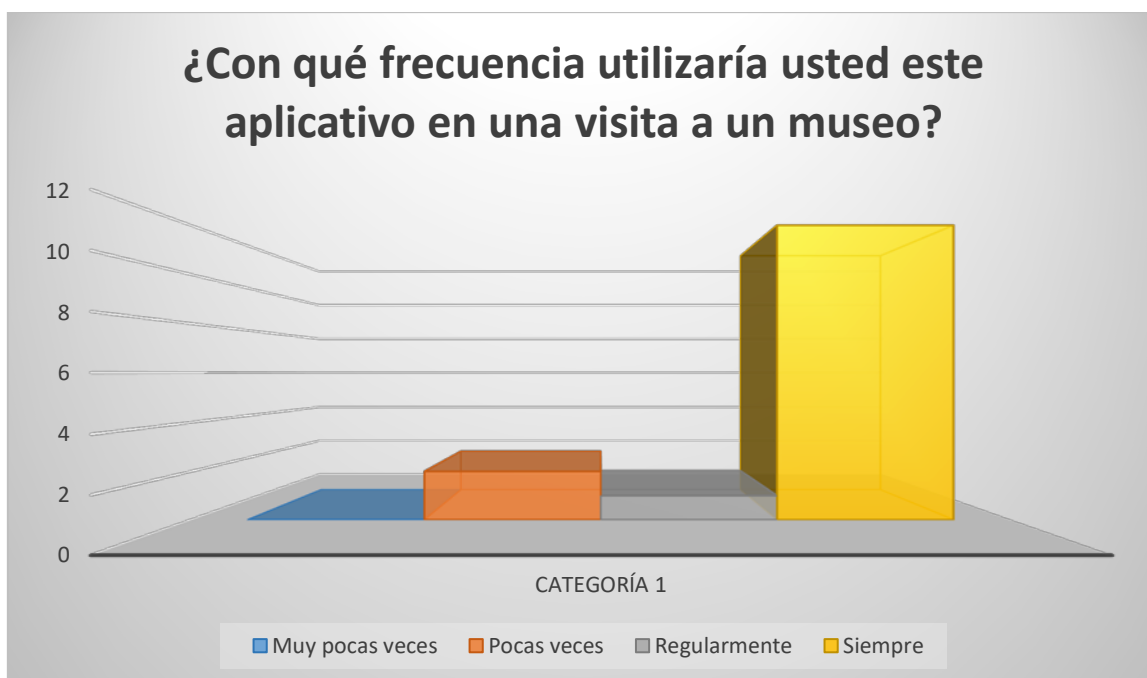
Pregunta 2: Validación de Complejidad



FUENTE: (Elaboración Propia)

EL 100% de la muestra de conocedores de Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Diseño, Desarrollo de APPS y Desarrollo de Software, encuentran al software entendible y muy fácil de utilizar, este fue el resultado producto de la manipulación del software directamente en el modelo de prueba, cabe recalcar que los usuarios no tuvieron explicación previa de lo que deberían hacer. A su vez manifiestan que el procedimiento de reconocimiento de marcadores es simple en su uso.

Pregunta 3: Prueba de control de usuario



FUENTE: (Elaboración Propia)

El 80% de la muestra de conocedores de Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Diseño, Desarrollo de APPS y Desarrollo de Software, utilizaría este software en sus recorridos en los museos, encuentra atractivo e innovador el uso de este tipo de tecnología, 2 encuestados marcaron que utilizarían “pocas veces” este software, cabe recalcar que estos usuarios entrevistados fueron señores mayores a 50 años.

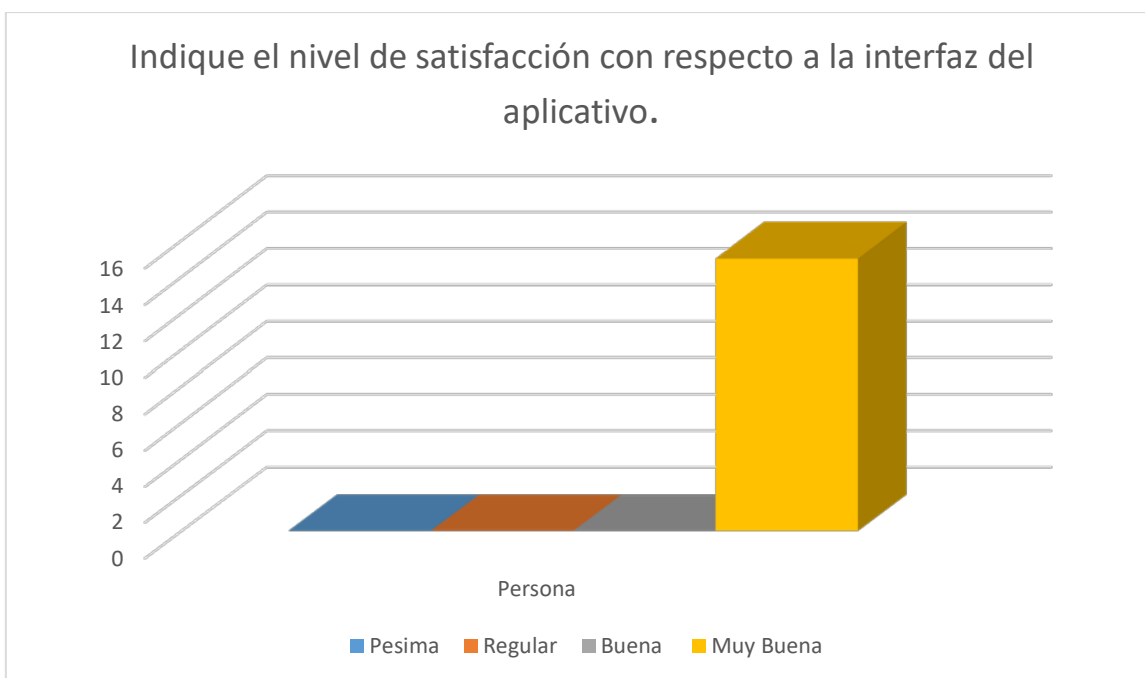
Pregunta 4: Nivel de Satisfacción



FUENTE: (Elaboración Propia)

El 80% de encuestados marcaron que estuvieron muy satisfechos con la experiencia de Realidad Virtual ofrecida gracias al visor de realidad virtual a si mismo 2 encuestados marcaron una respuesta de únicamente “Poco Satisfecho”, estos encuestados manifestaron inconvenientes en el uso de los visores de Realidad Virtual ya que poseían gafas de aumento de medida lo cual ellos refieren limitaba la experiencia de inmersión en el dispositivo en mención.

Pregunta 5: Prueba de Diseño



FUENTE: (Elaboración Propia)

El 100% de encuestados marcaron como “muy buena” referente al nivel de satisfacción final, además refieren los siguientes comentarios:

“Es interactiva”, “Es colorida”, “Es fácil de usar”, “Tiene pocos botones”, entre otros.

2.6.7 Resultados

Luego de haber realizado el correspondiente análisis de las preguntas efectuadas en la encuesta se puede obtener la información necesaria para verificar que la aplicación construida basada en tecnologías de Realidad Aumentada y Realidad Virtual.

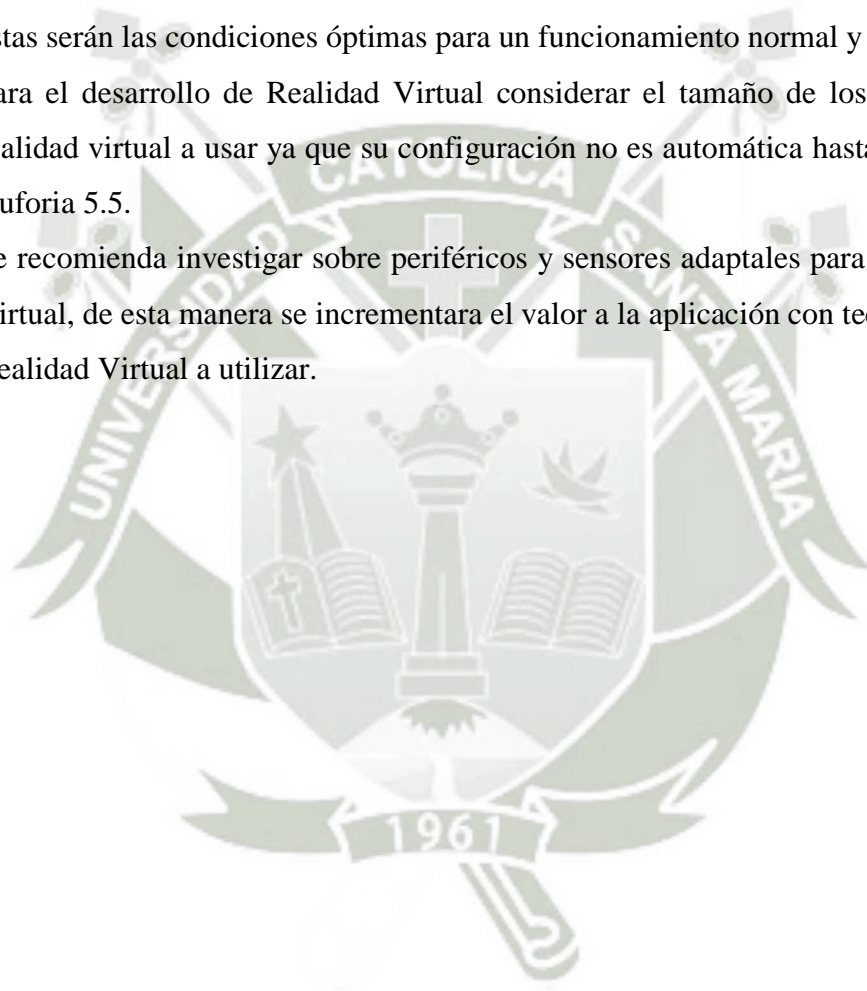
De esta manera podemos decir que se obtuvo una respuesta satisfactoria en la Aceptación del aplicativo móvil desarrollado.

Conclusiones

1. El uso de tecnologías emergentes tales como Realidad Virtual y Realidad Aumentada tienen diversos campos de aplicación y son consideradas de gran beneficio para el turismo en nuestra localidad por este motivo se creó un aplicativo móvil que servirá de guía interactivo dentro del recorrido de un centro cultural.
2. El Sistema operativo más óptimo y escogido para el desarrollo del aplicativo fue Android ya que abarca el 80.7% del mercado por S.O. Móvil hasta el 2015. Según se muestra en la pag. 32.
3. El SDK de Realidad Virtual más adecuado para el desarrollo del aplicativo fue Google Cardboard v0.7. Según se muestra en la pag. 50.
4. El SDK de Realidad Aumentada escogido para el desarrollo del aplicativo fue Vuforia v5.5. Según se muestra en la pag. 48.
5. Se realizaron encuestas que pueden validar que el aplicativo de software responde correctamente a sus propósitos tales como Reconocimiento de Patrones y Visualización de entornos 360°.
6. El nivel de satisfacción de los usuarios es de un 100% y recomendarían el uso en diversos centros culturales, asimismo el uso de este aplicativo fue considerado “Muy fácil de manejar” en su mayoría de respuestas en un test realizado a un grupo de usuarios.
7. Los entornos virtuales crean un mayor nivel de atención y de experiencia ya que involucra mayor atención en la visión.
8. Los marcadores (targets, códigos QR) son un elemento muy importante ya que deberá tener detalles bien definidos ya que de esto dependerá el tiempo de demora en que la cámara del dispositivo demora en reconocerla.

Recomendaciones

1. Para el desarrollo de futuros trabajos se recomienda utilizar la versión de Unity 3D superior a 5.2 la cual es estable y compatible con las últimas versiones hasta mayo de 2016.
2. Se recomienda tener conocimientos previos en modelamiento 3D de preferencia en Sketch Up, Blender o 3D Max los cuales exportan formatos compatibles con Unity para poder cargar el contenido 3D.
3. Considerar los requisitos previos en el desarrollo de futuras aplicaciones ya que estas serán las condiciones óptimas para un funcionamiento normal y estable.
4. Para el desarrollo de Realidad Virtual considerar el tamaño de los visores de realidad virtual a usar ya que su configuración no es automática hasta la versión Vuforia 5.5.
5. Se recomienda investigar sobre periféricos y sensores adaptables para un entorno Virtual, de esta manera se incrementara el valor a la aplicación con tecnología de Realidad Virtual a utilizar.



Referencias Bibliográficas

- DePeru.com. (11 de Noviembre de 2016). *Museos en DePeru.com*. Obtenido de <http://www.deperu.com/cultural/museos>
- 360 Virtual Tour. (15 de Septiembre de 2015). *Promoción Inmobiliaria*. Obtenido de <http://www.360virtualtour.info/ejemplos-en-diversos-sectores/promocion-inmobiliaria/>
- Agencias Comunicación. (17 de Enero de 2016). *Realidad aumentada: productividad empresarial e interacción con el mobile commerce*. Obtenido de <http://www.agenciasdecomunicacion.org/comunicados-de-prensa/realidad-aumentada-productividad-empresarial-e-interaccion-con-el-mobile-commerce.html>
- ARTookKit. (23 de Agosto de 2016). *ARTookKit Software*. Obtenido de <https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- ArtoolKit. (14 de Agosto de 2015). *Documento. "History"*. Obtenido de <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/history.htm>
- Black Bear Solutions. (16 de Septiembre de 2016). *Virtual Reality reshaping business*. Obtenido de <https://blackbearsolutions.nl/virtual-reality-reshaping-business/>
- Blanco-Pons, S., Carrión-Ruiz, B., & Lerma, J. L. (2016). *Review of augmented reality and virtual reality techniques in rock art*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jose_Lerma/publication/308941231_REVIEW_OF_AUGMENTED_REALITY_AND_VIRTUAL_REALITY_TECHNIQUES_IN_ROCK_ART/links/57fc015908ae51472e7e82f0.pdf
- Bmw. (15 de Noviembre de 2015). *BMW Augmented Reality*. Obtenido de http://www.bmw.com.ph/asia_dl/ph_en/owners/service/research_projects/augmented_reality/augmented_reality_introduction_2.html
- Carpenter, T. K. (15 de Noviembre de 2015). *ISMAR09 HMD Review*. Obtenido de <http://thomaskcarpenter.com/2009/10/21/ismar09-hmd-review/>
- Devia V., M., Chumbi M., G., Saavedra E., N., Poveda A., P., & Montenegro S., G. (2013). *Usabilidad de la realidad aumentada como herramienta interactiva en entornos de aprendizaje escolar*.
- Devia V., M., Chumbi M., G., Saavedra E., N., Poveda A., P., & Montenegro S., G. (2013). *Usabilidad de la realidad aumentada como herramienta interactiva en entornos de aprendizaje escolar*.
- Diario el Pais Colombia. (17 de Agosto de 2015). *Google quiere ganar terreno en el negocio de la realidad virtual*. Obtenido de <http://www.elpais.com.co/elpais/tecnologia/noticias/google-quiere-ganar-terreno-mercado-realidad-virtual>

- Diario Gestion. (15 de Febrero de 2016). *El boom del turismo en el Perú: de solo Machu Picchu a un país multideestino*. Obtenido de <http://gestion.pe/economia/boom-turismo-solo-machu-picchu-pais-multideestino-2138679>
- Digitalavmagazine. (13 de Agosto de 2016). *La realidad virtual permite sumergirse en el mundo surrealista de Dalí*. Obtenido de <http://www.digitalavmagazine.com/2016/01/25/la-realidad-virtual-permite-sumergirse-en-el-mundo-surrealista-de-dali/>
- El Androide Libre. (24 de Noviembre de 2015). *Las mejores aplicaciones para Google Cardboard*. Obtenido de <http://www.elandroidelibre.com/2014/12/la-mejor-seleccion-de-apps-para-google-cardboard-en-google-play.html>
- El Expreso. (14 de Enero de 2016). *Uso de Realidad Virtual en el tratamiento sicológico*. Obtenido de <http://expresocampeche.com/notas/vida/2013/01/15/usan-realidad-virtual-en-tratamiento-psicologico/>
- Engadget. (16 de Enero de 2016). *The sights and scents of the Sensorama Simulator*. Obtenido de <http://www.engadget.com/2014/02/16/morton-heiligs-sensorama-simulator/>
- Fibrum Inc. (10 de Noviembre de 2016). *Fibrum Sdk*. Obtenido de <http://fibrum.com/sdk/>
- Gartner. (17 de Marzo de 2015). *Gartner Says Worldwide Smartphone Sales Grew 9.7 Percent in Fourth Quarter of 2015*. Obtenido de <http://www.gartner.com/newsroom/id/3215217>
- Gimeno, V. (2011). *Realidad Aumentada Fundamentos y Aplicaciones*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Google Inc. (23 de Agosto de 2016). *Google Cardboard SDK*. Obtenido de <https://developers.google.com/cardboard/overview>
- Guamán Campoverde, V., & Cuvi Ocaña, N. (2015). *Implementación de una aplicación móvil de realidad aumentada para el proceso enseñanza-aprendizaje de la flora del campus epoch. Caso practico: escuela de ingeniería forestal*. (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4340>
- Guillem Ortiz, F. (2012). *UPV-MobARGuide Aplicación Android de Realidad*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Hempel, J. (2016). *Project HoloLens: Our Exclusive Hands-On With Microsoft's Holographic Goggles*. Obtenido de <http://www.wired.com/2015/01/microsoft-hands-on/>
- Idiso. (17 de Diciembre de 2015). *Realidad Aumentada en Turismo y Restauración*. Obtenido de <http://www.blogtrw.com/2011/11/realidad-aumentada-en-turismo-y-restauracion/>

- Internerdz. (17 de Diciembre de 2015). *La Realidad Virtual y la medicina unidas por un proposito*. Obtenido de <http://internerdz.com/la-realidad-virtual-vr-y-la-medicina-unidas-por-un-proposito/>
- Izquierdo, C. A. (2010). *Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en Dispositivos Mviles*. (Tesis de grado, Universidad Politécnica de Valencia). Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8597/PFC%20-%20Desarrollo%20de%20un%20sistema%20de%20Realidad%20Aumentada%20en%20dispositivos%20m%C3%B3viles.pdf>
- Javiginer. (14 de 10 de 2016). Obtenido de <http://javiginer.com/realidad-virtual-lo-que-los-ojos-ven-y-los-oidos-oyen-la-mente-se-lo-cree/>
- Julier, S., Bailot, Y., Lanzagorta, M., Brown, D., & Rosenblum, L. (2000). *BARS: Battlefield Augmented Reality System*. Advance Information Technology, Naval Research Laboratory, Washington, Estados Unidos.
- Kalkusch, M., Lidy, T., Knapp, M., Reitmayr, G., Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2002). *Structured Visual Markers for Indoor Pathfinding*. Vienna University of Technology.
- Kaudal. (04 de Enero de 2016). *Kaudal Studio - Google StreetView*. Obtenido de <http://kaudal.net/google-street-view-ya-tiene-su-version-en-realidad-virtual>
- Leiva Olivencia, J. L. (2014). *Realidad Aumentada bajo Tecnología Móvil basada en el Contexto Aplicada a Destinos Turísticos*. (Tesis doctoral, Universidad de Málaga). Obtenido de http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/7617/TDR_LEIVA_OLIVENCIA.pdf?sequence=1
- Microsoft Corporation. (13 de Agosto de 2016). *Microsoft HoloLens - Official Site*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>
- Milgram, P. T. (1994). *Augmented Reality: A class of display on the reality-virtuality continuum*. ATR Communication Systems Research Laboratories, Kyoto, Japón.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (11 de Noviembre de 2016). *PENTUR*. Obtenido de http://ww2.mincetur.gob.pe/wpcontent/uploads/documentos/turismo/documentos/PENTUR/PENTUR_Final_JULIO2016.pdf
- Minsetur. (2015). *PENTUR*. 8-10. Obtenido de http://ww2.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/documentos/PENTUR/PENTUR_Final_JULIO2016.pdf
- Mullen, T. (2011). *Prototyping Augmented Reality*. John Wiley & Sons, Inc, Indiana, EEUU.
- Nintendo. (14 de Diciembre de 2015). *Nintendo Wii*. Obtenido de <https://www.nintendo.es/Wii/Wii-94559.html>
- Nintendo. (20 de Diciembre de 2015). *Ninteno Photos with Mario*. Obtenido de <http://www.nintendo.com/giftcards/ar-cards/photos-with-mario>

- Observatorio Turístico Del Perú. (25 de Agosto de 2016). *Información económica nacional*. Obtenido de <http://www.observatorioturisticodelperu.com/badatur/informacion-economica-nacional>
- Oculus Vr. (10 de Noviembre de 2016). *Oculus Mobile SDK*. Obtenido de <https://developer.oculus.com/>
- Organic Consumer Association. (11 de 11 de 2016). *"QR" Barcodes: The Latest Plot to Keep You in the Dark about GMOs*. Obtenido de <https://www.organicconsumers.org/essays/%E2%80%98qr%E2%80%99-barcodes-latest-plot-keep-you-dark-about-gmos>
- Papaefthymiou, M., Plelis, K., Mavromatis, D., & Papagiannakis, G. (2014). *Mobile Virtual Reality featuring a six degrees of freedom interaction paradigm in a virtual museum application*. University of Crete. Obtenido de https://www.ics.forth.gr/tech-reports/2015/2015.TR462_Mobile_Virtual_Reality_Freedom_Interaction.pdf
- Papaefthymiou, M., Plelis, K., Mavromatis, D., & Papagiannakis, G. (2015). *Mobile Virtual Reality featuring a six degrees of freedom interaction paradigm in a virtual museum application*. University of Crete, Computer Science Department. Obtenido de https://www.ics.forth.gr/tech-reports/2015/2015.TR462_Mobile_Virtual_Reality_Freedom_Interaction.pdf
- Peruano, D. O. (14 de Marzo de 2010). 100,000 Sitios Arqueológicos en el Perú. pág. 10.
- Portales Ricart, C. (2008). *Entornos multimedia de realidad aumentada en el campo del arte*. (Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Valencia). Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/3402/tesisUPV2829.pdf>
- Portalportuario. (15 de Noviembre de 2015). *Jovenes emprendedores crean simulador*. Obtenido de <http://portalportuario.cl/jovenes-emprendedores-de-valparaiso-crean-simulador-de-gruas-portuarias-de-clase-mundial/>
- Que es LA. (11 de Noviembre de 2016). *¿Qué es estereoscopio?* Obtenido de <http://quees.la/estereoscopio/>
- Rekimoto, J., & Nagao, K. (1995). *The world through the computer: Computer augmented interaction with real environments*. Tokyo, Japón: ACM Symposium on User Interface Software and Technology.
- Rise.gr. (21 de Agosto de 2016). *Augmented Reality APPS*. Obtenido de <http://rise.gr/wp-content/uploads/2016/03/t-shirt-kedriki-1-1300x680.gif>
- Sabia Tic. (13 de Diciembre de 2015). *Historia de la Realidad Virtual*. Obtenido de <http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/3D/Realidad%20Virtual/web/historia.html>
- Samsung. (11 de Noviembre de 2016). *Samsung Gear VR*. Obtenido de <http://www.samsung.com/global/galaxy/wearables/gear-vr/>

Second Life Website. (10 de 2016). Obtenido de <http://secondlife.com/>

Serrano Mamolar, A. (2013). *Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android. Análisis comparativo entre ellas*. (Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia). Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18028/Memoria%20TFM%20Ana%20Serrano.pdf?sequence=1>

Statista. (05 de Mayo de 2016). *Number of apps available in leading app stores as of July 2015*. Obtenido de <http://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>

Two Reality. (20 de Mayo de 2016). *Realidad Virtual y Arquitectura*. Obtenido de <http://www.tworeality.com/realidad-virtual-y-arquitectura/>

Unity Technologies. (15 de Octubre de 2016). *Vision AR/VR Summit*. Obtenido de <http://visionsummit2016.com/>

Vera Yáñez, D. A. (2014). *Aplicación móvil para apoyar al turismo del centro histórico de Quito, utilizando realidad aumentada y geolocalización*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/8330/1/AC-SIS-ESPE-047714.pdf>

Vuforia. (11 de Noviembre de 2016). *Developer Library*. Obtenido de <https://developer.vuforia.com/library/>

Vuforia. (01 de Noviembre de 2016). *Target Manager*. Obtenido de <https://developer.vuforia.com/target-manager>

Wikitude. (05 de Noviembre de 2016). *Wikitude. See more*. Obtenido de <http://www.wikitude.com/>

Anexo 1: Plan de Proyecto

**Universidad Católica de Santa María Facultad
de Ciencias Físicas y Formales**

**Programa Profesional de Ingeniería de
Sistemas Especialidad de Ingeniería del
Software**



**PLATAFORMA INTERACTIVA APLICADA CON REALIDAD
AUMENTADA Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES PARA CENTROS
CULTURALES**

Presentado por: Vera Soto Jean Paul

Arequipa, 2014

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Caracterización del Problema

El Turismo en el Perú se constituye en la tercera industria más grande de la nación, detrás de la pesca y la minería. (Diario el Peruano, 2010), nuestra ciudad Arequipa considerada patrimonio cultural de la humanidad por UNESCO (Noviembre, 2000) es uno de los principales destinos turísticos dentro de nuestro país siendo así el número de visitantes extranjeros es predominante en nuestra zona sin embargo nuestro centro culturales no son los adecuados ya que carecen de cuidado y contenido cultural propiamente dicho, e.g. Santuarios Andinos de la UCSM el cual posee un pieza de gran atractivo como es la Momia Juanita sin embargo no es la única pieza en exhibición, además existen otras como maquetas de nuestro valle del Colca la cual carece de información, ver Figura 1.



Figura 1.: Maqueta del Volcan Misti, Museo Santuarios Andinos, Arequipa; Perú

Existen 20 museos en la región y 338 a lo largo de nuestro país (De Perú: Información nacional, 2014).

Nuestros museos actualmente no poseen de información interactiva esta área debe ser de interés y cubierta por tecnología innovadora como la Realidad Aumentada para el aprovechamiento del sector turismo.

1.2. Línea y Sub-línea de Investigación a la que corresponde el Problema

Inteligencia Artificial, Visión Computacional, Reconocimiento de Patrones.

1.3. Palabras Clave

Realidad Aumentada, Turismo móvil, Turismo AR, Realidad Aumentada

turística.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. General

- Crear una plataforma con tecnología de Realidad Aumentada que nos permita interactuar con piezas de centros culturales tales como museos a través de un dispositivo móvil con sistema operativo Android, siendo así se incrementará el valor educativo e informativo de estos museos.

2.2. Específicos

- Aplicar tecnologías emergentes en una de las principales actividades económicas en nuestro país, el turismo.
- Implantar una aplicación para dispositivos móviles la cual servirá como medio de interacción museo-visitante.
- Ayude como guía interactivo dentro del recorrido del centro cultural.
- Evaluar la aceptación de los usuarios finales.
- Redactar un informe final.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1. Estado del arte (Antecedentes del proyecto)

- **Realidad Aumentada aplicada a entornos educativos**

Bajo el concepto de Realidad Aumentada se incluyen aquellas tecnologías que permiten la superposición de Objetos tridimensionales y contenido interactivo como imágenes texto y video sobre algún tipo de marcador (patrón por el cual será representado contenido interactivo e información virtual).

De esta manera, se fusionaran objetos reales e información virtual se creando una experiencia totalmente innovadora para el usuario, la realidad aumentada es una tecnología que ayudara a enriquecer nuestra percepción de la realidad con información virtual.

- **Teléfonos y Tabletas inteligentes**

El prefijo inteligente en inglés, hace referencia a la capacidad de los dispositivos, en este caso móviles, de conectividad, computación, cálculo, instalación de aplicaciones con diferentes fines.

Gracias a su comodidad de uso y flexibilidad, la utilización de teléfonos y tabletas inteligentes, ha aumentado rápidamente sustituyendo a dispositivos como laptops, computadores de escritorios, PDAs, etc.

Este indicador será importante para el desarrollo de nuestra aplicación ya que se requerirá que los usuarios puedan manipular o portar este tipo

de dispositivos.

- **Android**

Es un sistema operativo basado en Linux, actualmente en su versión

5.0 Android Lollipop, este sistema operativo permite la instalación de aplicativos de forma libre, gratuita y con característica multiplataforma. La mayoría de sus dispositivos son programables y configurables sin ninguna restricción lo cual permitirá desarrollar e instalar este aplicativo en desarrollo de manera correcta.

3.2. Bases Teóricas del proyecto.

El desarrollo de esta aplicativo herramienta se realizara en Android y se empleara la herramienta Unity3D 4.6, la cual es una herramienta que permite la construcción de entornos 3D y 2D y el framework Vuforia 3.0 el cual nos provee de librerías básicas las cuales deberán ser optimizadas a nuestro aplicativo, cabe resaltar que Vuforia es el ganador como mejor framework de Realidad Aumentada (Auggie Award,2014).

4. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO (SOLUCIÓN PROPUESTA)

4.1. Justificación

En los últimos años la tecnología se presente en la mayoría dispositivos siendo así para nuestros teléfonos, esto permite que la mayoría de campo de actividad humanos tales como gobierno, finanzas, educación, medicina, industria, etc.

Estos avances tecnológicos han permitido que la experiencia de realidad aumentada sea posible con la incorporación de nuevos frameworks y entornos de desarrollo.

Este proyecto tiene la finalidad de incrementar el valor educativo e informativo de centros culturales tales como museos, este aplicativo servirá de herramienta de interacción museo- visitante a través de marcadores inteligentes y contenidos multimedia tales como audio y video específicos.

4.2. Resumen del Proyecto.

4.2.1. Descripción del Proyecto a medio y largo plazo.

Esta aplicación tiene como finalidad incorporarse en centros culturales tales como museos locales regionales y nacionales, la finalidad de este proyecto está en valorizar el carácter descriptivo de piezas de un museo de

modo que el visitante interactúe con las piezas de esta misma, de este modo aportaremos nuestro nivel cultural con tecnología.

422. Usuarios del Proyecto.

Usuarios

- Turistas y visitantes museos.

a) Beneficiados

- Universidades
- Municipalidades
- Dueños de museos

423. Beneficios.

- Aplicar tecnología emergente en una actividad económica importante para nuestro país.
- Este proyecto incrementará el valor cultural y educativo de museos locales, debido a que estos solo se exhiben como objetos, de esta forma se busca implantar una aplicación móvil en dispositivos tales como tablets y smartphones.
- Incrementar el número de visitantes para el centro cultural.

424. Localización.

Debido a ser una aplicación móvil esta será de mantenimiento y control internamente ya sea en el museo o institución cultural.

425. Análisis del futuro del Proyecto.

A futuro se busca que este proyecto pueda servir de guía personal dentro del museo donde explique cada uno de los objetos ya sea narrando una historia o mostrando contenido digital como videos, imágenes y textos, de esta forma el visitante podrá aprender más del objeto a mostrarse.

426. Riesgos que debemos afrontar.

Económicos: Modelamiento tridimensional avanzado como entornos 3D creación de campos los cuales son costosos.

Competencia: No existen debido a que la tecnología de Realidad Aumentada es una tecnología emergente.

Tecnológicos: No existen.

No tecnológicos: No existen.

5. PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.

5.1. Definición del Proyecto.

5.1.1. Aspectos Técnicos.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizara tecnología de creación de entornos 3D y 2D para esto se utilizara Unity 3D que es una herramienta de desarrollo de entornos gráficos multidimensional, para obtener el acceso al reconocimiento de patrones y posicionamiento de objetos tridimensionales se utilizara Vuforia 3.0 que es un framework, esta provee de herramientas que complementaran el uso de Unity 3D para el uso de Realidad Aumentada, este proyecto además será para móviles de esta manera se optara por la utilización Android 5.0 y para esto se requiere el Android SDK.

5.1.2. Aspectos Económicos.

Aplicación como servicio, de esta manera se tendrá un ingreso fijo por servicio, con contenido dinámico y actualizado constantemente, de modo que siempre tenga nueva información para los visitantes.

5.1.3. Aspectos Comerciales.

Actualmente los museos de nuestra localidad son pobres en contenido explicativo, con este proyecto el museo alquilara o prestara tablets a sus visitantes, así estos podrán interactuar directamente con los objetos del museo logrando satisfacción en el cliente.

5.1.4. Recursos del Proyecto.

Personal: 1 Programador y 1 diseñador.

Hardware: Tablet 10" Android, Smartphone 5" Android.

Software: Unity3D 4.6, Vuforia 3.0, Android SDK.

6. METODOLOGIA

- a) **Análisis:** Dentro de esta etapa se deberá recopilar la información de los objetos dentro del museo
- b) **Diseño:** Se deberá tomar fotografías para vectorizar y próximamente generar patrones para la aplicación. Con la información recopilada en el análisis se genera información y contenido digital que será mostrado al reconocer el patrón.

b) c) Implementación:

Se debe preparar los modelos tridimensionales para su animación, mapear patrones con modelos tridimensionales.

Implantación: Para este proceso este será exportado por el software Unity3D para próximamente ser exportado y colocado en las tablets, estas serán puestas a disposición de visitantes para pruebas

- d) **Pruebas:** Los entornos de pruebas en el reconocimiento de imágenes se dan en condiciones como:
 - Reflejos de imágenes
 - Poca luz.
 - Mucha luz.
 - Distorsiones por deterioro del patrón.

7. PLAN DE TRABAJO

Tarea	Plazo	Semanas												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Recopilacion de Información	2 semanas	X	X											
Análisis	2 semanas			X	X									
Diseño	2 semanas					X	X							
Implementación	4 semanas						X	X	X	X				

9. POSIBLE TEMARIO DEL INFORME FINAL

Epígrafe

Resumen y Abstract Introducción

Desarrollo del Tema

Capítulo 1: Descripción del
Proyecto

1.1. Objetivos Objetivo General

Objetivos Específicos

1.2. Alcances y Limitaciones

Viabilidad

Lugar Tiempo Financiación

1.3. Fundamentos Teóricos

1.3.1. Estado del arte (Antecedentes del proyecto)

1.3.2. Bases Teóricas del proyecto

1.4. Técnicas y Herramientas

1.5. Aspectos Relevantes del Desarrollo.

Capítulo 2: Documentación Técnica

2.1 Plan del Proyecto Informático.

c) Planificación temporal del proyecto

d) Estudio de viabilidad del proyecto.

2.2. Especificación de requisitos del software (Elicitación y Análisis)

2.3. Especificación de diseño

2.4. Documentación técnica de programación.

2.5. Pruebas de Ejecución.

2.6. Manuales de

Usuario

Conclusiones

Recomendaciones

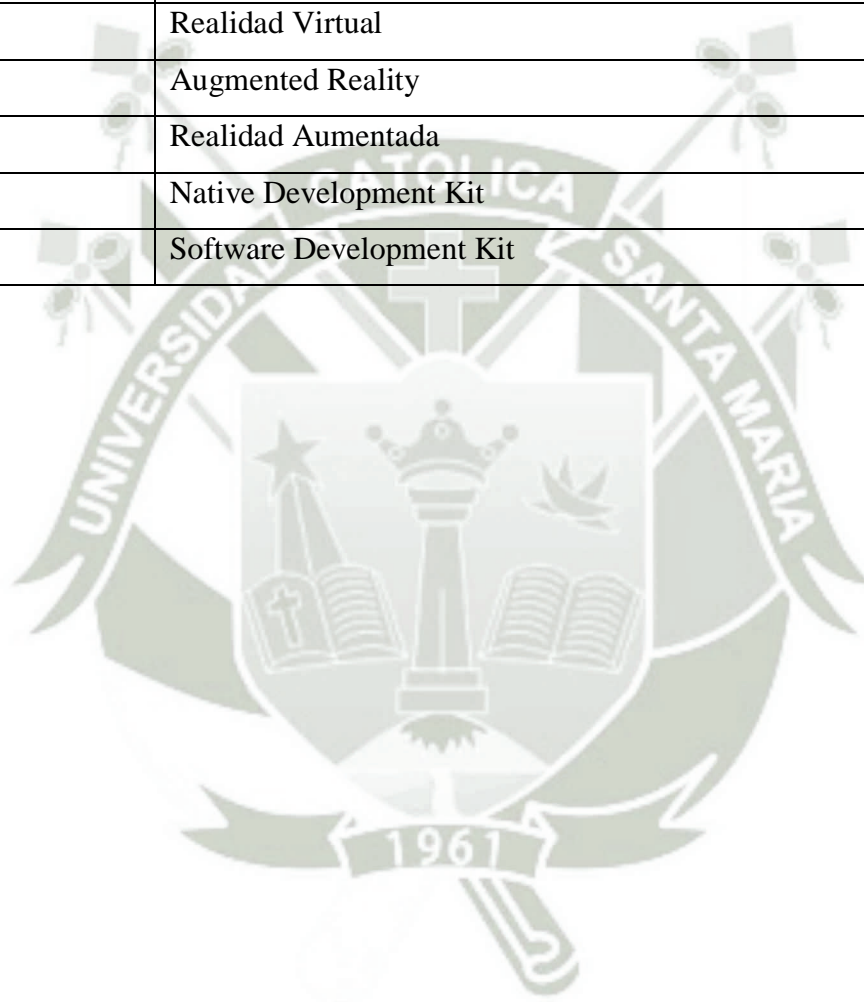
Referencias

Bibliográficas

Apéndice(s)

Anexo 2: Glosario de Términos

API	Application Programming Interface
HMD	Head Mounted Display
IDE	Interface Development Environment
Android	Sistema Operativo de Android
iOS	Sistema Operativo de Apple
VR	Virtual Reality
RV	Realidad Virtual
AR	Augmented Reality
RA	Realidad Aumentada
NDK	Native Development Kit
SDK	Software Development Kit



Anexo 3: Manual de Usuario

Objetivo:

Este manual tiene como fin orientar al usuario para que pueda aprovechar las características de este software interactivo durante su visita en el centro histórico.

Instalación:

- ✓ Debido a ser un aplicativo móvil este se encuentra como ejecutable en el archivo UCSM_AR.apk
- ✓ Android es un sistema operativo que ofrece mucha libertad, tanto a nivel de personalización como por la capacidad de instalar aplicaciones de fuera de la tienda oficial.
- ✓ En la gran mayoría de los dispositivos Android actuales el proceso es el siguiente:
 - i. Ir a **“Ajustes”** en el menú de aplicaciones del sistema operativo.
 - ii. Allí escoger la sección **“Seguridad”**.
 - iii. -Debes buscar la opción de **“Orígenes desconocidos”** y activarla.
 - iv. Te aparecerá una advertencia de seguridad, has de aceptarla.

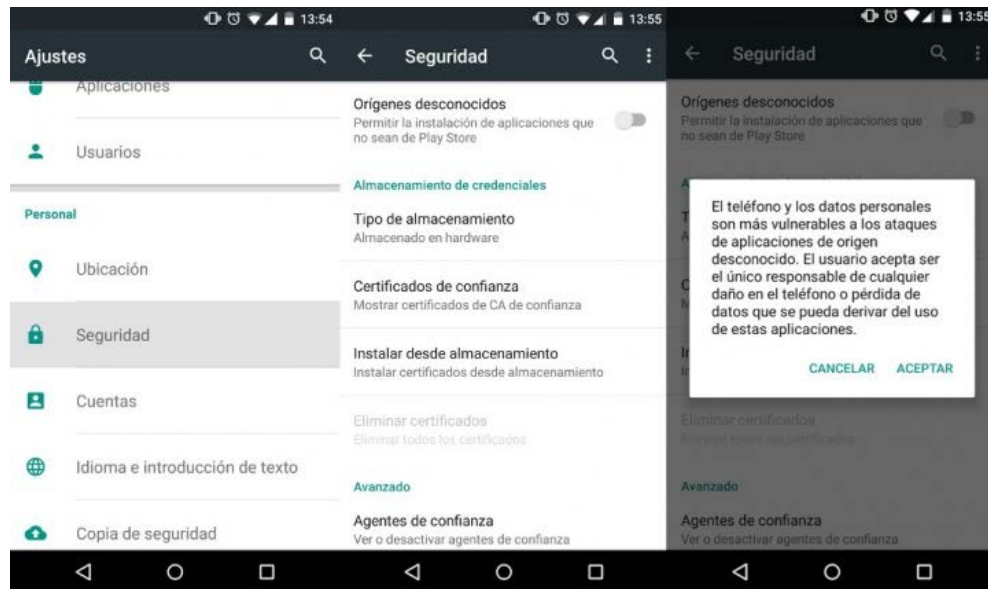


Figura 60: Proceso de habilitación Orígenes desconocidos – Android

FUENTE: (Elaboración Propia)

- ✓ Con estos pasos ya podremos instalar nuestro archivo UCSM_AR.apk que es un autoejecutable.
- ✓ Abrir el archivo y podemos observar que en los detalles esta nos pide permiso para el uso de la cámara, el acceso a internet y a no suspender el dispositivo. A continuación, hacemos clic en instalar y esperamos a que termine la instalación.



Figura 61: Instalación del Aplicativo

FUENTE: (Elaboración Propia)

Primeros pasos:

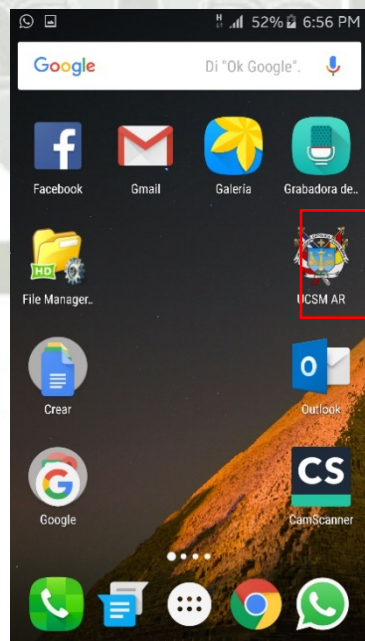


Figura 62: Pantalla Principal – Android

FUENTE: (Elaboración Propia)

Como podemos observar el aplicativo está instalado en nuestro sistema Android a continuación deben pulsarlo para abrirlo.

Pantalla de Bienvenida:



Figura 63: Pantalla Principal - Aplicativo Móvil

FUENTE: (Elaboración Propia)

Como podemos observar tenemos un menú principal en el cual debemos seleccionar el modo de uso ya sea con un smartphone o caso contrario un visor de realidad virtual para el segundo el usuario debe tener consigo unos lentes de realidad virtual para su uso ya que la visión de la pantalla en esa seleccion de ese momento será dual.

SELECCIÓN ESTANDAR



Apartar de este momento la cámara será el guía atreves de nuestro dispositivo

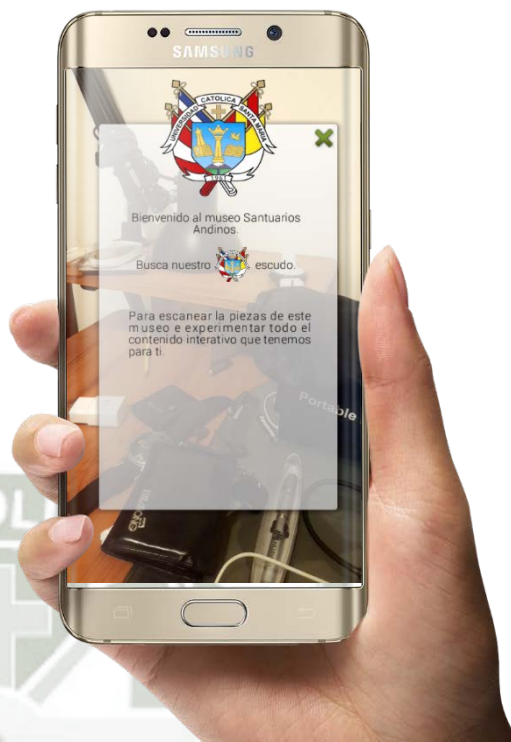


Figura 64: Instrucciones - Aplicativo Móvil

FUENTE: (Elaboración Propia)

Debemos apuntar con nuestro Smartphone todo aquel objeto o texto que contenga un distintivo de reconocible en este caso el logo oficial de la institución.

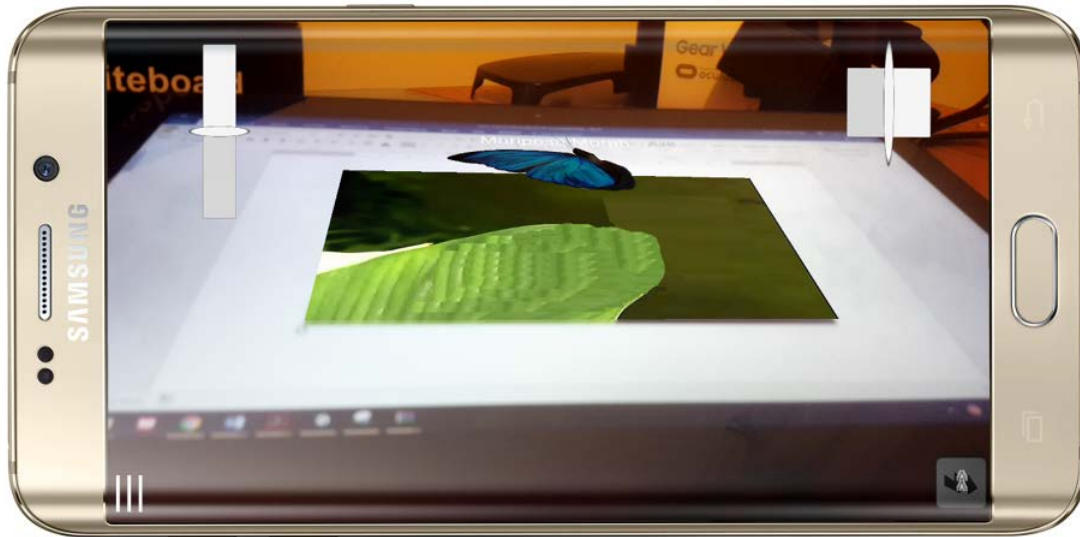


Figura 65: Objeto Reconocido y carga de 3D model - Aplicativo Móvil

FUENTE: (Elaboración Propia)

SELECCIÓN VISOR DE REALIDAD VIRTUAL

Para este caso debemos insertar nuestro Smartphone dentro de un visor de realidad virtual:

Compatible con:

Tabla 8- Principales Gafas de Realidad Virtual

Google Cardboard	VR BOX	Gear VR
		

FUENTE: (Elaboración Propia)



Figura 66: Instalación de smartphone dentro de Googel Cardboard

FUENTE: (El Androide Libre, 2015)

A continuación, se tendrá que cuadrar la línea divisora del software con el medio de los lentes.

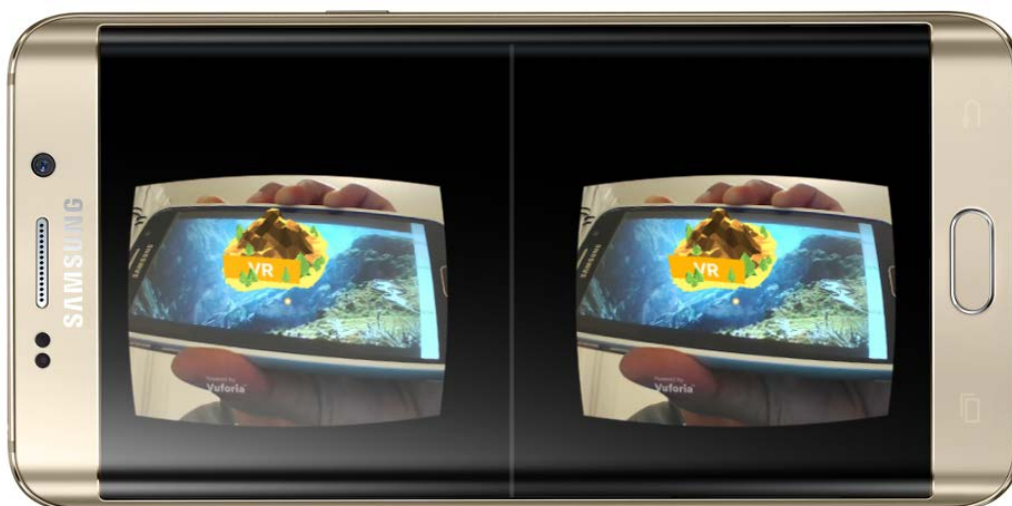


Figura 67: Vista de Realidad Virtual - Aplicativo Móvil

FUENTE: (Elaboración Propia)

Una vez instalado ubicaremos apuntando con la dirección de nuestra cabeza un objeto reconocible para encontrar su información.

Anexo 4: Resultados de Encuestas

1. Información Encuestas:

a. Pregunta 1:

¿El dispositivo presentó alguna imperfección al correr el aplicativo?

	Ninguna	1 vez	mas de 5 veces	Siempre presenta algun error
Persona 1	x			
Persona 2		x		
Persona 3	x			
Persona 4	x			
Persona 5	x			
Persona 6	x			
Persona 7	x			
Persona 8	x			
Persona 9			x	
Persona 10		x		
Persona 11	x			
Persona 12	x			
Persona 13	x			
Persona 14	x			
Persona 15	x			
	12	2	1	0

b. Pregunta 2:

Indique el nivel de Complejidad en la utilización del aplicativo.

	Muy complicado	Complicado	Entendible	Muy facil de manejar
Persona 1				X
Persona 2				X
Persona 3			X	
Persona 4				X
Persona 5			X	
Persona 6				X
Persona 7				X
Persona 8				X
Persona 9			X	
Persona 10				X
Persona 11			X	
Persona 12			X	
Persona 13				X
Persona 14				X
Persona 15				X
	0	0	5	10

c. Pregunta 3:

¿Con que frecuencia utilizaría usted este aplicativo en una visita a un museo?

	Muy pocas veces	Pocas veces	Regularmente	Siempre
Persona 1				x
Persona 2				x
Persona 3				x
Persona 4				x
Persona 5				x
Persona 6				x
Persona 7			x	
Persona 8				x
Persona 9				x
Persona 10				x
Persona 11		x		
Persona 12		x		
Persona 13				x
Persona 14				x
Persona 15				x
	0	2	1	12

d. **Pregunta 4:**

Indique el nivel de satisfacción con respecto la experiencia de Realidad Virtual.

	Poco satisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho
Persona 1			x
Persona 2			x
Persona 3			x
Persona 4			x
Persona 5			x
Persona 6			x
Persona 7		x	
Persona 8	x		
Persona 9			x
Persona 10			x
Persona 11		x	
Persona 12		x	
Persona 13			x
Persona 14	x		
Persona 15			x
	2	3	10

e. **Pregunta 5:**

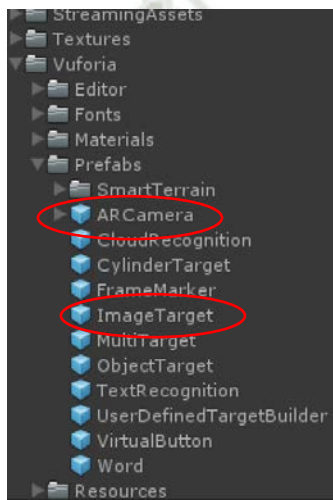
Indique el nivel de satisfacción con respecto a la interfaz del aplicativo.

	Pesima	Regular	Buena	Muy Buena
Persona 1				x
Persona 2				x
Persona 3				x
Persona 4				x
Persona 5				x
Persona 6				x
Persona 7				x
Persona 8				x
Persona 9				x
Persona 10				x
Persona 11				x
Persona 12				x
Persona 13				x
Persona 14				x
Persona 15				x
	0	0	0	15

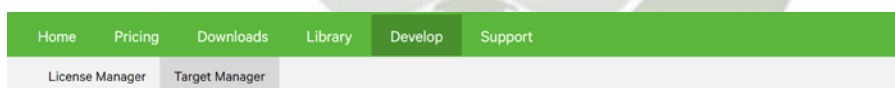
Anexo 5: Manual de creación de Realidad Aumentada y Virtual

Pasos básicos para la creación de contenido en Realidad Aumentada utilizando Vuforia SDK.

- a) Inicialmente debemos descargar el SDK mas reciente de la siguiente dirección web: <https://developer.vuforia.com/downloads/sdk>
- b) Iniciamos Unity e importamos el SDK para que este se instale en nuestro proyecto.
- c) Seguidamente debemos incluir una Camara AR y un Image Target desde el menú principal solamente arrastrando los objetos hacia la escena principal como se muestra en la siguiente figura.



- d) Luego debemos cargar una base de datos para que la cámara AR de Vuforia pueda reconocerlos, para esto debemos incluir imágenes a nuestra base de datos online.



Target Manager









Use the Target Manager to create and manage databases and targets.

[Add Database](#)

Database	Type	Targets	Date Modified
Carros4D	Device	9	Jul 18, 2016 11:58
EspinarAR	Device	3	Sep 04, 2016 21:54
Imagenes3D	Device	24	Oct 01, 2015 16:59
Lalberica	Device	1	Nov 26, 2015 23:58
MallOfertas	Device	1	Oct 29, 2015 18:42
PokemonGOCards	Device	25	Aug 06, 2016 20:11
Samples	Cloud (Legacy)	7	Aug 25, 2015 02:10
TesisUCSM	Device	8	Dec 11, 2016 18:46

- e) Crearemos una nueva Base de datos de tipo “Device” como se muestra en la imagen anterior.
- f) Seguidamente debemos incluir los “Target” que serán nuestra imagen patrón.

Targets (8)

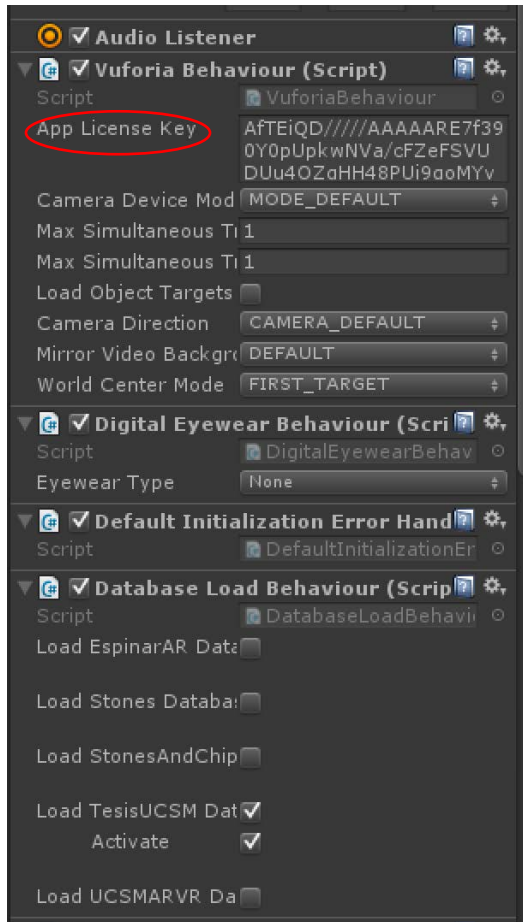
<input type="checkbox"/>	Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
<input type="checkbox"/>	 simulador_condor	Single Image	★★★★★	Active	Dec 11, 2016 18:46
<input type="checkbox"/>	 condorfinal	Single Image	★★★☆☆	Active	Dec 11, 2016 14:42
<input type="checkbox"/>	 condor3	Single Image	★★★★☆	Active	Dec 05, 2016 19:46
<input type="checkbox"/>	 campesinaESP	Single Image	★★★★★	Active	Dec 05, 2016 19:45
<input type="checkbox"/>	 VideoArequipa	Single Image	★★★★★	Active	Nov 26, 2016 13:29
<input type="checkbox"/>	 mapa	Single Image	★★★★☆	Active	Nov 26, 2016 13:29
<input type="checkbox"/>	 logo-universidad-catolica-de-santa-...	Single Image	★★★★★	Active	Nov 26, 2016 13:28
<input type="checkbox"/>	 Colca360	Single Image	★★★★☆	Active	Nov 26, 2016 13:28

Last updated: Today 11:16 PM

- g) A continuación, importemos una imagen seleccionada en nuestro equipo y terminaremos presionando OK.

Rating	Status	Date Modified
★★★★★	Active	Dec 11, 2016 18:46
★★★☆☆	Active	Dec 11, 2016 14:42
★★★★☆	Active	Dec 05, 2016 19:46
★★★★☆	Active	Dec 05, 2016 19:46

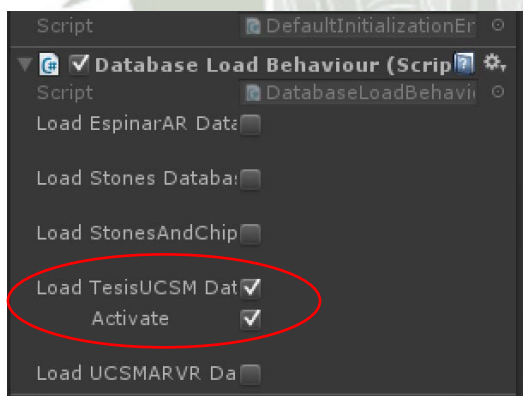
- h) Finalmente descargaremos la base de datos en formato Unity Editor para luego ser incluida en nuestro proyecto.
- i) Por otra parte para que nuestra Cámara AR funcione deberá tener un App License Key.



j) Este podemos conseguirlo desde el siguiente link:

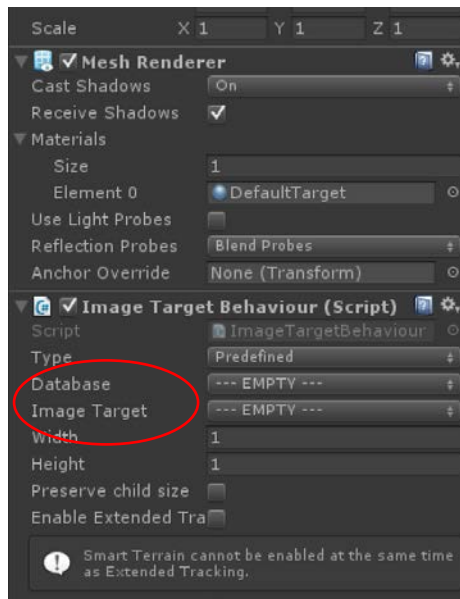
<https://developer.vuforia.com/targetmanager/licenseManager/licenseListing>

k) Finalmente activaremos la Base de datos en nuestra Camera AR.

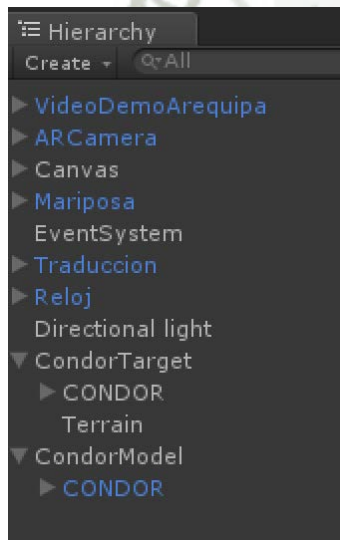


l) Muy bien a partir de aquí nuestro aplicativo contara con una cámara habilitada para la Realidad Aumentada, lo que debemos hacer ahora es presentar un “Image Target” el cual será cargado con una imagen que podemos seleccionar desde nuestra base de datos que anteriormente se importó.

- m) Para esto solo basta en seleccionar las propiedades del Image Target y buscar la opción de Data Base e Image Target para seleccionar un elemento que su lista nos presenta.



- n) Lo que sigue a continuación es incluir contenido multimedia dentro de la jerarquía del Image Target creado.

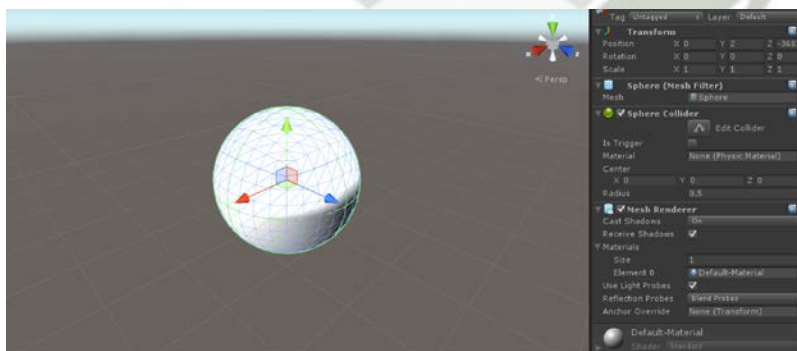


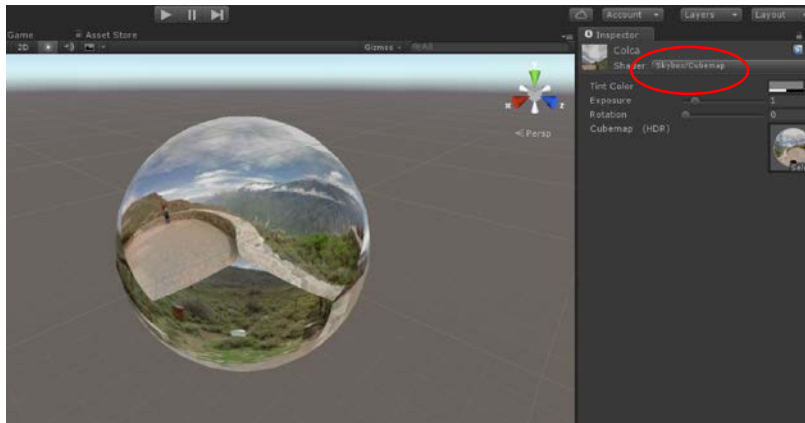
- o) Muestra dentro de la imagen anterior es por ejemplo dentro del CondorModel esta cargado el CONDOR MODELO 3D el cual solo aparecerá con el reconocimiento de nuestro marcador una vez que este en vivo.
- p) De la misma manera se podrá incluir todo tipo de contenido multimedia que se reproduzca en vivo al enfocar un Image Target.
- q) De esta manera podremos tener una aplicación en Realidad Aumentada.



Pasos básicos para la creación de contenido en Realidad Virtual usando Google Cardboard SDK y Vuforia:

- a) Primero se importará dentro de la plataforma de Unity una imagen panorámica 360° luego debemos formatearla a Cubemap para que pueda luego ser cargada en un **Material**.
- b) Luego hacer clic derecho en el espacio de Project y continuación “create material”.
- c) Dentro de este nuevo material se configura el Shader que será el contenido del **Material** creado. Se cambiará este a Cubemap/ Skybox y cargamos nuestra imagen previamente formateada.
- d) De este modo se podrá crear un objeto esférico en blanco y cargar como **Material** de éste el que acabamos de crear. Obteniendo un resultado como el siguiente.

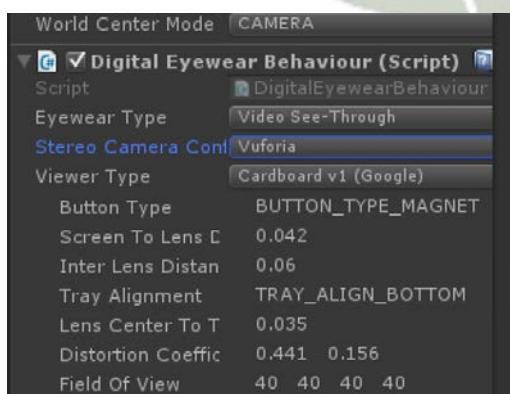




- ✓ Seguidamente se insertará nuestra cámara (que será el punto de partida del aplicativo) en el centro de éste, de este modo se podrá obtener una vista 360°.



- ✓ Verificar que el dispositivo seleccionado sea un Cardboard v1 o el que se esté utilizando de lo contrario la vista será borrosa y no se podrá apreciar la imagen correctamente.



Toda esta información puede ser descargada con el proyecto que Vuforia nos provee en el siguiente enlace:

<https://developer.vuforia.com/downloads/samples>

Acceder y descargar **Digital Eyewear**

