



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

**CARRERA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS Y
COMPUTACION**

**Desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada
usando la herramienta metaio aplicada al turismo en el Cantón
Chambo**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero en
Sistemas y Computación**

Autora:

Ramos Santarrosa Daniela Briggete

Tutor:

Msc. Pamela Alexandra Buñay Guisñan

Riobamba, Ecuador. 2022

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Daniela Briggete Ramos Santarrosa con cédula de ciudadanía 0605103472, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: Desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada usando la herramienta metaio aplicada al turismo en el Cantón Chambo, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 23 /11/2022.



Daniela Briggete Ramos Santarrosa

C.I:0605103472

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD AUMENTADA USANDO LA HERRAMIENTA METAIO APLICADA AL TURISMO EN EL CANTÓN CHAMBO", presentado por Daniela Briggete Ramos Santarrosa, con cédula de identidad número 0605103472, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba al 30 de noviembre del 2022.

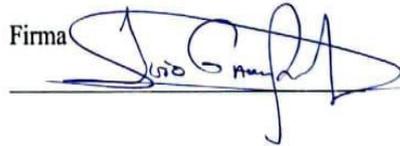
Mgs. Ximena Alexandra Quintana López
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma



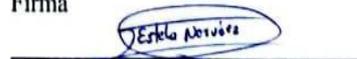
Mgs. Luis Gonzalo Allauca Peñafiel
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma



PhD. Miryan Estela Narváez Vilema
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma



Msc. Pamela Alexandra Buñay Guisñan
TUTOR

Firma



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD AUMENTADA USANDO LA HERRAMIENTA METAIO APLICADA AL TURISMO EN EL CANTÓN CHAMBO", presentado por Daniela Brigete Ramos Santarrosa, con cédula de identidad número 060510347-2, bajo la tutoría Msc. Pamela Buñay; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba al 30 de noviembre del 2022

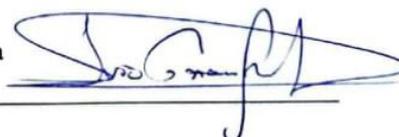
Mgs. Ximena Alexandra Quintana López
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma



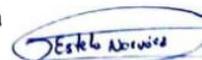
Mgs. Luis Gonzalo Allauca Peñafiel
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma



PhD. Miryan Estela Narváz Vilema
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma



CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



CERTIFICACIÓN

Que, **RAMOS SANTARROSA DANIELA BRIGGETE** con CC: **060510347-2**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MOVIL USANDO LA HERRAMIENTA METAIO APLICADA AL TURISMO EN EL 4CANTON CHAMBO**", cumple con el 7%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 23 de noviembre de 2022



FIRMADO DIGITALMENTE POR:
PAMELA
ALEXANDRA BUNAY
GUISAN

MsC. Pamela Buñay
TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a la Virgencita de Catequilla, familia por su comprensión y apoyo incansable, a mi madre por sus innumerables sacrificios, por enseñarme a desafiar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desmayar, por darme todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi constancia y mi compromiso, todo con una gran porción de amor y sin pedir nunca nada a cambio
A mis hermanos y amigos que me apoyaron en los más momentos difíciles con su amor y sus conocimientos de verdad gracias de todo corazón.

Daniela Ramos

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la sabiduría necesaria para llegar a la cima de este trabajo y al término de mi carrera universitaria, a mi familia por su apoyo constante en todos los aspectos, a la institución por todo el aprendizaje alcanzado en mi formación para convertirme en un profesional, mis maestros por sus lecciones, mis tutores por su dedicación y compromiso. Su conocimiento, orientación, forma de trabajar, paciencia y motivación fueron fundamentales para mí.

Daniela Ramos

INDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	II
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL	III
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	IV
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVI
CAPÍTULO I.....	17
INTRODUCCION.....	17
1. Planteamiento del Problema	18
1.1 Problema y Justificación	18
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo General	19
1.2.2 Objetivos Específicos	19
CAPÍTULO II.....	20
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Antecedentes de la RA.....	20
2.2 Antecedentes investigativos.....	24
2.3 Fundamentación teórica	26
2.3.1 Que es realidad aumentada.....	26
2.3.2 Componentes de la realidad aumentada	27
2.4 Tipos de Realidad Aumentada	27
2.5 Herramientas de realidad aumentada con sus librerías	30

2.5.1	ARcore	30
2.5.2	Vuforia	31
2.5.3	Metaio.....	32
2.5.4	Wikitude	35
2.6	Comparativa.....	36
2.7	Plataformas de desarrollo.....	37
2.7.1	Unity.....	37
2.7.2	Estrategias para la creación de objetos 3D.....	38
CAPÍTULO III		40
3.	METODOLOGIA	40
3.1	Tipo y diseño de investigación	40
3.1.1	Metodología de investigación	40
3.1.2	Técnica de investigación	40
3.1.3	Técnicas de recolección de datos	40
3.2	Desarrollo del aplicativo utilizando la metodología Iconix.....	40
3.2.1	Fases de la metodología	41
CAPÍTULO IV		53
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1.1	Resultados	53
4.1.2	Discusión.....	58
CAPÍTULO V		59
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1.1	Conclusiones	59
5.1.2	Recomendaciones.....	59
6.	BIBLIOGRAFÍA	59
7.	ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ejemplos de la realidad aumentada	20
Tabla 2: Diferentes tipos de realidad aumentada.....	28
Tabla 3: Librería de ARcore	31
Tabla 4: Librería de Vuforia.....	31
Tabla 5: Características del SDK	33
Tabla 6: Librería de Wikitude	35
Tabla 7: Comparación de las librerías de cada herramienta.....	36
Tabla 8: Iniciar realidad aumentada	41
Tabla 9: Generar contenido de realidad aumentada	41
Tabla 10: Interacción mediante botones virtuales	41
Tabla 11: Redimensionar contenidos de realidad.....	42
Tabla 12: Rotar contenidos de realidad aumentada.....	42
Tabla 13: Visualizar galerías de fotografías selecta	42
Tabla 14: Reproducir audio	42
Tabla 15: Generar escena de realidad aumentada	45
Tabla 16: Interactuar modelos 3D	45
Tabla 17: Redimensionar modelos 3d	45
Tabla 18: Interactuar con módelos 3D	46
Tabla 19: Rotar modelos 3D.....	46
Tabla 20: Visualizar Información.....	46
Tabla 21: Niveles de realidad aumentada basados en marcadores y sin marcadores.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Sensorama elementos visuales, sonoros, vibración	20
Figura 2:Videoplace	20
Figura 3:Realidad Aumentada.....	20
Figura 4:mapea múltiples imágenes	21
Figura 5:Virtual	21
Figura 6: Tracking rastreo de objetos	21
Figura 7:Realidad Espacial aumentada.....	22
Figura 8: ImaginAR.....	22
Figura 9 Post Pokemon Go.....	23
Figura 10: Esquema de la Realidad aumentada.....	26
Figura 11: Cuatro trabajos principales de realidad aumentada.....	26
Figura 12: Realidad Aumentada sin marcadores	29
Figura 13: Realidad Aumentada con marcadores.....	29
Figura 14: Diagrama de flujo del SDK de Vuforia	32
Figura 15: Estructura de metaio Mobile SDK.....	34
Figura 16: Arquitectura del SDK de Wikitude.....	36
Figura 17: Realidad Aumentada en el ámbito turístico	38
Figura 18: Plano 3D.....	39
Figura 19: Modelo de Dominio	43
Figura 20: Modelo de Caso de uso	43
Figura 21: Splash inicial	44
Figura 22:Prototipo de interfaz grafica.....	44
Figura 23: Prototipo de interfaz gráfica de marcador.....	45
Figura 24: Arquitectura de la aplicación	47
Figura 25: Aplicación	47
Figura 26: Codificación del Splash en Visual Studio.....	48
Figura 27: Codificación de botones virtuales	48
Figura 28: Codificación de pase de un botón a otro	49
Figura 29: Codificación que permite modificar las características de los materiales	49
Figura 30: Codificación de clic en los objetos	49
Figura 31: Codificación para acceder a la web.....	50
Figura 32: Codificación de Animaciones	50

Figura 33: Creación de la pantalla de splashInicio.....	50
Figura 34:Menu Principal de la aplicación de Unity 3D	51
Figura 35: Pantalla de SubmenuCulturales.....	51
Figura 36: Pantalla de culturales	52
Figura 37: Pregunta 1	54
Figura 38: Pregunta 2	54
Figura 39: Pregunta 3	54
Figura 40: Pregunta 4	55
Figura 41: Pregunta 5	55
Figura 42: Pregunta 6	55
Figura 43: Pregunta 7	56
Figura 44: Pregunta 8	56
Figura 45: Pregunta 9	56
Figura 46: Pregunta 10	57
Figura 47: Anexo 1. Preguntas	63
Figura 48: Anexo 1. Preguntas	64
Figura 49: Pantalla de realidad aumentada.....	65
Figura 50: Pantalla de Galería	65
Figura 51: Pantalla de 360.....	66
Figura 52 importación del sdk metaio	66
Figura 53 import package de metaio sdk.....	66
Figura 54: Pantalla de Import	67
Figura 55: Importando el metaio sdk.....	67
Figura 56: From Data base	68
Figura 57: Pantalla de renderizado	68
Figura 58: Pantalla de atractivo mirador el pajonal.....	69
Figura 59: Prueba pantalla de atractivo aguas termales	69
Figura 60: Prueba de pantalla de santuario de catequilla	69
Figura 61: Prueba de ubicación	70
Figura 62: Apk.....	74
Figura 63: Pantalla de Inicio.....	74
Figura 64: Panta Principal	74
Figura 65: Menú Lateral	75

Figura 66: Marcadores e imprimir.....	75
Figura 67: Pantalla atractivos culturales.....	76
Figura 68: Pantalla de un atractivo cultural.....	76
Figura 69: Marcador de e santuario de catequilla.....	76
Figura 70: Visualización de los objetos en 3D.....	77
Figura 71: Visualización de museo sobre cada lugar.....	77
Figura 72: Ubicación del lugar mediante google maps.....	78
Figura 73: Pantalla de semana santa.....	78
Figura 74: Marcador de semana santa.....	78
Figura 75: Muestra de botón virtual.....	79
Figura 76: Visualización de los objetos en 3D.....	79
Figura 77: Visualización de la galería con fotografías del lugar.....	79
Figura 78: Pantalla de San Juan Evangelista.....	80
Figura 79: Marcador de Sanjuan evangelista.....	80
Figura 80: Visualización de los objetos en 3D.....	80
Figura 81: Visualización de la galería con fotografías del lugar.....	81
Figura 82: Pantalla de los atractivos naturales.....	81
Figura 83: Pantalla de la Ternas Aguayllanchi.....	82
Figura 84: Aguas termales.....	82
Figura 85: Visualización de los objetos en 3D.....	82
Figura 86: Visualización de la galería con fotografías del lugar.....	83
Figura 87: Ubicación del lugar mediante google maps.....	83
Figura 88: Pantalla de un atractivo natural.....	83
Figura 89: Marcador de Cubillines.....	84
Figura 90: Visualización de los objetos en 3D.....	84
Figura 91: Visualización de la galería con fotografías del lugar.....	84
Figura 92: Ubicación del lugar mediante google maps.....	85
Figura 93: Pantalla de un atractivo natural.....	85
Figura 94: Visualización de los objetos en 3D.....	86
Figura 95 Visualización de la galería con fotografías del lugar.....	86
Figura 96: Ubicación del lugar mediante google maps.....	86
Figura 97: Pantalla de un atractivo natural.....	87
Figura 98: Marcador.....	87

Figura 99: Visualización de los objetos en 3D	88
Figura 100: Visualización de la galería con fotografías del lugar	88
Figura 101: Ubicación del lugar mediante google maps	88

RESUMEN

La investigación se desarrolla en el ámbito turístico de Chambo, siendo éste una actividad muy importante debido a la gran cantidad de lugares potencialmente turísticos pero que carecen significativamente de información disponible y oportuna para los turistas, sin embargo teniendo un problema pero al mismo tiempo una oportunidad para proponer soluciones innovadoras y encontrar la manera de mejorar la gestión de información turística en el cantón, haciéndola más interactiva e interesante, oportuna y relevante. Es en este escenario donde la tecnología de realidad aumentada y las aplicaciones móviles ayudan a potenciar el sector turístico.

El objetivo de este proyecto está orientado al desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada, usando la herramienta metaio sdk aplicada al turismo en el cantón Chambo. El desarrollo del aplicativo se realizó mediante la aplicación de la metodología Iconix y finalmente se evaluó la usabilidad del sistema mediante el método heurístico de Nielsen, se aplicó encuestas a usuarios experimentados en usabilidad, se concluye que el 80% de los usuarios recomienda utilizar el sistema.

Palabras claves: Realidad Aumentada, metaio sdk, Aplicación móvil.

ABSTRACT

The present research is carried out in the tourist field of Chambo, this being a very important activity due to the large number of potentially tourist places, but which significantly lack of available and timely information for tourists, however having a problem but at the same time an opportunity to propose innovative solutions and find a way to improve the management of tourist information in the canton, making it more interactive and interesting, timely and relevant. It is in this scenario where augmented reality technology and mobile applications help boost the tourism sector.

The objective of this project is focus on to the development of a mobile application with augmented reality, using the metaio sdk tool applied to tourism in the Chambo canton. The development of the application was carried out through the application of the Iconix methodology and finally the usability of the system was evaluated through the Nielsen heuristic method, surveys were applied to experienced users in usability, it is concluded that 80% of the users recommend using the system.

Keywords: Augmented Reality, metaio sdk, Mobile Application.



Firmado electrónicamente por
JHON JAIRO
INCA

Reviewed by:

Lcdo. Jhon Inca Guerrero.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604136572

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

Los avances en la tecnología están permitiendo niveles sorprendentes en la humanidad, métodos innovadores para tener una vida más fácil y cómoda, el desarrollo de aplicaciones web y móvil han sido una gran tendencia permitiendo que los usuarios puedan acceder a sitios web, donde se encuentra servicios de todo tipo sin importar el lugar donde se encuentre, gracias al internet.

La investigación se desarrolla en base al turismo en el cantón Chambo, esta actividad es muy importante debido a la gran cantidad de lugares turísticos y a la vez alarmante por la falta de información para los turistas, sin embargo, esto no es motivo para no seguir innovando y encontrar la manera como mejorar la forma de llevar la información turística al usuario, haciéndola más interactiva y llamativa. Es aquí donde se junta la tecnología de realidad aumentada y el turismo, esto a través de una aplicación móvil que ayuda a llegar a la mayor cantidad de turistas.

La realidad aumentada es una de estas tecnologías que pasó de laboratorio a su masificación en aplicaciones para dispositivos móviles, y sus ámbitos de aplicación son igualmente variados. Por ser una herramienta interactiva y que llama la atención, es muy utilizada para la publicidad, marketing y turismo que crea la sensación en el usuario de ver a través de su pantalla algo que en realidad no existe. De esta forma, se entiende un medio en el que la encuesta y los objetos virtuales se agrupan con los objetos reales, ofreciendo una experiencia diferente para el usuario. (Telefónica, 2011)

Gracias al avance tecnológico se ha creado teléfonos móviles que brindan mejor procesamiento de imágenes, ayudando al desarrollo de una nueva tecnología que se denomina realidad aumentada, dicha tecnología permite capturar imágenes del mundo real a través de una cámara y posicionar sobre ella, desde información hasta objetos 3D. Esta tecnología cada vez está siendo más utilizada en diferentes campos como: educación, medicina, entretenimiento, arquitectura y turismo. (Azuma, 1997)

La información virtual tiene que estar vinculada espacialmente al mundo real de manera coherente. El apoyo de nuevas tecnologías como el uso de las herramientas de desarrollo de metaio sdk, la cual es una librería de Realidad Aumentada de código libre y gratuito.

El presente documento de la investigación se divide en cinco apartados distribuidos de la siguiente manera, Capítulo I: Planteamiento del Problema, el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, Capítulo II: marco teórico, Capítulo III: establece la metodología que se llevará a cabo en la investigación, Capítulo IV: resultados y discusión y finalmente el capítulo V: conclusiones y recomendaciones.

1. Planteamiento del Problema

1.1 Problema y Justificación

El desarrollo turístico sostenible en la actualidad es uno de los mejores patrimonios de que se genere recursos. El cantón Chambo posee diversos atractivos turísticos y gastronomía variada, que no son bien aprovechados por los propietarios de los inmuebles y la población en general. Por otro lado, el sector turístico requiere el apoyo institucional público y privado como una fuente importante de generación de ingresos y de mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, en este contexto, dentro del sector turístico se ha detectado la problemática de que los turistas no tienen una correcta descripción y guía del lugar que están visitando y no cuentan con la suficiente información en cuanto a datos históricos, valor cultural, etc.

La realidad aumentada forma parte de esta revuelta es aquella que permite abrir los ojos, distinguir la que se relaciona con el mundo de una forma sediciosa en donde es viable aplicar al universo físico de información virtual engrandeciendo el mundo. (Rigueros Bello, 2017)

Entre los avances tecnológicos aparece la realidad aumentada, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales que se crea realidad mixta en tiempo real.

Esto incluye la geolocalización que en caso del turismo brinda un apoyo significativo a los turistas al ofrecer su ubicación geográfica específica.

Por tal motivo se planteó desarrollar una aplicación móvil basada en realidad aumentada que permita mostrar los lugares turísticos de una manera dinámica y atractiva, brindando una alternativa en la búsqueda turística del cantón Chambo usando la herramienta metaio sdk. Finalmente se evaluó la usabilidad de la aplicación móvil aplicando el método heurístico de Nielsen.

metaio sdk es un software que permite crear realidad aumentada de manera fácil y visual con una amplia variedad de contenido objetos/animaciones 3D, imágenes, audio, video, entre otros. Así permitiendo la creación de aplicaciones llamativas la capacidad de agregar diversos marcadores de diferentes colores y texturas hace que no tenga problemas para trabajar.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil con realidad aumentada usando la herramienta metaio aplicada al turismo en el cantón Chambo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Investigar la herramienta metaio sdk para la realidad Aumentada.
- Diseñar e implementar la aplicación móvil que permita la visualización de los lugares turísticos de cantón chambo utilizando la herramienta metaio.
- Evaluar la usabilidad del aplicativo móvil aplicando el método heurístico de Nielsen.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la RA

En los últimos años la realidad aumentada ha dado mucho de qué hablar, ofrece buena experiencia en móviles, y combina el entorno físico real, con elementos digitales, como textos, imágenes y videos.

Es muy interesante considerar cómo y cuando nació la tecnología de realidad aumentada, se obtuvo la percepción en 1901. Existió el prosista Frank Baum, crea gafas electrónicas para representar investigación sobre las personas que se tenía al frente. (innovae, 2014)

En el año 1973, el diestro informático Myron W. Krueger, fundó la procedente red de realidad aumentada que ajustaba cámara fotográfica de video con una habilidad de atribución, hacia organizar un ambiente participativo que reconocía a los movimientos de los usuarios por medio de sombras y movimiento. Tabla 1, se observa varios ejemplos de realidad aumentada y el año.

Tabla 1: Ejemplos de la realidad aumentada

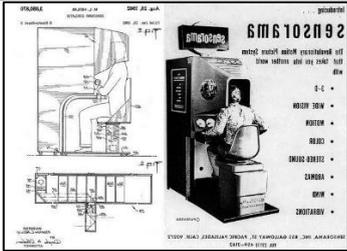
Año	Ejemplo
En el año 1973, el hábil informático Myron W. Krueger, creó la originaria red de realidad aumentada que combinaba cámaras de video con una técnica de influencia, para crear un ambiente interactivo que examinaba a los movimientos de los usuarios por medio de sombras y movimiento	
En 1975 Myron Krueger 'Videoplace' que accede a los usuarios interactuar con modelos virtuales por vez primera.	
En 1980 Steve Mann crea el primer ordenador wearable, un sistema de visión computerizado con texto y gráficos incorporados en una realidad fotográfica mediada,	

Figura 1: Sensorama elementos visuales, sonoros, vibración

Fuente: (Scothy "Fotografia", 2009)

Figura 2: Videoplace

Fuente: (Scothy "Fotografia", 2009)

Figura 3: Realidad Aumentada

En 1981, Dan Reitan Geo proyectó espacialmente varias imágenes de radares meteorológicos, así como imágenes espaciales y cámaras de memoria para mapas de realidad virtual terrestres y símbolos abstractos, que finalmente utilizó en el pronóstico del tiempo por televisión.

Fuente: (Scothy "Fotografía", 2009)



Figura 4: mapea múltiples imágenes

Fuente: (Scothy "Fotografía", 2009)

para aumentar la realidad para la televisión. En 1987 Douglas George y Robert Morris crean un prototipo funcional del sistema Realidad aumentada basada en telescopio astronómico colocado en un telescopio imágenes del cielo, estrellas y cuerpos celestes proporcionar información adicional. En 1990, el término "Realidad Mejorada" atribuido a Thomas P. Caudell. 1992 Louis Rosenberg está desarrollando uno de los primeros sistemas de realidad aumentada función llamada "Ajuste virtual" en el laboratorio



Figura 5: Virtual

Fuente: (Scothy "Fotografía", 2009)

La Fuerza Aérea de los Estados Unidos investiga a Armstrong y señalar las ventajas de esta tecnología En 1993 Loral WDL, en asistencia con el Término de Defensa de los EE. UU. enseña la primera demostración de Tecnología RA combinada con vehículos pilotados en vivo y simuladores tripulados. En 1994 fabricación teatral con acróbatas bailando junto de objetos virtuales en un escenario.

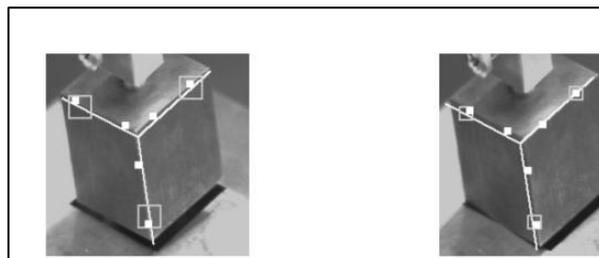


Figura 6: Tracking rastreo de objetos

En 1995 S. Ravela Massachusetts encajan un sistema visual usando cámaras monoculares para rastrear objetos, a través de vistas para la realidad aumentada.

En 2014 Mahei la generación de juguetes renovados con realidad aumentada, iba encaminado a fomentar la lectura entre los más pequeños y su objetivo era lograr que los libros cobran vida si los enfocas usando una de las tabletas que vende la compañía de juguetes. A al través de animaciones en 3D el intérprete del texto y su universo surgían en la tablet como si salieran del texto.

En 1998 'Realidad Espacial Aumentada' es introducida en la Universidad de Carolina del Norte por Ramesh Raskar, Welch y Henry Fuchs.



Figura 7:Realidad Espacial aumentada

Fuente: (Scothy "Fotografia", 2009)

En 2014 Mahei crea la primera generación de juguetes mejorados con Realidad Aumentada iba orientado a fomentar la lectura entre los más pequeños y su objetivo era lograr que los libros cobrarán vida al enfocarlos con una de las tablet que comercializa la firma juguetera. A través de animaciones en 3D el protagonista del libro y su mundo emergían en la tablet como si salieran del libro



Figura 8: ImaginAR

Fuente: (Mahei Innovation "Fotografia", 2013)

- En 2016 La realidad aumentada alcanzo oficial una gran cantidad de personas con Pokemon GO un juego para dispositivos móviles basado en la Realidad Aumentada.



Figura 9 Post Pokemon Go

Fuente: (Tuhin Bhatt "Fotografia", 2018)

El estado actual de la realidad aumentada se consigue mediante diversos desarrollos tecnológicos que logran efectuar específicamente o en conjunto, para crear realidad aumentada incluyen:

- Componentes generales de hardware: el ordenador, el monitor, los sensores y los conectores de entrada. "Regularmente, un dispositivo sujeta un ordenador, una pantalla, acelerómetros, GPS, cámara fotográfica, portavoz, etc. y sujeta todo el hardware que necesita para ser un dispositivo realidad aumentada." ("Realidad aumentada: el pasado, el presente y el futuro")
- Monitores: aunque un monitor es perfectamente capaz de mostrar datos de realidad aumentada, hay otras opciones, como los sistemas de proyección óptica, los cascos de realidad virtual, las gafas y lentillas, los sistemas de visualización head-up (HUD (Head Up Display)), las pantallas de retina (VRD), EyeTap (un dispositivo que cambia los rayos de luz capturados del exterior y los sustituye por otros generados por ordenador), la Realidad Aumentada Espacial (SAR, la cual usa las técnicas de proyección ordinarias para sustituir otras) y los visores de mano.
- Software: que se utiliza para normalizar la gramática XML para la realidad virtual. Hay distintos kits de progreso de software (SDK) que todavía ofrecen medios simples para el desarrollo de realidad aumentada. (Alfa, 2020)

Hay aplicaciones en desarrollo de bibliotecas de código abierto que soportan varios sistemas. Existía un sistema operativo móvil, una aplicación basada en realidad aumentada mejor soporte, por lo que su despliegue de desarrollo ha crecido y aplicado varios sectores.

- Arquitectura
- Comercio

- Diseño industrial
- Formación
- diversiones, pasatiempo y turismo
- La guardia
- Navegación

2.2 Antecedentes investigativos

Gracias a los visitantes, sus necesidades y deseos, en el turismo se ha creado una competencia entre los proveedores de servicios, que busca satisfacer una amplia gama de necesidades y tendencias que facilitan el proceso de viaje. El proceso de elección de un producto o servicio para que el turista comienza a disfrutarlo. Su estadía es más placentera y confortable, generando satisfacción.

Hoy en día, la realidad aumentada está floreciendo por muchos grupos y estudiosos de todo el universo en tecnologías afines, como el rastreo de la ubicación, el proceso de señales, la visualización de información, el sentido de la máquina de mercado, la generación de imágenes virtuales, información e incluso computación distribuida.

Según Hernández (2017), en su tesis “Aplicación móvil basada en realidad aumentada como aporte educativo, cultural e informativo de los objetos arqueológicos expuestos en el Museo Municipal de Guayaquil”, año 2017, realizado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, ubicado en el país de Ecuador, la investigación tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil, utilizando realidad aumentada como herramienta alternativa en la obtención interactiva de información de los objetos arqueológicos expuestos en el Museo Municipal de Guayaquil en el año 2017, siguiendo con una metodología cualitativa, llegando a la conclusión de que el desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada es importante para los usuarios ya que permite la obtención de información a tiempo real de objetos virtuales con la cámara del Android, siendo desarrollado con Unity3D y Vuforia.

Según Rodríguez y Cisneros (2017), en su tesis “Desarrollo de una aplicación móvil híbrida mediante realidad aumentada para potenciar el turismo en la ciudad de Quito”, año 2017, realizado en la Escuela Politécnica Nacional, ubicado en el país de Ecuador, la investigación tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil híbrida mediante realidad aumentada para potenciar el turismo en Quito, siguiendo una metodología cuantitativa, llegando a la conclusión de que la mayoría de los turistas que llegaban al centro arqueológico Sondor, usaban más dispositivos móviles, donde a través de herramientas de modelado 3D usando el programa Blender, las herramientas de Unity y el SDK de realidad aumentada Vuforia se desarrolló la aplicación de Realidad Aumentada para Android e iOS.

Dentro de la educación una de las más populares aplicaciones fue el “Magic Book”, un proyecto del HIT (Human Interface Technology) de Nueva Zelanda, este consiste en un libro real en el cual se ven objetos virtuales sobre las páginas. (Basogain, 2007)

En una investigación hecha por (Layona, 2018) relacionada al uso de la realidad aumentada en la enseñanza de Anatomía Humana se llevó a cabo la relación de una aplicación llamada “Digital Anatoly” destinada a ayudar a los estudiantes a tener una herramienta de aprendizaje más interactiva a diferencia de los tradicionales textos que si bien contienen mucha información siguen siendo ineficientes a la hora de ayudar a los estudiantes al entendimiento de la anatomía humana. La investigación concluye explicando que su uso facilitó el entendimiento de los diferentes conceptos de la anatomía humana, incrementando referentes a la realidad aumentada puede ser usado como ayuda a los diferentes libros de texto.

Vilma Guamán y Nelson Cuvi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el año 2015 han implementado la aplicación móvil de realidad aumentada para el sistema operativo Android denominada ARForestal para el proceso Enseñanza Aprendizaje de la flora del Campus, mediante un catálogo de imágenes de los ejemplares de flores a ser utilizado en la Escuela de Ingeniería Forestal. Para cumplir con el proyecto se tendieron un de trío aplicaciones modelo con las herramientas Vuforia, metaio sdk y Wikitude, consecutivamente se realizó una comparativo entre ellas, se logró como resultado que el SDK Vuforia es la herramienta con las mejores características. La aplicación móvil trabaja juntamente con un catálogo de imágenes de algunas plantas. En este proyecto se concluye que el manejo de la realidad aumentada en la enseñanza puede favorecer a que los estudiantes alcancen de forma más rápida y efectiva a las teorías mostrados en las diferentes materias (Wilma Guaman y Nelson Cubi, 2015)

Otro proyecto de realidad aumentada, esta vez orientado al aprendizaje de idiomas, específicamente francés, fue “Explorez”, esta vez bajo el concepto de gamificación, Explorez es una herramienta de aprendizaje basado en preguntas y en realidad aumentada. Haciendo uso del GPS convierte el campus de la Universidad de Victoria, bajo la narrativa de una búsqueda del tesoro en donde el personaje es contratado como asistente de una celebridad francesa, interactúan con diferentes objetos que les dan pistas y preguntas en forma de texto, audio o imágenes basadas en una historia, todo esto con el fin de mejorar sus habilidades del idioma francés. (Perry, 2015)

Otra investigación por parte de Víctor esta va orientado al Turi móvil semántico que consiste en proporcionar una herramienta tecnológica capaz de asistir a los turistas durante sus visitas al centro histórico de la ciudad de México en mostrar al usuario sitios con base en sus preferencias, además de la identificación y localización de sitios a su alrededor sobreponiendo información relevante de éstos. A estas funcionalidades se suman la visualización de rutas, que pueden ser aumentadas sobre un escenario real o sobre un mapa. (Eliseo, 2016)

Otra investigación por parte de Murniawan en el que se realizó una aplicación con realidad aumentada llamada “Anatomía” con el fin de poder solventar las dificultades que posean los estudiantes al momento de aprender anatomía humana, desarrollando un sistema basado en realidad aumentada ayudando así el entendimiento gracias a imágenes en 3D. Su funcionamiento es el siguiente, se obtiene una vista del mundo mediante la cámara del dispositivo móvil Android, la cámara al detectar marcadores en el mundo real es capaz de superponer objetos en 3D virtuales. Mientras los objetos están siendo

visualizados en pantalla, el usuario puede tener interacción con dicho objeto presionando en ciertas partes del órgano, mostrando información personalizada. La investigación concluye con una positiva respuesta por parte de los estudiantes, también se informa que el uso de la realidad aumentada genera un mayor interés por parte de los estudiantes al mismo tiempo que los motiva a usar la aplicación como una herramienta de apoyo en el estudio de anatomía humana. (Kurniawan, 2018)

Finalmente, un estudio hecho por (Cabero et al, 2017) se realizó con el fin de producir contenido de realidad aumentada en un ambiente de formación universitaria observando el grado de aceptación de la tecnología, los alumnos que participaron del estudio llevaban la asignatura de Anatomía y embriología humana. Para la realización del aplicativo se utilizaron las herramientas metaio sdk que aportan múltiples características de animaciones a los objetos 3D creados que se mostraran en pantalla.

2.3 Fundamentación teórica

2.3.1 Que es realidad aumentada

Es la visualización de entornos físicos del mundo real de dispositivos tecnológicos. Se combinan elementos físicos reales con elementos virtuales, consiguiendo crear realidad aumentada en tiempo real. De esta manera, se logrará una nueva forma de interacción con los dos elementos principales de nuestra sociedad, la tecnología y el medio físico. (Espinosa, 2007)



Figura 10: Esquema de la Realidad aumentada

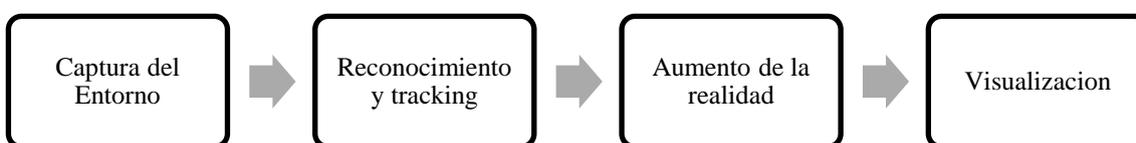


Figura 11: Cuatro trabajos principales de realidad aumentada

Fuente: Elaboración propia

En definitiva, son sus principales características las que hacen de la realidad aumentada una tecnología con un enorme potencial y una de las armas de innovación más

importantes de los próximos años de ese modo, se puede afirmar que la Realidad Aumentada se caracteriza por:

- Adoptar el universo real y el virtual
- Brindar una interacción en tiempo real
- Acomodar al entorno en que se insiere
- Interactuar con todas las capacidades físicas del entorno 3D. (Grapsas, 2019)

2.3.2 Componentes de la realidad aumentada

Está compuesto por varios elementos que al combinarse permiten que el usuario disfrute de una experiencia que combina el mundo real con el virtual. Algunos autores como se establece en los métodos o maneras de presentar la información, en este caso para dispositivos móviles, ya que hoy en día, dicha tecnología se puede implementar para diferentes equipos informáticos dan una aproximación a los componentes necesarios para que la Realidad Aumentada se genere. (Pombo, 2010)

- **ARCamera:** este componente representa la escena de realidad aumentada, que muestra la imagen capturada directamente por la cámara del dispositivo. El usuario puede configurar los aspectos como la orientación de la pantalla, la cámara (frontal o superior), entre otros. Además, usando el componente ARCameraOverlay asociado con el ARCamera, puede aparecer una barra de navegación en la pantalla.
- **ARTrackers:** este componente se corresponde con los elementos físicos utilizados para probar la realidad aumentada. Este elemento físico puede ser un marcador, un objeto externo (como una imagen) o un texto. Este componente maneja eventos, es decir, como cuando el elemento es reconocido por la cámara, cuando cambia su posición o cuando desaparece. (Pombo, 2010)
- **ARAssets:** por último, este componente permite a los usuarios definir los objetos virtuales que se representarán en una posición determinada de la pantalla, cuando un objeto físico es detectado por la misma. Estos elementos pueden ser texto, imágenes 2D o modelos 3D. Los objetos virtuales también pueden rotar, mover de posición los modelos 3D, o alejar o acercarlos usando los dedos.

2.4 Tipos de Realidad Aumentada

La realidad aumentada se puede clasificar según (Valencia, 2018) de cómo se integra el contenido en la experiencia. Tabla 2, se observa los tipos de realidad aumentada o como se clasificación.

Tabla 2: Diferentes tipos de realidad aumentada

Diferentes tipos de realidad aumentada	
Realidad Aumentada sin marcadores	Esta técnica reconoce conocimientos muy difíciles, como por ejemplo el reconocimiento de escenas afinas sin la penuria de un marcador concreto, o un seguimiento de ubicación exacto.
Realidad aumentada con marcadores a través de objetos tangibles	Es una imagen el marcador es examinado por la aplicación, el anexo puede ser visualizado.
Por geolocalización (Ubicación)	Los usos establecidos en el lugar se manejan plenamente en ligeros, y proporcionan investigación contextual sobre el ambiente que nos rodea. Con el fin de que esto marche, necesitamos saber el sitio exacto en el mapa, emplea la información ofrecida por el GPS y otras herramientas, como el giroscopio y el acelerómetro, para localizar y superponer información sobre puntos de interés. (Onirix, 2018)
Centrada en el entorno	El tipo más novedoso y consiste en calcular el lugar exacto en el que se encuentra el dispositivo respecto al conjunto de elementos que componen el espacio, permitiendo realizar funciones que antes eran inaccesibles, ya que permite desplazarse mientras el elemento virtual permanece en la posición, dando la posibilidad de aproximar, distanciar y rotar alrededor del objeto.



Figura 12: Realidad Aumentada sin marcadores

Fuente: Mario A. Martínez Latorre



Figura 13: Realidad Aumentada con marcadores

Fuente: (Quiver, 2015)

Existen muchas plataformas para el desarrollo de la realidad aumentada, algunas gratuitas y otras privadas. Como la mayoría de los privados son de uso gratuito, pero tienen algunas limitaciones y muestran una marca de agua en la pantalla, se especifican algunos modelos de herramientas de desarrollo y software Development Kit (SDK)” que apoyarán a dar una idea completa del alcance actual de la realidad aumentada. (Salazar, 2013)

El desarrollo de una aplicación con realidad aumentada además del IDE, es necesario un SDK, que no es más que una interfaz de programación de aplicaciones la cual permite el uso de algún lenguaje de programación, dependiendo del sistema operativo móvil al cual está destinada a la aplicación.

2.5 Herramientas de realidad aumentada con sus librerías

En este apartado se describirán las principales librerías de realidad aumentada.

Por cada librería se recogerán los siguientes datos:

- Breve descripción
- Última versión funciones
- Plataformas disponibles
- Tipos de licencia

Luego se compararán todas entre sí para resumir las funcionalidades que tienen, las plataformas con las que son compatibles y los lenguajes que soportan.

2.5.1 ARCore

Es la plataforma de Google para crear experiencias de realidad aumentada utilizando diferentes API ARCore permite que un teléfono sea capaz de ser consciente de su medio, opinar el mundo e interactuar con la información que este ofrece. Tabla 3, se observa la librería de Arcore con sus funcionalidades, plataformas, licencias.

ARCore usa tres capacidades claves para integrar el contenido virtual con el mundo real que ve la cámara del teléfono:

- Seguimiento de movimiento: permite que el teléfono entienda y rastree su posición en relación con el mundo.
- Comprensión ambiental: accede al teléfono revele el tamaño y la ubicación de indivisible tipo de superficies.
- Estimación de luz: permite al teléfono estimar las condiciones de iluminación actuales del entorno.

Tabla 3: Librería de ARCore

ARCore				
Funcionalidades		Plataformas	Licencias	Compañías
<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de imágenes (marcadores) • Reconocimiento de objetos • Reconocimiento de rostro • SLAM • Mapeado de áreas grandes • Estimación de luces • Puntos de anclaje en la nube 	de 2D	<ul style="list-style-type: none"> • Android 7.0 • Unity (Android, iOS) • Un real Engine • Ios 	<ul style="list-style-type: none"> • Apache 2.0 • La licencia para usar ARCore es gratuita. 	Google

2.5.2 Vuforia

Utiliza la tecnología de visión artificial para reconocer y rastrear imágenes en tiempo real. Este porte permite a los desarrolladores posicionar y orientar modelos virtuales 3D combinándolos con imágenes del mundo real. (Tokio, 2022) Tabla 4, se observa la librería de Vuforia con sus funcionalidades, plataformas, licencias.

Tabla 4: Librería de Vuforia

Vuforia			
Funcionalidades	Plataformas	Licencias	Compañía
<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de imágenes 2D (marcadores) • Reconocimiento de objetos 3D • Escáner de objetos 3D 	<ul style="list-style-type: none"> • Android • iOS • Unity 	<ul style="list-style-type: none"> • Libre y Comercial • Básica, 42\$ al mes, limita el número de marcadores por licencia a 100. • Básica con base de datos en la nube para los marcadores 99\$ al mes. • Para la versión pro, la cual incluye marcadores ilimitados, acceso 	<ul style="list-style-type: none"> • PTC Inc.

a API avanzada, y soporte en producción. Hay que contactar y hacen presupuesto a medida para la empresa.

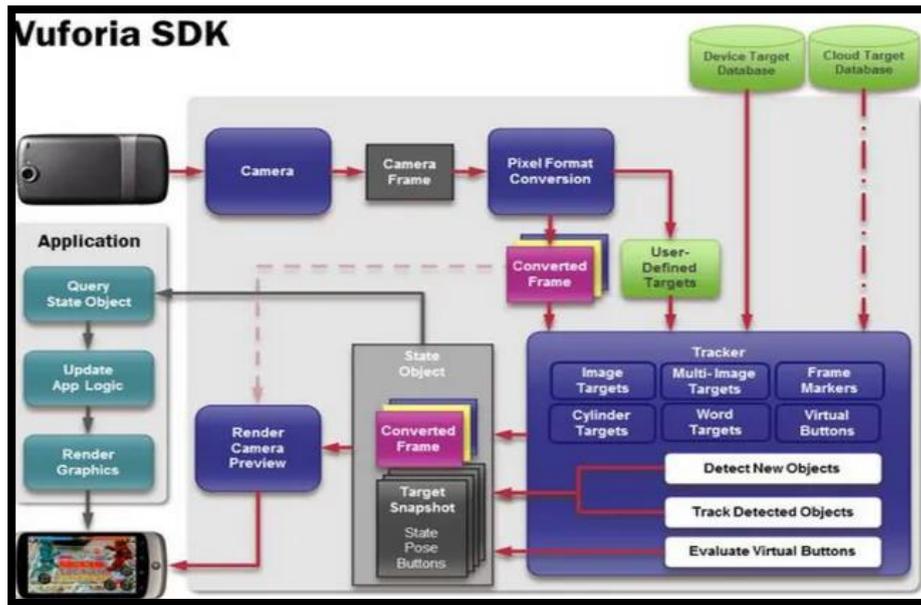


Figura 14: Diagrama de flujo del SDK de Vuforia

Fuente: (Cruz, 2014)

2.5.3 Metaio

Es la herramienta de realidad aumentada altamente manipulada en el progreso de aplicaciones móviles a nivel. Recuento de conjunto de herramientas para el desarrollo de realidad aumentada. (Metaio, 2014)

En su sitio web, se definen como galardonado SDK gratuito de metaio sdk brinda a las aplicaciones de realidad aumentada un nuevo dispositivo compatible con una mejor visualización, velocidad y estabilidad. metaio sdk permite implementación flexible y licenciamiento de su proyecto independiente o basado en la nube. Conjunto de SDK orientados a distintos sectores. Ofrece un SDK para desarrollar aplicaciones orientadas a iOS y Android. Así como productos orientados al desarrollo de aplicaciones para Marketing, Ingeniería, Diseño Web, entre otros. El SDK para aplicaciones móviles da soporte para Realidad Aumentada basada en marcadores, geolocalización y reconocimiento de formas. (Metaio, 2014)

Características

La plataforma metaio sdk, presenta un potente motor de renderizado 3D que mejora la visualización y velocidad de los modelos utilizados en las aplicaciones. También presenta reconocimiento de figuras, ya sea imágenes (2D) u objetos (3D), que puede dar soluciones de seguimiento en las aplicaciones de realidad aumentada. (Metio, 2013) Tabla 5, se observa las características del sdk.

Tabla 5: Características del SDK

Características	Descripción
Modularidad=Extensible	Puede incluir Apis externas de Software y Hardware o adaptar la aplicación para utilizar sólo aquellos módulos que se necesiten
Tecnologías Trail blazing	Seguimiento de objetos en 3D o Facetracking están disponibles en la actualidad
Programación	Diferentes capas de programación de alto nivel a bajo nivel
Renderizado	Acceder al renderizado directamente, a la captura o al seguimiento, esto confiere una máxima adaptabilidad a la aplicación.
Framework	Soporte para 64Bit y multihilo
Listo para usar las capacidades GUI	Plantillas de ejemplo y configuración integradas Proporciona una interfaz GUI para implementar aplicaciones con el SDK
Objetos	Seguimiento de texturas 2D / imagen - seguimiento de cualquier imagen para la superposición de objetos 3D
Precisión	Alta precisión en el seguimiento de Marcadores - para aquellos casos en que es necesaria una precisión muy elevada por ejemplo en la industria
Sensores	Admite sensores externos como GPS, IR, y sensores mecánicos
Video	Entrada de video en vivo SD y HD

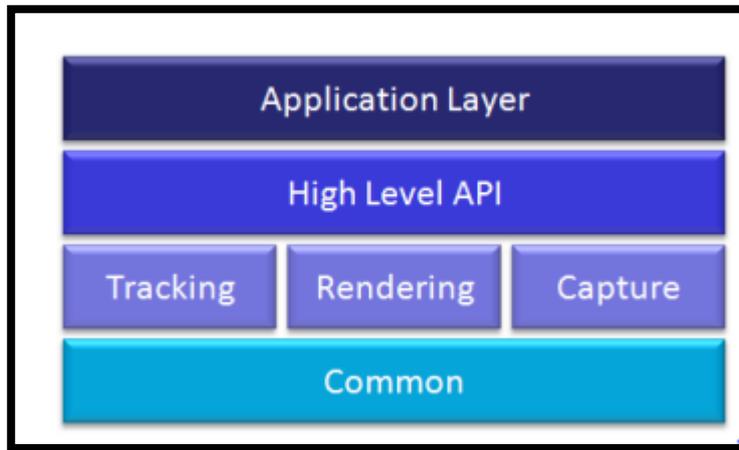


Figura 15: Estructura de metaio Mobile SDK

Arquitectura

SDK metaio está efectuando de forma modular, en tres módulos: Tracking, Captura y Renderizado. En la versión gratuita la etapa de tracking está oculta bajo una aplicación estándar adaptable mediante un archivo de configuración XML. (Mamolar, 2012)

Avisos de software

Los requerimientos mínimos de hardware y software para el funcionamiento correcto de metaio en la plataforma Android son:

- CPU que soporte ARMv64
- Acelerómetro
- Sensor magnético
- Aparato (opcional)
- Android 8 o superior
- Framework SDK metaio

El SDK metaio es framework modular que incluye el componente de captura, el componente sensor de interfaz, el componente de renderizado, el componente de seguimiento y la interfaz. La interfaz proporciona una interacción entre la aplicación y los otros 4 componentes modulares. Bajo esta configuración, los detalles de las implementaciones están encapsuladas y el usuario no tiene que preocuparse por los detalles de la captura, procesamiento, sensores o seguimiento.

Las principales funcionalidades se realizan a través de la API SDK que se comunican con las otras partes de la SDK, lo que resulta en la fácil implementación de aplicaciones de RA. El SDK metaio es compatible con las principales plataformas de desarrollo de software:

- Android

- iOS
- Unity3D
- Windows.

Las interfaces específicas de la plataforma del SDK metaio pueden interactuar fácilmente con el entorno de desarrollo. La combinación del SDK metaio y SDK de la plataforma lleva al desarrollo de las aplicaciones de realidad aumentada. (Martin, 2021)

2.5.4 Wikitude

Se trata de un proveedor de tecnología de realidad aumentada móvil con sede en Salzburgo, Austria. Fundada en 2008, Wikitude primeramente se inventó con el objetivo de facilitar experiencias de realidad aumentada asentadas en la ubicación a través de la aplicación Wikitude World Browser. En 2012, esta compañía lanzó el SDK de Wikitude, un marco de desarrollo que utiliza reconocimiento de imágenes y seguimiento, y tecnologías de geolocalización. Tabla 6, se observa la librería de wikitude con sus funcionalidades, plataformas, licencias.

Tabla 6: Librería de Wikitude

Wikitude			
Funcionalidades	Plataformas	Licencias	Compañías
<ul style="list-style-type: none"> • Geo AR (Puntos de anclaje vía GPS) • Reconocimiento de imágenes 2D (marcadores) • Reconocimiento de objetos 3D 	Soporte para Smart Glasses: <ul style="list-style-type: none"> • Epson • Moverio • Hololens • Vuzix Otras plataformas: <ul style="list-style-type: none"> • React Native • Ionic • Adobe Air • Qt by Felgo • LBAR 	<ul style="list-style-type: none"> • SDK Startup. Gratuita para Startups con menos de dos años de antigüedad y desarrolladores independientes que obtengan menos de 100.000\$ de beneficio en un año. • Wikitude Demo. Licencia de 30 días con marca de agua 499€ • Wikitude SDK PRO (Sólo con marcadores y Geo AR). 1 año de licencia 1990€ • Wikitude SDK PRO 3D (Paquete completo). 1 año de licencia 2490€ 	AR Develoment

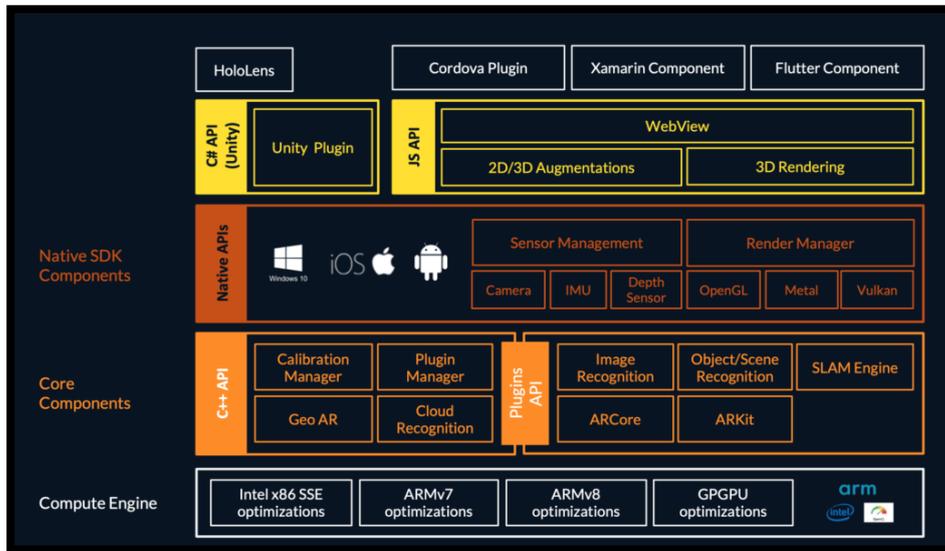


Figura 16: Arquitectura del SDK de Wikitude

Fuente: (Paula, 2020)

2.6 Comparativa

Esta sección contiene una tabla comparativa de las principales características de herramientas de desarrollo de realidad aumentada analizadas estas funciones incluyen:

- Tipo de software (gratis o de pago),
- Memoria imagen (local o remota)
- Plataforma de desarrollo
- Plataforma de destino
- Desarrollo compatibilidad con unity

Algunas cualidades de detección (tipos de imágenes compatibles, detección de múltiples imágenes, detección de rostros, superficies y objetos). Tabla 7, se observa la comparación de librerías de wikitude, vuforia, ARCore, metaio con sus funcionalidades, almacenamiento, Plataforma de destino, detección de múltiples imágenes, etc.

Tabla 7: Comparación de las librerías de cada herramienta

	Wikitude	Vuforia	ARcore	Metaio
Precio	Versión gratuita y de pago	Versión gratuita y de pago	Gratis	Versión de pago
Almacenamiento de imágenes	Local	Local o remoto	Local y remoto	Local

Plataforma de desarrollo	de	Windows, macOS, GNU/Linux	Windows, macOS, GNU/Linux	Windows, macOS, GNU/Linux	Windows, macOS, GNU/Linux
Plataforma destino	de	Android, iOS	Android, iOS	Android, iOS	Android
Desarrollo Unity	en	Si	Si	Si	Si
Detecta imágenes a la vez	múltiples	Si	Si	Si	No
Tipo de imágenes		Cualquier tipo de imagen			
Detección de superficies	de	Si	Si	Si	No
Detección de objetos	de	Si	Si	No	Si
Detección de caras		Si	Si	Si	No

2.7 Plataformas de desarrollo

metaio sdk proporciona soporte para el desarrollo nativo de cuidados de realidad aumentada para las importantes plataformas del proveedor, ofrece puntal para el desarrollo de aplicaciones de RA independientes de la plataforma.

2.7.1 Unity

Es un software de desarrollo mediante programación con editores visuales y scripts, una herramienta que crea videojuegos o entornos virtuales, multiplataforma para lograr resultados absolutamente profesionales, creado por Unity Technologies, Microsoft Unity 3D es una de las plataformas de creación de juegos más completas disponibles en la actualidad. Para una variedad de consolas públicas (PlayStation, Xbox, Nintendo) y ordenadores de escritorio (computadoras, Linux, Mac), navegadores, móviles (incluidas plataformas como iOS, Windows y Android).

Unity tiene una gran variedad de características que llaman la atención a la hora de desarrollar una aplicación y por consiguiente su elección. Estas características son:

- Sencilla interfaz y fácil manejo.
- Store de assets (son os elementos que componen el videojuego, es decir las animaciones, sonidos, modelos, etc.)
- Potencia en todos los entornos.
- Optimización de tiempo.
- Característica multiplataforma.



Figura 17: Realidad Aumentada en el ámbito turístico

Tiene con un motor de renderizado completamente integrado con una gama completa de herramientas de visualización y flujo de trabajo rápido para crear contenido 3D interactivo. El entorno de Unity brinda acceso al desarrollo multiplataforma lo que simplifica enormemente el desarrollo de videojuegos, entre las principales plataformas de desarrollo de Unity se destacan Android, IOS, PC. (Sánchez, 2014)

Las principales características se presentan en:

- ✓ **Flujo de trabajo:** te permite agrupar escenas rápidamente en tu espacio de trabajo con editor intuitivo y escalable. (Escudero, 2016)
- ✓ **Calidad:** le permite crear juegos con las imágenes los sonidos y las acciones de nivel mas realistas que se ejecutan sin problema y con claridad en cualquier pantalla
- ✓ **2D y 3D:** Proporciona herramientas especializadas para crear contenido 2D y 3D con flujo de trabajo eficiente utilizando convenciones comunes.
- ✓ **Mecanim:** El potente y flexible sistema de animación de Unity con características únicas te permite dar vida a cualquier personaje u objeto con movimientos
- ✓ **Rendimiento:** rendimiento fiable, velocidades de fotogramas estables y una gran experiencia de juego en todas las plataformas de destino.
- ✓ **Multiplataforma:** ningún otro motor de juego le permite elegir entre tantas plataformas de publicación con poco o ningún esfuerzo de implementación.
- ✓ **Colaboración:** el control total de la versión de todo el contenido del juego le permite recibir cambios de otros miembros del equipo al instante.

2.7.2 Estrategias para la creación de objetos 3D

Para la creación de objetos 3D es preciso considerar:

- ✓ Utilizar la misma escala en la creación de todos los objetos 3D que se van a utilizar en la aplicación.
- ✓ Tratar de minimizar el número de vértices (polígonos) de los objetos 3D, con el objetivo de minimizar su tamaño y maximizar el rendimiento en dispositivos de poca capacidad computacional.
- ✓ Tomar en cuenta la interacción con los objetos que se utilizará en la aplicación. Por ejemplo, si se tiene un vehículo en 3D, y si se desea interactuar con cada una de sus partes (ruedas, puertas, chasis, etc.), es necesario que cada parte sea un objeto independiente para facilitar su tratamiento dentro de la aplicación.
- ✓ Las texturas de los objetos 3D deben ser trabajadas como imagen, ya que, si se utiliza otro método, dificulta su reconocimiento y adecuada visualización.
- ✓ La ubicación del objeto 3D en escena (plano (x, y, z)) debe ser tomada en cuenta desde la creación del objeto, para evitar la superposición de objetos entre sí. Esto es de vital importancia cuando se trabaja con múltiples objetos en un mismo marcador. (Adobe, 2021)

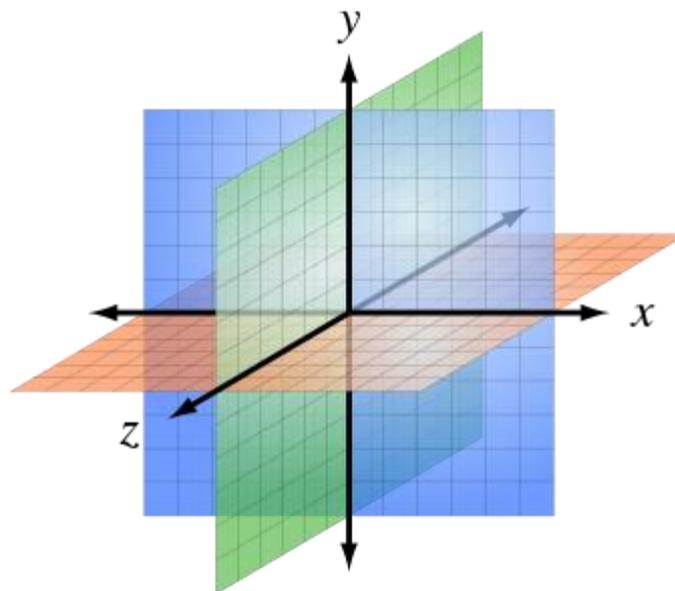


Figura 18: Plano 3D

Fuente: (Unity, 2018)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA

Para el desarrollo de la aplicación móvil con realidad aumentada se utilizó la herramienta metaio sdk, aplicada al turismo en el cantón Chambo se aplicó la metodología de desarrollo Ágil ICONIX, la cual es una metodología que puede controlar actividades y procesos.

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación estuvo regida bajo el enfoque mixto porque se evaluó la usabilidad de la aplicación de realidad aumentada en un Smartphone que tenga Android como sistema operativo, utilizando el método heurístico de Nielsen mediante la aplicación de encuestas a usuarios expertos.

3.1.1 Metodología de investigación

La investigación se basó en el enfoque deductivo iniciando con la ingeniería de software, los modelos de procesos, metodologías ágiles y finalmente en el estudio y análisis de la metodología ICONIX.

3.1.2 Técnica de investigación

- **De campo:** La investigación se ejecutó en la misma zona de los hechos y directamente con los miembros del departamento de turismo en el cantón Chambo.
- **Bibliográfica:** Se buscó en diferentes fuentes, medios y teorías que ayudó a encontrar respuestas prácticas a lo que estaba investigando.

3.1.3 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó las siguientes técnicas:

- **Entrevista:** se utilizó esta técnica para mantener contacto directo con los beneficiarios, estableciendo varias entrevistas con el departamento de turismo del cantón Chambo, con el fin de levantar los requerimientos.
- **Encuesta:** se utilizó esta técnica con la finalidad de conocer el grado de usabilidad del aplicativo móvil con realidad aumentada aplicada a usuarios expertos. (Anexo 1)

3.2 Desarrollo del aplicativo utilizando la metodología Iconix

Es una metodología ágil con un claro proceso simplificado, iterativo e incremental que unifica un conjunto de métodos de orientación a objetos con el propósito de abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto, está adaptada a los patrones de UML, su proceso dirigido por casos de uso. Posee cuatro fases y cuatro hitos de fácil comprensión y aplicación. Cada paso que se realiza está definido por un requisito, se define la

trazabilidad como la capacidad de seguir una relación entre los diferentes artefactos de software producido. (Navarro, 2016)

3.2.1 Fases de la metodología

3.2.1.1 Análisis de Requisitos

Dentro del análisis de requisitos se encuentra los requerimientos funcionales y no funcionales corresponde al desarrollo de la aplicación móvil con realidad aumentada usando la herramienta metaio sdk aplicada al turismo en el cantón Chambo.

3.2.1.2 Especificación de Requisitos.

Tabla 8: Iniciar realidad aumentada

N:	ER 01
Requisito:	Reconocimiento de marcador
Requerido por:	Usuario
Procedencia:	Alta
descripción:	Al ingresar la opción de realidad aumentada utilizar marcadores basados tanto en patrones geométricos como en imágenes ya sean a color o blanco y negro.

Tabla 9: Generar contenido de realidad aumentada

N:	ER 02
Requisito:	Generar contenido realidad aumentada
Requerido por:	Usuario
Procedencia:	Alta
descripción:	La aplicación debe ser capaz de generar contenido 3D de realidad aumentada sobre el marcador.

Tabla 10: Interacción mediante botones virtuales

N:	ER 04
Requisito:	Interacción mediante botones virtuales
Requerido por:	Usuario
Procedencia:	Alta
descripción:	La aplicación debe permitir la interacción mediante botones virtuales 3D mediante clic.

Tabla 11: Redimensionar contenidos de realidad

Código:	ER 05
Requisito:	Redimensionar
Requerido por:	Usuario
Procedencia:	Media
descripción:	La aplicación debe permitir redimensionar los contenidos 3D visualizados.

Tabla 12: Rotar contenidos de realidad aumentada

N:	ER 06
Requisito:	Rotar de objetos de realidad aumentada
Requerido por:	Usuario
Procedencia:	Alta
descripción:	La aplicación debe permitir rotar los objetos 3D visualizado mediante botones en la pantalla del dispositivo.

Tabla 13: Visualizar galerías de fotografías selecta

N:	ER 07
Requisito:	Visualizar galerías de fotografías
Requerido por:	Usuario
Procedencia:	Alta
descripción:	La app debe permitir mostrar la galería de fotografías relevante.

Tabla 14: Reproducir audio

N:	ER 08
Requisito:	Reproducir audio
Requerido por:	Usuario
Procedencia:	Alta
descripción:	La app c ser capaz de reproducir el audio.

3.2.1.3 Modelo de Dominio

Describe de forma rápida los diferentes objetos y las relaciones que tienen entre sí, de una forma muy general acorde a los requisitos recolectados.

Como usuario se ve los tipos de atractivos que existe, en la app elige el atractivo, abre la cámara para entrar a la realidad aumentada, buscar el marcador, al reconocer las marcas se muestra el objeto 3D y la información en tiempo real.

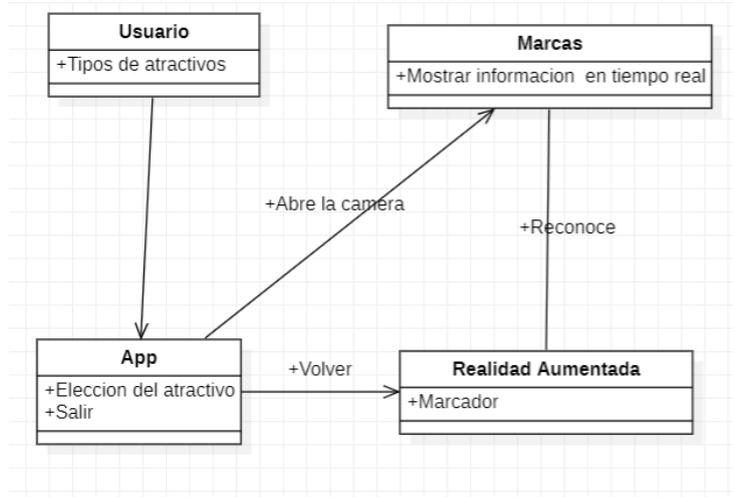


Figura 19: Modelo de Dominio

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.4 Modelo de Casos de Uso

Permite al usuario ingresar a la interfaz del aplicativo de realidad aumentada y los atractivos del cantón Chambo.

Flujo:

1. Iniciar la aplicación, visualización de Intro
2. Selección de los tipos de atractivos
3. Descargar los marcadores para la visualización de realidad aumentada
4. Llamar la cámara hacia los puntos de interés de los tipos de atractivos
5. Detectar marca permite identificar los lugares

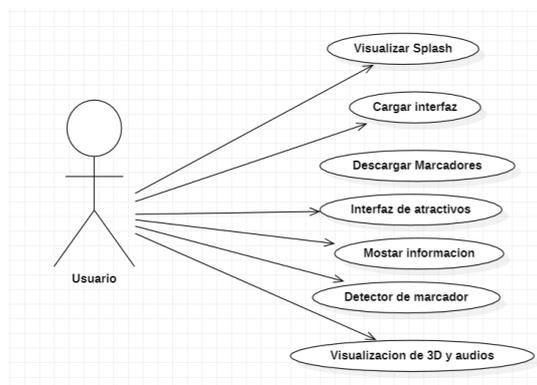


Figura 20: Modelo de Caso de uso

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.5 Prototipo Rápida

Es muy importante que la interfaz sea lo más clara e intuitiva posible, la mínima cantidad de botones y especificando bien la función de cada uno. Al abrir la app se encuentra un video splash de 10 segundos.



Figura 21: Splash inicial

Cuando se acaba el splash inicial directamente va el menu inicial en la cual ingresa a los diferentes atractivos culturales y naturales.

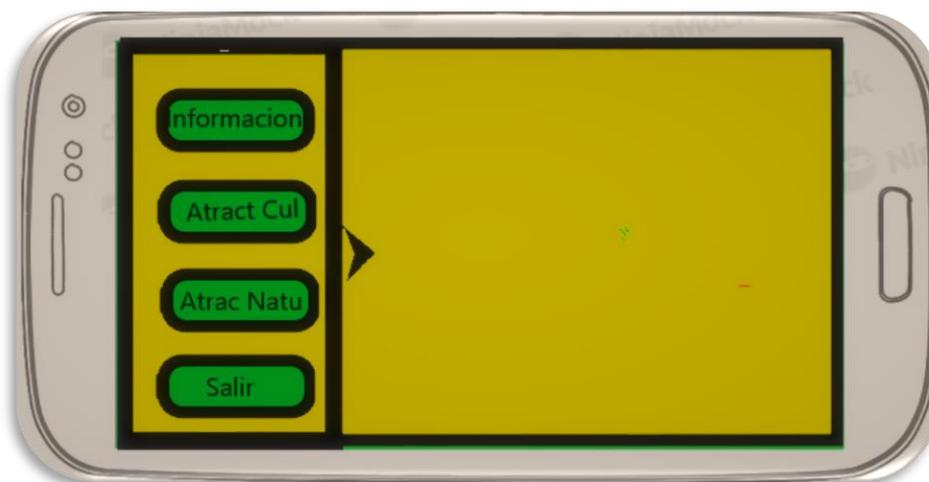


Figura 22: Prototipo de interfaz grafica

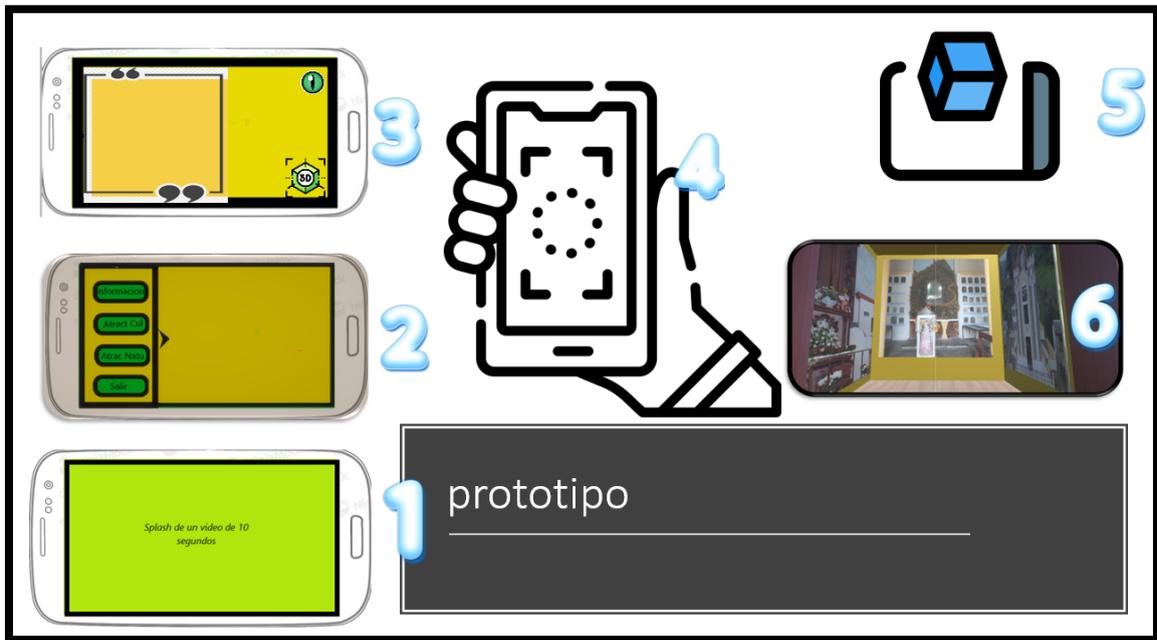


Figura 23: Prototipo de interfaz gráfica de marcador

3.2.1.6 Análisis y diseño preliminar

En esta fase se realizó la descripción de casos de uso acorde al análisis de requerimientos realizados en la fase de anterior de requisitos.

Descripción de casos de uso

La especificación de casos de uso describe en forma de acciones y reacciones el comportamiento de la aplicación desde el punto de vista del usuario.

Tabla 15: Generar escena de realidad aumentada

Caso de uso 1:	Crear escenario de realidad aumentada
Rol:	Usuario
Descripción:	1.El usuario debe haber inicializado la aplicación 2. Muestra los objetos 3D dentro del enfoque del dispositivo 3. se muestra el objeto 3D

Tabla 16: Interactuar modelos 3D

Caso de uso 2:	Interactuar con el botón virtual
Rol:	Usuario
Descripción:	1.El usuario debe haber inicializado la aplicación 2. Permite interactuar con los objetos 3D mediante el botón virtual 3. se muestra el objeto 3D y puede desaparecer

Tabla 17: Redimensionar modelos 3d

Caso de uso 3:	Redimensionar los modelos 3D
----------------	------------------------------

Rol:	Usuario
Descripción:	<ol style="list-style-type: none"> 1.El usuario debe haber inicializado la aplicación 2. Permite redimensionar modelos 3D 3. se muestra el objeto 3D

Tabla 18: Interactuar con módelos 3D

Caso de uso 4:	Interactuar con módelos 3D
Rol:	Usuario
Descripción:	<ol style="list-style-type: none"> 1.El usuario debe haber inicializado la aplicación 2. Permite interactuar con los objetos 3D mediante el botón virtual 3. se muestra el objeto 3D

Tabla 19: Rotar modelos 3D

Caso de uso 5:	Rotar modelos 3D
Rol:	Usuario
Descripción:	<ol style="list-style-type: none"> 1.El usuario debe haber inicializado la aplicación 2. Permite dar clic en el botón rotar 3. se muestra el modelo 3D rotando

Tabla 20: Visualizar Información

Caso de uso 5:	Visualizar información
Rol:	Usuario
Descripción:	<ol style="list-style-type: none"> 1.El usuario debe haber inicializado la aplicación 2. Permite reproducir audio, mostrar información de cada objeto

3.2.1.7 Diseño

Arquitectura

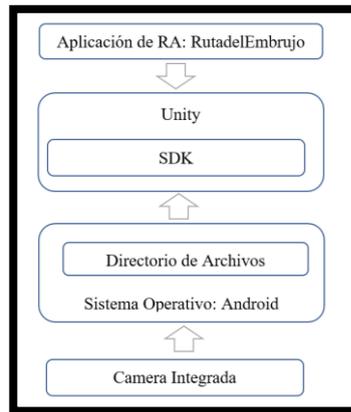


Figura 24: Arquitectura de la aplicación

Fuente: Propia

Cada capa presenta las siguientes especificaciones:

- La capa de presentación contiene las interfaces de usuario
- La capa de lógica de negocio está delegada al integrar el motor de Unity y las características del SDK para ejecutar los procesos necesarios como el llamado a funciones de los scripts C#.
- La capa de datos provee el almacenamiento local de datos derivados de Unity, tales como, escenas, objetos y componentes (caracteres de 2D y 3D)
- La capa de cámara compuesta del dispositivo móvil se encarga de la entrada y salida de la escena de realidad aumentada.

El funcionamiento de la aplicación comienza, cuando la cámara integrada busca un marcador (de formato impreso) ubicado en el entorno real.

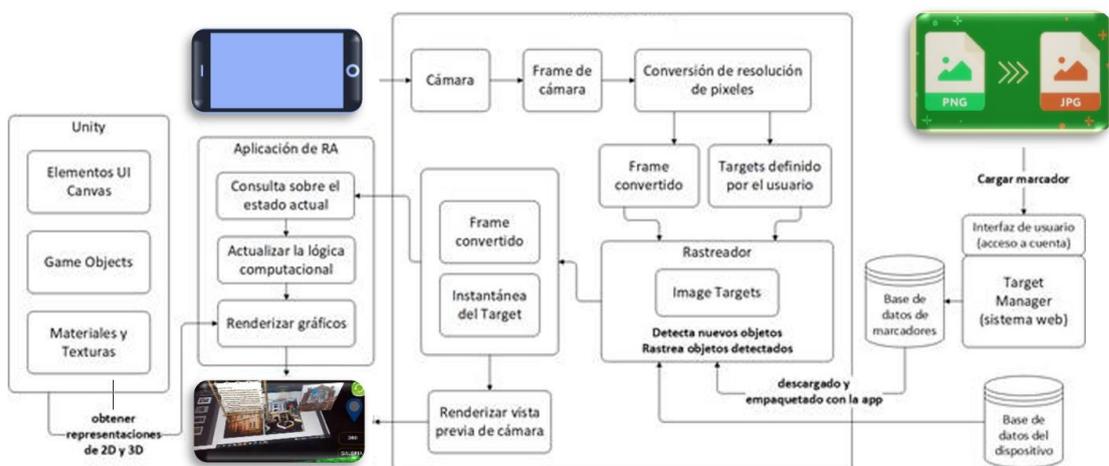
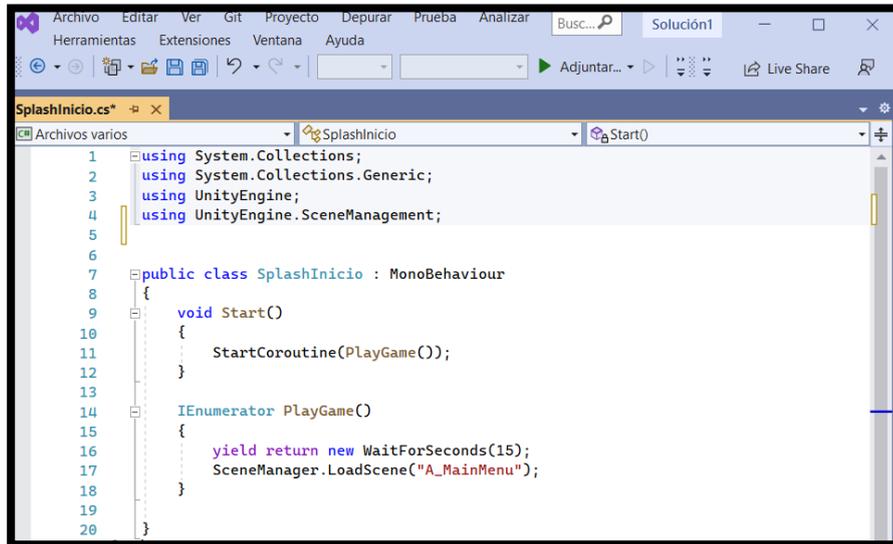


Figura 25: Aplicación

3.2.1.8 Implementación

Escribir y generar código

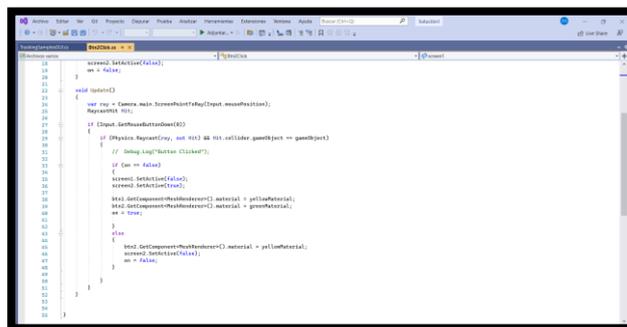
Codificación del tiempo de la primera pantalla de la aplicación para que pase la siguiente escena.



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.SceneManagement;
5
6
7 public class SplashInicio : MonoBehaviour
8 {
9     void Start()
10    {
11        StartCoroutine(PlayGame());
12    }
13
14    IEnumerator PlayGame()
15    {
16        yield return new WaitForSeconds(15);
17        SceneManager.LoadScene("A_MainMenu");
18    }
19
20 }
```

Figura 26: Codificación del Splash en Visual Studio

Botones y animaciones de la aplicación y botones de la aplicación para poder ser utilizados.



```
18 void Awake()
19 {
20     m = false;
21 }
22
23 void Update()
24 {
25     var ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
26     RaycastHit hit;
27
28     if (Physics.Raycast(ray, out RaycastHit hit, 100f))
29     {
30         // Debug.Log("Button Clicked");
31         if (m == false)
32         {
33             screen.SetActive(true);
34             screen.GetComponent<RectTransform>().material = yellowMaterial;
35             screen.GetComponent<RectTransform>().material = greenMaterial;
36             m = true;
37         }
38         else
39         {
40             screen.GetComponent<RectTransform>().material = yellowMaterial;
41             screen.GetComponent<RectTransform>().material = yellowMaterial;
42             m = false;
43         }
44     }
45 }
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
```

Figura 27: Codificación de botones virtuales

```

6 public class ClickObject : MonoBehaviour
7 {
8     public GameObject screen1, screen2, btn1, btn2;
9     public Material redMaterial, greenMaterial;
10    public bool on;
11
12    public GameObject definedButton;
13    public UnityEvent OnClick = new UnityEvent();
14
15    void Start()
16    {
17        definedButton = this.gameObject;
18
19        screen1.SetActive(false);
20        screen2.SetActive(false);
21        on = false;
22    }
23
24    void Update()
25    {
26        var ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
27        RaycastHit Hit;
28
29        if (Input.GetMouseButtonDown(0))
30        {
31            if (Physics.Raycast(ray, out Hit) && Hit.collider.gameObject == gameObject)
32            {
33                // Debug.Log("Button Clicked");
34
35                if(on == false)
36                {
37                    screen1.SetActive(true);
38                    screen2.SetActive(false);
39                }
40                else
41                {
42                    btn1.GetComponent<MeshRenderer>().material = greenMaterial;
43                    btn2.GetComponent<MeshRenderer>().material = redMaterial;
44                    on = true;
45                }
46            }
47            else
48            {
49                btn1.GetComponent<MeshRenderer>().material = redMaterial;
50                screen1.SetActive(false);
51                on = false;
52            }
53        }
54    }
55 }

```

Figura 28: Codificación de pase de un botón a otro

```

4 using UnityEngine.Rendering;
5
6 public class Puerta : MonoBehaviour
7 {
8     public Material[] materiales;
9     void Start()
10    {
11        foreach (var mat in materiales)
12        {
13            mat.SetInt("stest", (int)CompareFunction.Equal);
14        }
15    }
16
17    void Update()
18    {
19    }
20
21    private void OnTriggerStay(Collider collide)
22    {
23        if (collide.tag != "MainCamera")
24        {
25            return;
26        }
27
28        // fuera
29
30        if (transform.position.z > collide.transform.position.z)
31        {
32            foreach (var mat in materiales)
33            {
34                mat.SetInt("stest", (int)CompareFunction.Equal);
35            }
36        }
37
38        // dentro
39        else
40        {
41            foreach (var mat in materiales)
42            {
43                mat.SetInt("stest", (int)CompareFunction.NotEqual);
44            }
45        }
46    }
47 }

```

Figura 29: Codificación que permite modificar las características de los materiales

```

7
8 public class BtnManager : MonoBehaviour
9 {
10
11    [SerializeField] private VirtualButtonBehaviour virtualButton;
12
13    public UnityEvent OnButtonPressed;
14    public UnityEvent OnButtonReleased;
15
16    private void OnEnable()
17    {
18        virtualButton.RegisterOnButtonPressed(ButtonPressed);
19        virtualButton.RegisterOnButtonReleased(ButtonReleased);
20    }
21
22    private void OnDestroy()
23    {
24        virtualButton.UnregisterOnButtonPressed(ButtonPressed);
25        virtualButton.UnregisterOnButtonReleased(ButtonReleased);
26    }
27
28    private void ButtonPressed(VirtualButtonBehaviour button)
29    {
30        OnButtonPressed?.Invoke();
31        Debug.Log("Button Pressed");
32    }
33
34    private void ButtonReleased(VirtualButtonBehaviour button)
35    {
36        OnButtonReleased?.Invoke();
37        Debug.Log("Button Released");
38    }
39 }

```

Figura 30: Codificación de clic en los objetos

```

4
5 public class EnlacesWeb : MonoBehaviour
6 {
7     public void EnlaceBoton(string enlace)
8     {
9         Application.OpenURL(enlace);
10    }
11 }
12

```

Figura 31: Codificación para acceder a la web

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class PanelSliderAnimation : MonoBehaviour
6 {
7     public GameObject PanelMenu;
8     public void Llanar()
9     {
10        if (PanelMenu != null)
11        {
12            Animator animator = PanelMenu.GetComponent<Animator>();
13            if (animator != null)
14            {
15                bool isOpen = animator.GetBool("show");
16                animator.SetBool("show", !isOpen);
17            }
18        }
19    }
20 }

```

Figura 32: Codificación de Animaciones

Prototipos

Desarrollo de la aplicación

La primera escena de la aplicación, llamada Splash inicio que muestra un video de 5 segundos de inicio de la aplicación y su componente.

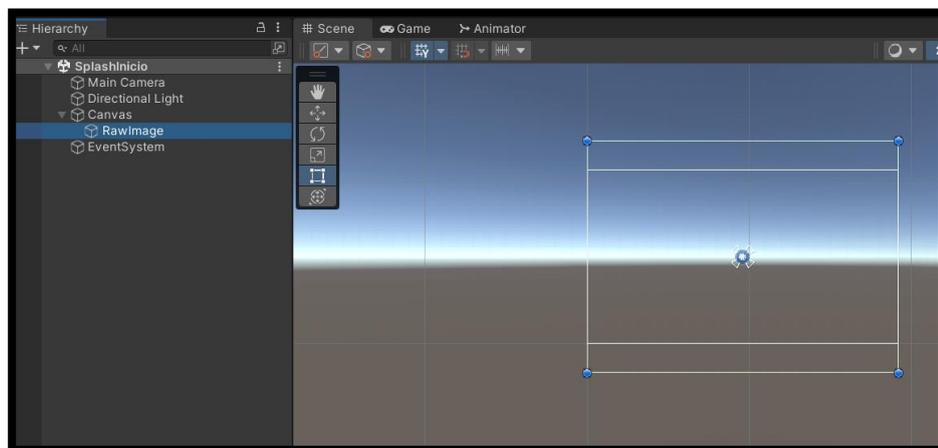


Figura 33: Creación de la pantalla de splashInicio

La segunda escena de la aplicación llamada A_Main_menu muestra botones principales, botón de descargar marcadores, botón atractivo cultural, botón atractivo natural.



Figura 34: Menu Principal de la aplicación de Unity 3D

La tercera escena de la aplicación llamada SubmenuCulturales, muestra los cuatro lugares turísticos culturales, esta escena contiene cuatro botones y también un botón de salir al menú principal.



Figura 35: Pantalla de SubmenuCulturales

La cuarta escena de la aplicación llamada CSantuario, muestra una descripción del lugar, contiene dos botones: uno volver al submenú cultural y el otro botón es para escanear el marcador.



Figura 36: Pantalla de culturales

La quinta escena de la aplicación llamada c_SantuarioC de realidad aumentada almacena la imagen del lugar turístico con realidad aumentada para ser escaneado, cuenta con tres botones volver atrás, botón de ubicación donde da clic y va a lugar donde se encuentra el lugar turístico, botón de 360 accede a las imágenes 360 en tiempo real y el botón galería muestra en un fragmento varias fotografías.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1 Resultados

En el proyecto de investigación se plantea como primer objetivo investigar la herramienta metaio sdk para la realidad aumentada, se realizó una comparación de los niveles de realidad aumentada de la herramienta para el desarrollo del prototipo la investigación según su grado de complejidad de fusión con la realidad, para la comunicación de hardware y software (Unity3D, metaio sdk) apropiados en la relación de precio y beneficio, mejorando su facilidad ante el usuario. En la tabla 21, se observa los niveles de realidad aumentada basados en marcadores y sin marcadores

Tabla 21: Niveles de realidad aumentada basados en marcadores y sin marcadores

Nivel	Tipos de niveles de la realidad aumentada	
1	Realidad aumentada con marcadores	Reconocimiento de marcador o imagen consiste en una especie de símbolos que son impreso en papel o también en videos u modelos 3D la cual deberá ingresar a la aplicación colocar el marcador y el software reconocer el marcador
2	AR without markerts o realidad aumentada sin macadores	Consiste en visualizar modelos virtuales ya sean colocados en el aire o en una superficie plana.

Como segundo objetivo es diseñar e implementar la aplicación móvil que permita la visualización de los lugares turísticos de cantón Chambo utilizando la herramienta metaio sdk, por la cual se elegio para el desarrollo de la aplicación Unity 3D en su versión 2017.1.0 fl (LTS), esto quiere decir con una terminal de desarrollo con soporte a largo tiempo, en el proceso de desarrollo en versiones actuales como 2021.2.19 fl presentaron problemas de importación de paquetes o scripts, por esta razón se optó por desarrollar el proyecto en una versión LTS de Unity 3D.

Se ha desarrollado una aplicación móvil con realidad aumentada usando la herramienta metaio sdk, aplicada al turismo en el cantón Chambo con la metodología de desarrollo ICONIX como parte de la investigación. Para el tercer objetivo evaluar la usabilidad del sistema, se aplicó una encuesta basada en el método heurístico de Nielsen, las encuestas fueron aplicadas a 5 usuarios expertos. La aplicación móvil fue descargada desde el link <https://drive.google.com/drive/folders/1fAWaXPWnG4HWbrRi6xPoVP8vqfKOyX4b?usp=sharing>, enviado a los usuarios expertos, obteniendo los siguientes resultados:

Pregunta 1: ¿La estructura del sistema es visualmente atractiva?

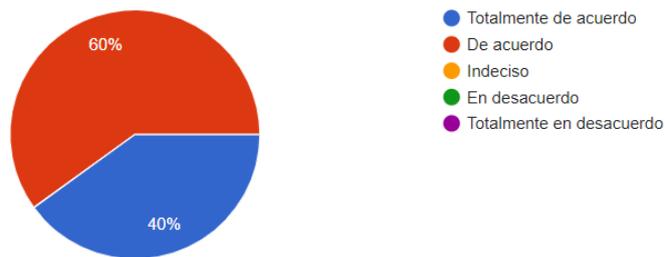


Figura 37: Pregunta 1

En la figura 36 se refleja que el 60% está de acuerdo en que la estructura del sistema es visualmente atractiva, y el 40% está totalmente de acuerdo.

Pregunta 2: ¿El esquema de colores es consistente en todo el sistema?

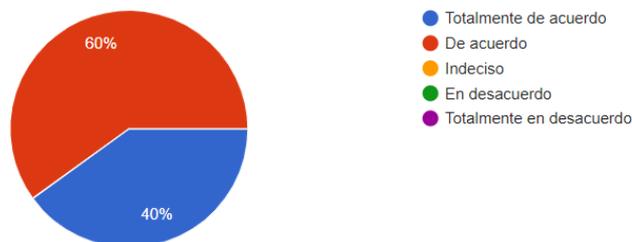


Figura 38: Pregunta 2

En la figura 37 se refleja que el 60% está de acuerdo en que el esquema de colores es consistente en todo el sistema, y el 40% está totalmente de acuerdo con esto.

Pregunta 3: ¿La apariencia general del sistema es agradable?

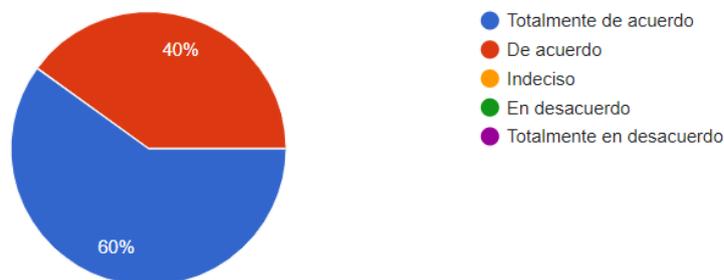


Figura 39: Pregunta 3

En la figura 38 se refleja que el 60% está de acuerdo en que la estructura del sistema es visualmente atractiva, y el 40% está totalmente de acuerdo.

Pregunta 4: ¿El diseño de los íconos y su estética es consistente en todo el sistema?

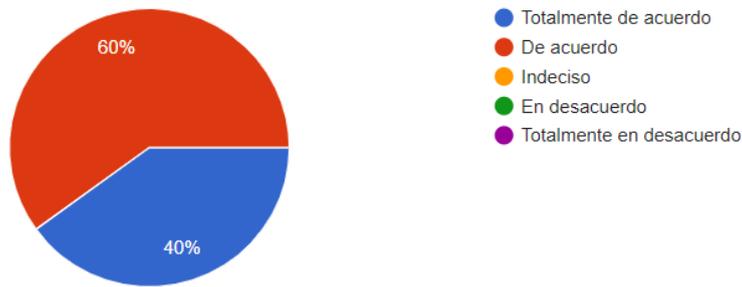


Figura 40: Pregunt 4

En la figura 39 se refleja que el 60% está de acuerdo con que el diseño de los íconos y su estética es consistente en todo el sistema, y el 40% está totalmente de acuerdo.

Pregunt 5: ¿Los botones cumplen con la funcionalidad descrita?

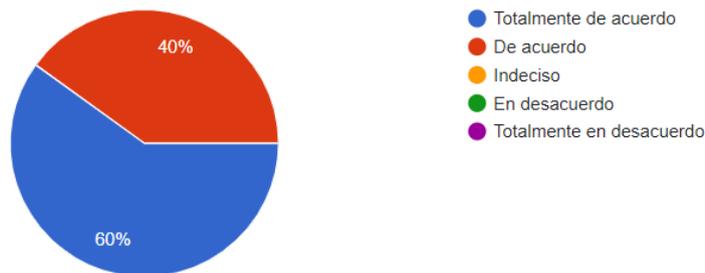


Figura 41: Pregunt 5

En la figura 40 se refleja que el 40% está de acuerdo en que los botones cumplen con la funcionalidad descrita, y el 60% está totalmente de acuerdo.

Pregunt 6: ¿Encuentra con facilidad salidas o rutas alternas?

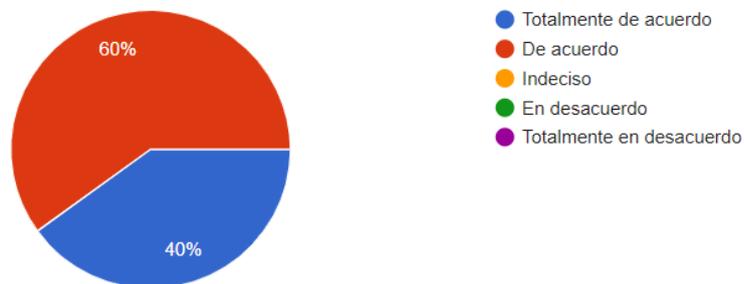


Figura 42: Pregunt 6

La figura 41 refleja que el 60% está de acuerdo en que encuentra con facilidad salidas, y el 40% está totalmente de acuerdo.

Pregunt 7: ¿El sistema es rápido e intuitivo?

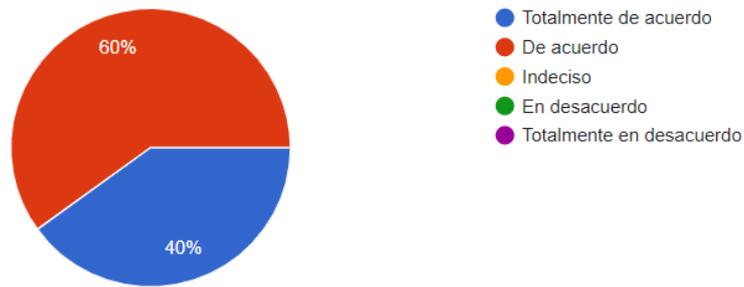


Figura 43: Pregunt 7

En la figura 42 se refleja que el 60% está de acuerdo en que el sistema es rápido e intuitivo, y el 40% está totalmente de acuerdo.

Pregunt 8: ¿Los elementos de la interfaz del sistema informático están distribuidos de manera correcta?

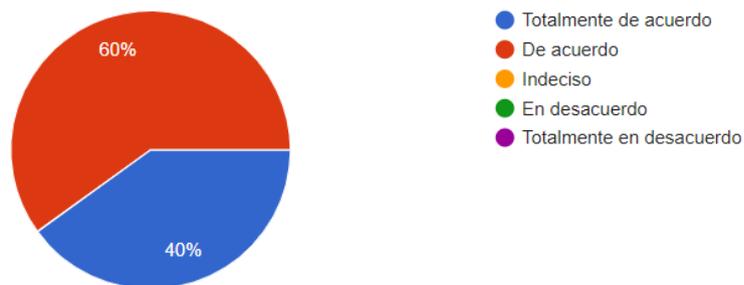


Figura 44: Pregunt 8

La figura 42 refleja que el 60% está de acuerdo en que la estructura del sistema es visualmente atractiva, y el 40% está totalmente de acuerdo.

Pregunt 9: ¿El menú de navegación es fijo y de fácil acceso?

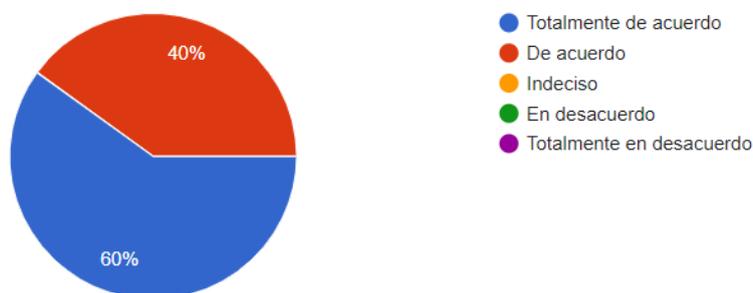


Figura 45: Pregunt 9

La figura 44 refleja que el 40% está de acuerdo en que el menú de navegación es de fácil acceso, y el 40% está totalmente de acuerdo.

Pregunt 10: ¿El sistema muestra la información requerida?

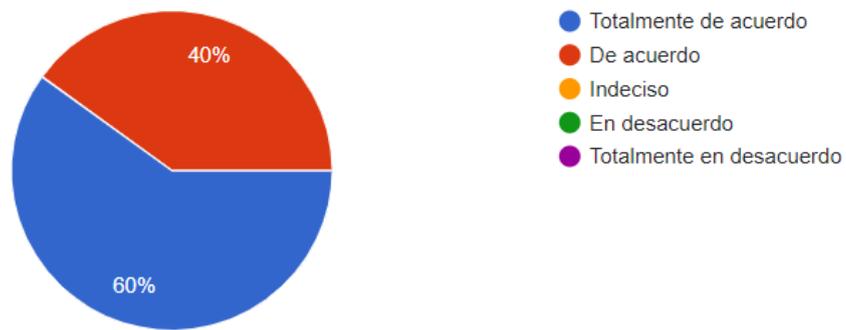


Figura 46: Pregunta 10

En la figura 45 se refleja que el 40% está de acuerdo en que el sistema muestra la información requerida, y el 60% está totalmente de acuerdo.

4.1.2 Discusión

Turi móvil semántico facilita una herramienta tecnológica, capaz de presenciar a los turistas durante sus visitas al centro histórico de la ciudad de México, es exponer al usuario sitios con base en sus preferencias, juntamente de la identificación y localización de sitios a su alrededor superponiendo información relevante de éstos. A estas funcionalidades se suman la visualización de rutas, que pueden ser aumentadas sobre un escenario real o sobre un mapa. (Eliseo, 2016)

Guamán y Cuvi, (2015) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo han implementado la aplicación móvil de realidad aumentada para el sistema denominada ARForestal para el proceso enseñanza aprendizaje de la flora del campus, mediante un catálogo de imágenes de los ejemplares de flores a ser utilizado, las tres aplicaciones prototipo están desarrolladas con las herramientas vuforia, metaio sdk y wiktitude, comparándolas vuforia se considera la herramienta con mejores características, metaio sdk admite la codificación en 2idiomas instalados tenga en cuenta que uno de esos lenguajes de programación es Javascript En este proyecto se concluye que el manejo de la realidad aumentada en la formación puede asistir a que los estudiantes alcancen de manera más rápida y efectiva.

Finalmente se resalta que la apreciación de las herramientas de realidad aumentada de este trabajo tuvo como punto referencial y práctico la creación de una aplicación de realidad aumentada, enfocada a la difusión de sitios turísticos especializada de forma general, estaría de igualdad de condición para diseñar aplicaciones. Todas estas contestaciones son muy válidas y ayudan a tener una mejor visión sobre qué es lo que los usuarios buscan en una aplicación con realidad aumentada.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1 Conclusiones

- Tras el estudio de la investigación de la herramienta de realidad aumentada metaio sdk de acuerdo con sus niveles de realidad aumentada basados en marcadores, sin marcadores y la capacidad de integrarse con diferentes entornos de desarrollo como Unity 3D, Visual Studio es una herramienta idónea para el desarrollo de aplicaciones.
- La implementación de medios tecnológicos modernos en el campo del turismo crea atracciones turísticas que difieren de los medios ordinarios y atraen la atención de los turistas percibidos por los sentidos, con la visualización de un marcador teniendo en cuenta la distancia y la zona de cobertura del lente focal del dispositivo móvil.
- De acuerdo con los resultados obtenidos durante la evaluación de usabilidad del sistema, mediante la aplicación de encuestas usando el método heurístico de Nielsen a usuarios expertos, el 40% está totalmente de acuerdo y el 60% de acuerdo, se concluyó que los porcentajes pertenecen a comentarios positivos, por lo que el sistema se describe como usable.

5.1.2 Recomendaciones

- Para trabajar con la herramienta metaio sdk de realidad aumentada se recomienda tener conocimientos sobre la elaboración de imágenes en 3D como también las versiones y extensiones o en efecto tener imágenes ya preparadas para incluirle en la aplicación.
- Se recomienda obtener una licencia de metaio sdk para su comercialización, y permitir la publicación en Google Play Store de tal forma que la aplicación llegue a más usuarios.
- Para mejorar la calidad de software, se recomienda desarrollar sistemas que respeten el concepto de usabilidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

Cabero et al. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicinaAugmented reality applied to the teaching of medicine. medicinaAugmented reality applied to the teaching of medicine, pág. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>.

Adobe. (2021). Creación de objetos 3D. <https://helpx.adobe.com/es/illustrator/using/creating-3d-objects.html>

Alfa, E. (2020).Realidad aumentada: el pasado, el presente y el futuro: <https://estudioalfa.com/realidad-aumentada-pasado-presente-futuro>

- Azuma, R. (1997). survey of augmented reality
- Basogain, X. O. (2007). Realidad Aumentada en la Educación. Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente: <http://docplayer.es/9143288-Realidad-aumentada-en-la-educacion-una-tecnologia-emergente.html>
- Chopsuey "Fotografía". (2008). <https://chopsueyblog.wordpress.com/2008/10/23/arquake-realidad-aumentada/>
- Cruz, A. (2014). Características y manejo de Sdk. <https://observatoriopro.ister.edu.ec/2022/05/05/analisis-del-uso-caracteristicas-y-manejo-del-software-vuforia-para-realidad-aumentada/>
- Eliseo, V. (2016). App de búsqueda turística semántica.
- Escudero, D. F. (2016). <https://www.torrossa.com/en/resources/an/3139725>
- Espinosa. (2007). Realidad Aumentada en la Educación Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36849026/6CFJNSalrt-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666849908&Signature=CoZXGS8x-rOCmFdTs1VR41SqKsXT9MbSn0daPN9sORCGlnjQiRFNtMUuHfKmxmXH HVpq5ztZiV3oURgSPcgO6~PI7Y8iUAMJ9gQukBox7POMAgIU6polM4z2w0w51~WH36Ovz4G~Ws7fYLE4Q>
- Fundacion, T. (2011). <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OXHmCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA10&dq=Durante+la+d%C3%A9cada+de+los+90+se+comenzaron+a+implementar+aplicaciones+muy+interesantes+que+utilizaban+el+concepto+de+Realidad+Aumentada+para+resolver+problemas+en+%C3%A1mbitos+c>
- Grapsas, T. (2019). rockcontent. <https://rockcontent.com/es/blog/realidad-aumentada/>
- innovae. (2014). Desarrollando soluciones en realidad aumentada. Obtenido de <https://www.innovae.eu/la-realidad-aumentada/>
- Kurniawan, M. (2018). Human anatomy learning systems using augmented reality on mobile application. Obtenido de Procedia Computer Science: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.152>
- Layona, R. Y. (2018). Web Based Augmented Reality for Human Body Anatomy Learning. Procedia Computer Science. págs. 135, 457-464. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705091831487X?via%3Dihub>

- Mahei Innovation "Fotografía". (24 de 05 de 2013).
<https://www.digitalavmagazine.com/2013/05/24/mahei-e-imaginairun-aplican-la-realidad-aumentada-a-la-educacion-y-el-entretenimiento/>
- Mamolar, S. (2012). Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad para aplicaciones de de Realidad para aplicaciones de Realidad comparativo entre ella. Pearson Educación, 38-39.
- Martin, E. (2021). Aplicación nativa. Crehana.
- Metaio. (2014). sdk-framework. <https://dev.metaio.com/sdk/documentation/metaio-sdk-framework/>
- Metio. (2013). Getting Started with SDK. Obtenido de dev.metaio.com: <http://dev.metaio.com/sdk>
- Navarro. (2016). Obtenido de Integración de Metodologías Ágiles y Arquitecturas de Software en el desarrollo de Investigadores en Ciencias de la Computación
- Onirix. (2018). <https://www.onirix.com/es/aprende-sobre-ra/diferentes-tipos-de-realidad-aumentada/>
- Pacheco. (2016). desarrollar una aplicación móvil para implementar Realidad Aumentada con geolocalización en el Campus José Rubén Orellana Ricaurte de la Escuela Politécnica Nacional.
- Paula. (2020). <https://www.wikitude.com/blog-augmented-reality-101-tools-for-beginners/>
- Perry, B. (2015). Social and Behavioral Sciences. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.892>
- Pombo, H. (2010). https://eprints.ucm.es/id/eprint/11425/1/memoria_final_03_09_10.pdf
- Quiver. (2015). <https://sites.google.com/site/realidadaumentadainac2016/indice/1-7-niveles-de-la-realidad-aumentada>
- Rigueros Bello, C. (2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. Tecnología Investigación y Academia, 5(2), 257–261. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/11278>
- Rodríguez y Cisneros. (2017). Realidad Aumentada <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18925/1/CD-8318.pdf>

- Salazar, I. .. (2013). Diseño e implementación de un sistema para información.
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4647/SALAZA
R_](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4647/SALAZA_R_)
- Sánchez, S. (2014). Herramienta libre multiplataforma
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/17136>
- Scothy "Fotografía". (2009).
[https://sites.google.com/site/realidadvirtualjyd/introduccion/historia-pasado-
presente-y-
futuro?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog
=1](https://sites.google.com/site/realidadvirtualjyd/introduccion/historia-pasado-presente-y-futuro?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1)
- Soto, J. A. (2016). de [https://www.entornoturistico.com/10-tendencias-tecnologicas-en-
el-turismo/](https://www.entornoturistico.com/10-tendencias-tecnologicas-en-el-turismo/)
- Telefónica, F. (2011). Realidad aumentada: una nueva lente. 1st ed., pp. 291-325, Jan. 2011.
- Tokio. (2022). [https://observatoriopro.ister.edu.ec/2022/05/05/analisis-del-uso-
caracteristicas-y-manejo-del-software-vuforia-para-realidad-aumentada/](https://observatoriopro.ister.edu.ec/2022/05/05/analisis-del-uso-caracteristicas-y-manejo-del-software-vuforia-para-realidad-aumentada/)
- Tuhin Bhatt "Fotografía". (04 de Junio de 2018). Obtenido de How Augmented Reality has taken gaming industry on stir: [https://www.techgenyz.com/2018/06/04/post-
pokemon-go-augmented-reality-gaming/](https://www.techgenyz.com/2018/06/04/post-pokemon-go-augmented-reality-gaming/)
- Unity. (2018). Transforms. <https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/Transforms.html>
- Valencia, L. P. (2018). EnseñAPP.
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-
99592018000100002](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592018000100002)

7. ANEXOS

Anexo 1: Encuesta

Encuesta de Usabilidad

Encuesta desarrollada para evaluar la Usabilidad de la aplicación móvil con realidad aumentada usando la herramienta Metaio aplicada al turismo en el Cantón Chambo

1. ¿La estructura del sistema es visualmente atractiva? *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Indeciso

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

Figura 47: Anexo 1. Preguntas

2. ¿El esquema de colores es consistente en todo el sistema? *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Indeciso

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

3. ¿La apariencia general del sistema es agradable? *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Indeciso

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

4. ¿El diseño de los íconos y su estética es consistente en todo el sistema? *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Indeciso

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

8. ¿El sistema muestra la información requerida? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

9. ¿El menú de navegación es fijo y de fácil acceso? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

10. ¿El sistema muestra la información requerida? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Figura 48: Anexo 1. Preguntas

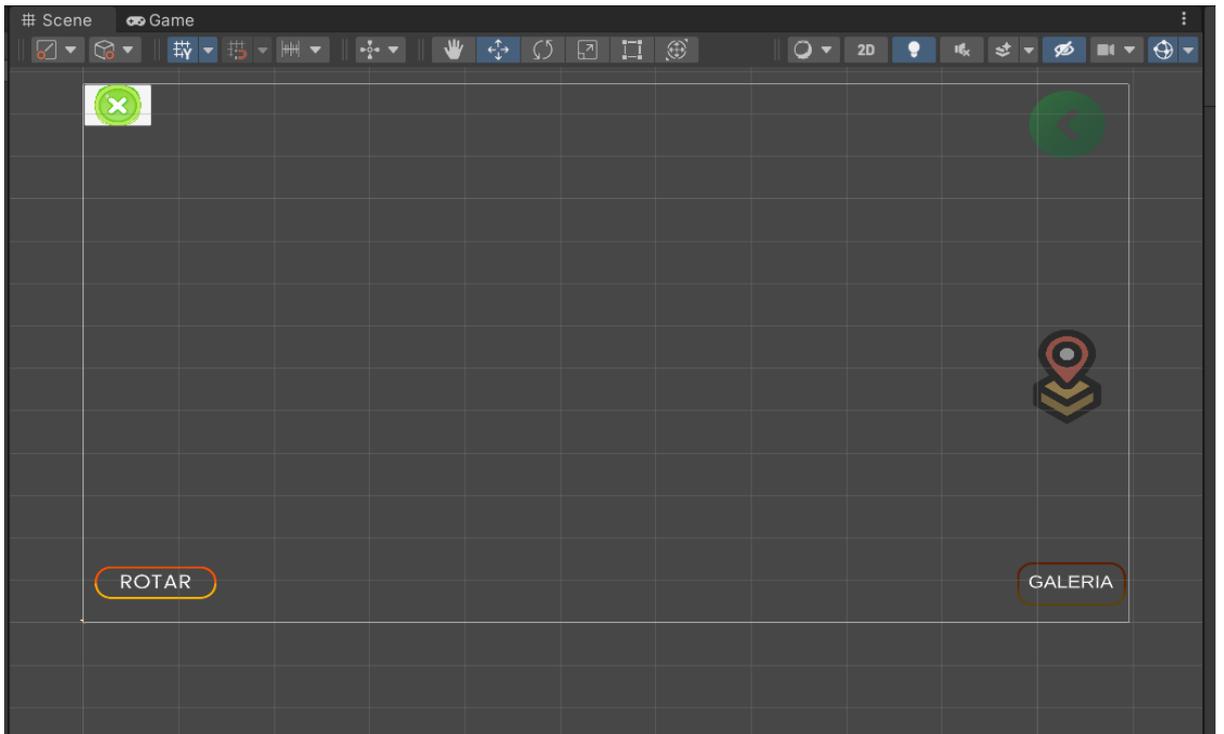


Figura 49: Pantalla de realidad aumentada

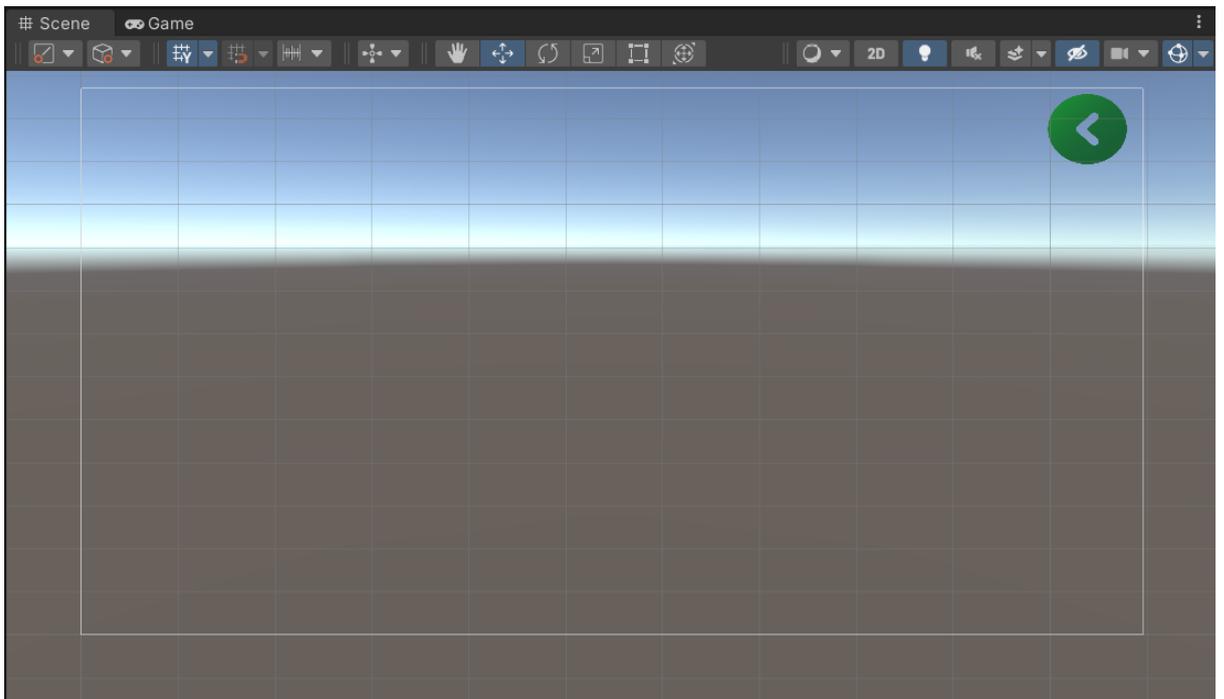


Figura 50: Pantalla de Galería

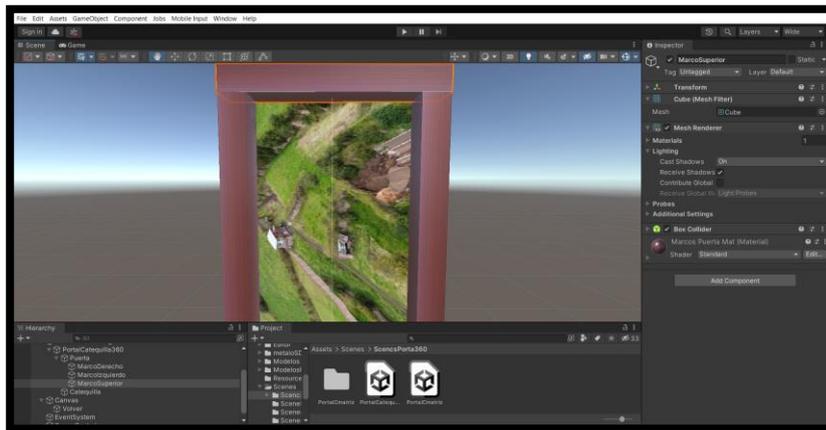


Figura 51: Pantalla de 360

Importar Package el SDK

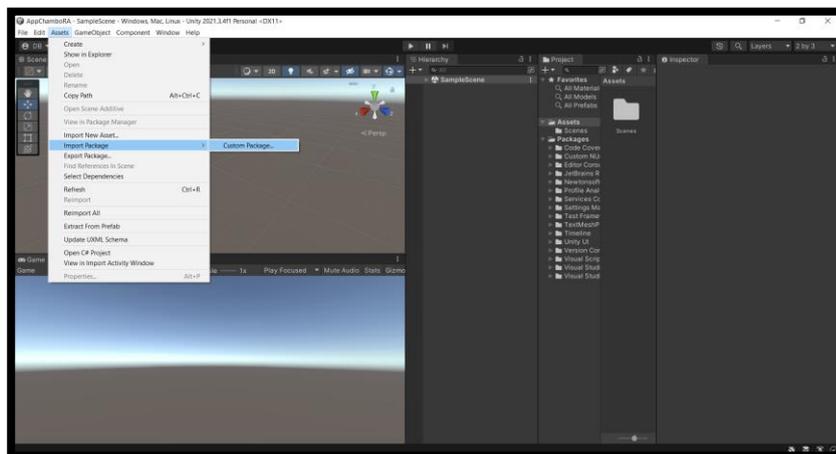


Figura 52 importación del sdk metaio

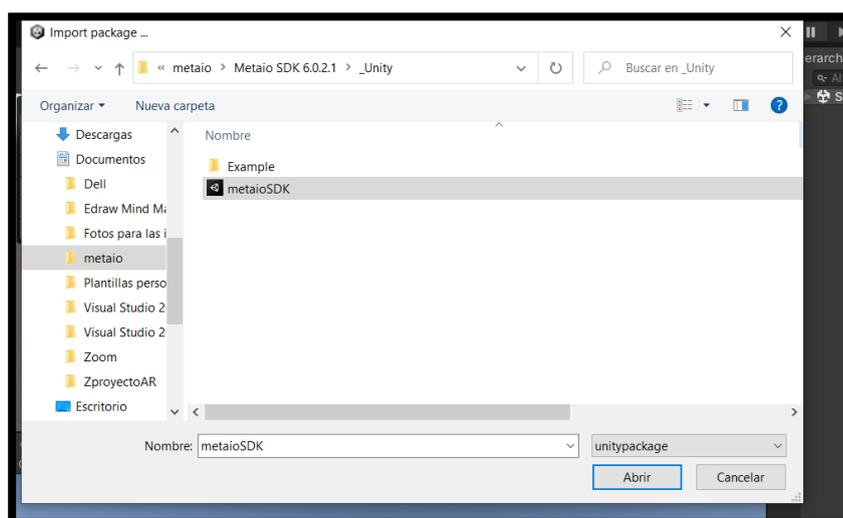
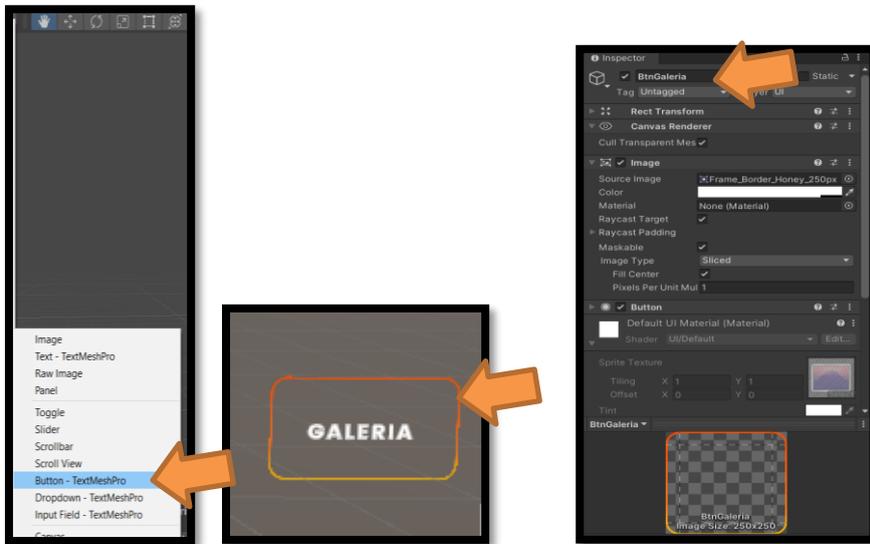


Figura 53 import package



→ Marcador → Image Target
 Importe la tarjeta a la base de datos

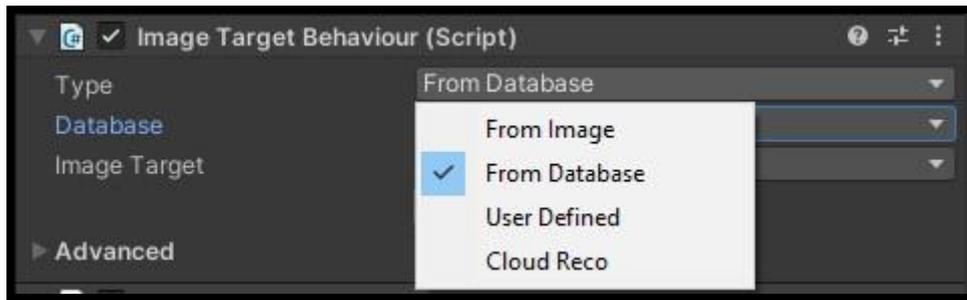


Figura 56: From Data base

Con la cámara aparecerán activando el renderizado

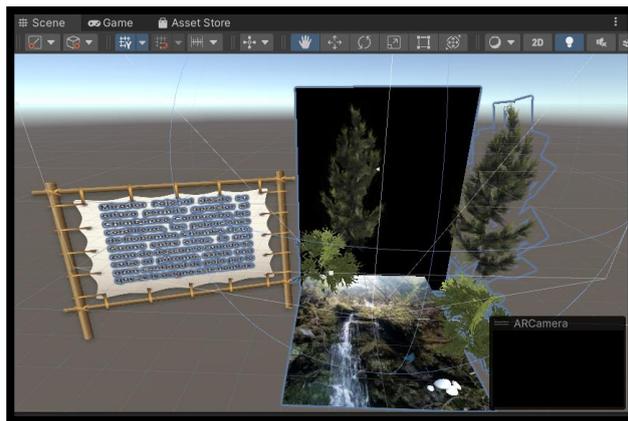


Figura 57: Pantalla de renderizado

- Casos de pruebas



Figura 58: Pantalla de atractivo mirador el pajonal



Figura 59: Prueba pantalla de atractivo aguas termales



Figura 60: Prueba de pantalla de santuario de catequilla

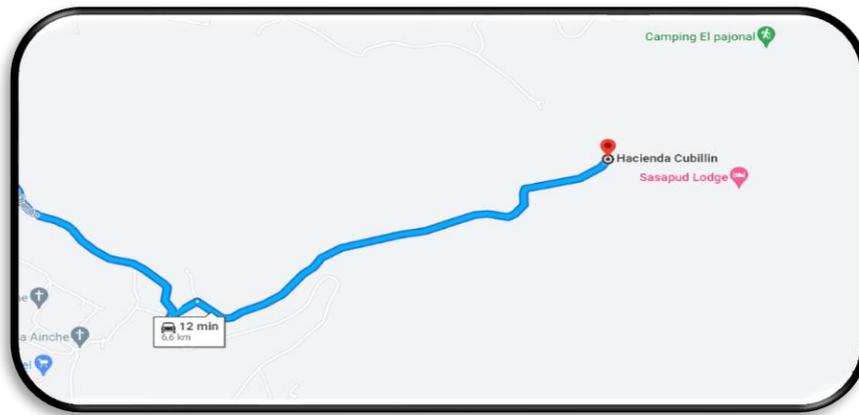


Figura 61: Prueba de ubicación



Manual del Usuario del aplicación móvil con realidad aumentada para el turismo en el Canton Chambo

Elaborado Por: Daniela Ramos

Version 2.0

Manual de Usuario

Introduccion.....	72
Aplicación movil para el Turismo	73
Reconocimiento y apertura de la aplicacion.....	73
Splashscreen	74
Vista Principal	74
Menu Lateral.....	74
Como descargarlos marcadores para realidad aumentada de los lugares atractivos	75
Paso a Paso como Utilizar	75

El presente manual está elaborado con la intención de brindar una ayuda a los usuarios finales para que manejen de una forma correcta el aplicativo móvil para el turismo en Chambo.

El documento de manual de usuario detalla paso a paso como iniciar una forma fácil la manera en que el usuario interactúe con la aplicación móvil aprobando que el domine rápidamente todos los detalles que tiene el aplicativo.

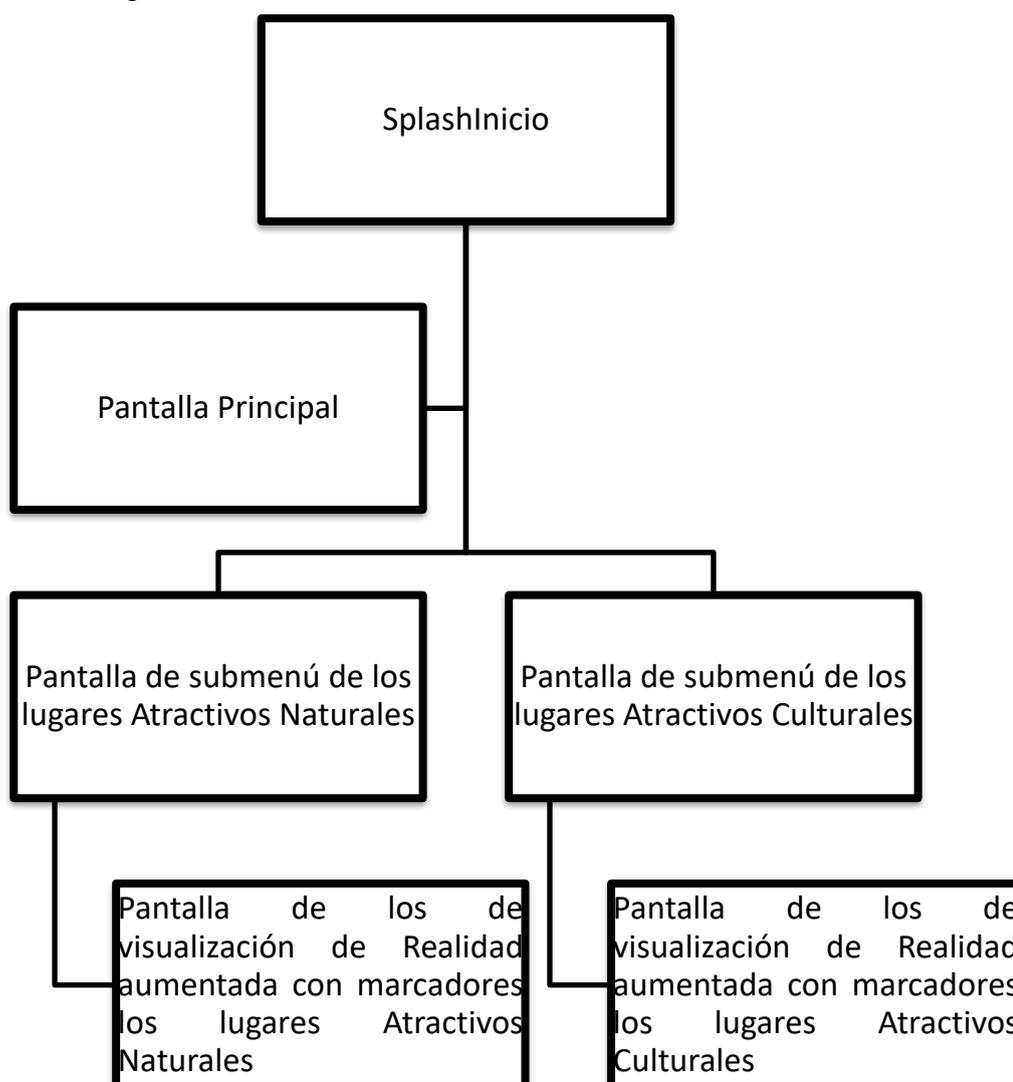
Instalación

Requerimientos:

- Smartphone con sistema operativo Android versión 8.0

Aplicación móvil para el Turismo

Esquema de navegabilidad



Reconocimiento y apertura de la aplicación

Ejecutar la aplicación en el dispositivo, dando un clic en el icono de la aplicación.



Figura 62: Apk

Splashscreen



Figura 63: Pantalla de Inicio

Vista Principal



Figura 64: Panta Principal

Menu Lateral

Al abrir la aplicación se muestra un menú principal, con cuatro botones, es decir el botón “Descargar marcadores”, el botón “Atractivos Culturales” el botón “Atractivos Naturales” y “salir” de la aplicación.



Figura 65: Menú Lateral

Como descargar marcadores

El marcador es necesario para el modelo en 3D se adjunta en este documento, solamente se necesita imprimir para poder hacer uso de la sección de realidad aumentada.

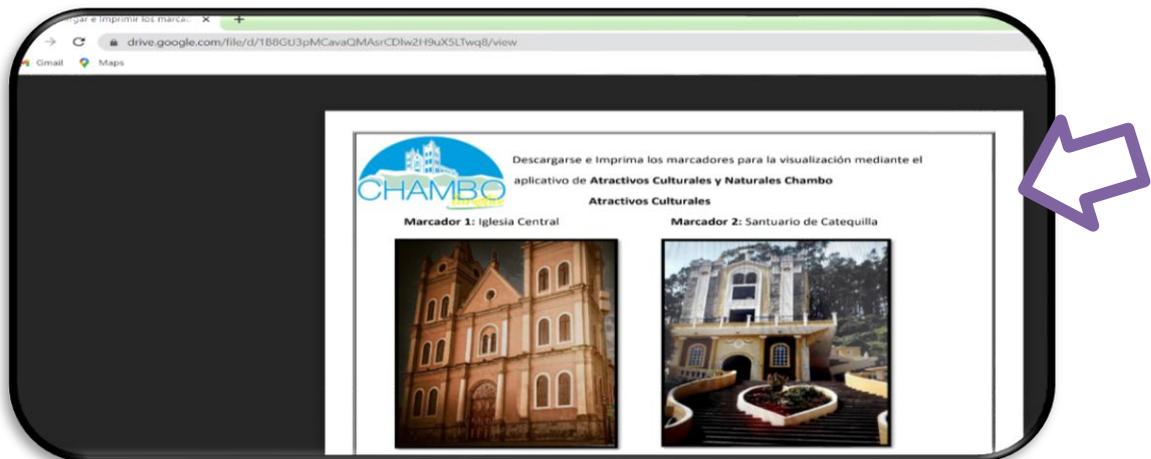


Figura 66: Marcadores e imprimir

Paso a paso como utilizar

Esta pantalla es el módulo de submenú de atractivos culturales, se visualiza botones de los atractivos culturales.



Figura 67: Pantalla atractivos culturales

Esta es la pantalla de **Santuario de Catequilla** con su descripción se visualiza dos botones uno de volver atrás y un botón de 3D (realidad aumentada) redirige a una parte donde activa el botón 3D del dispositivo colocar el marcador para que el dispositivo enfoque.



Figura 68: Pantalla de un atractivo cultural

Marcador 2: Santuario de Catequilla



Figura 69: Marcador de e santuario de catequilla

Una vez inicializado la aplicación, se encenderá la cámara en entorno de la pantalla del dispositivo, enfocar completamente el marcador (Imagen) con la cámara, contiene botones al lado derecho, el botón volver atrás, botón ubicación, botón 360, botón Galería es donde se visualiza fotografías y el lado izquierdo el botón de audio, botón de rotar.



Figura 70: Visualización de los objetos en 3D

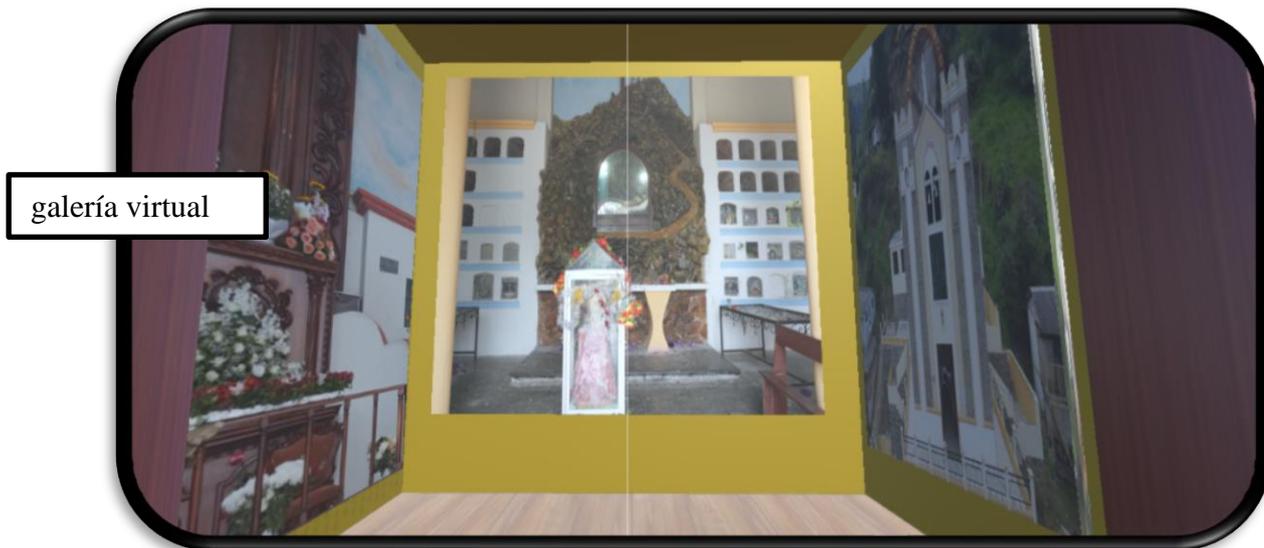


Figura 71: Visualización de museo sobre cada lugar

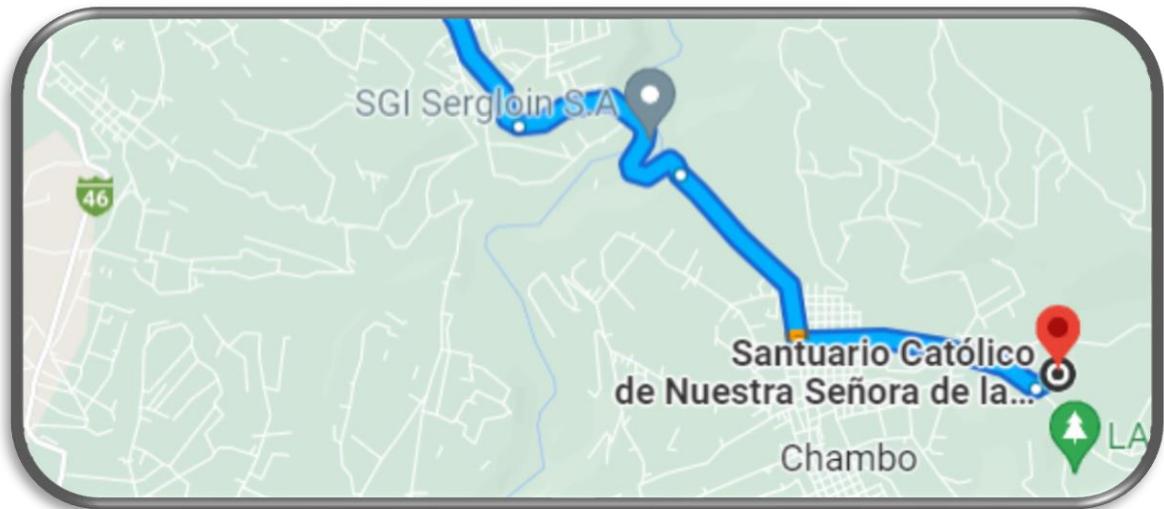


Figura 72: Ubicación del lugar mediante google maps

Esta es la pantalla de **Semana Santa** con su descripción se visualiza dos botones uno de volver atrás y un botón de 3D (realidad aumentada) redirige a una parte donde activa el botón 3D del dispositivo colocar el marcador para que el dispositivo enfoque.



Figura 73: Pantalla de semana santa



Figura 74: Marcador de semana santa

Una vez inicializado la aplicación, se encenderá la cámara en entorno de la pantalla del dispositivo, enfocar completamente el marcador (Imagen) con la cámara, contiene

botones a lado derecho, el botón volver atrás, botón Galería es donde se visualiza fotografías y el lado izquierdo el botón de audio, botón de rotar. Se muestra mediante un botón virtual lo modelos 3D.



Figura 75: Muestra de botón virtual



Figura 76: Visualización de los objetos en 3D



Figura 77: Visualización de la galería con fotografías del lugar

Esta es la pantalla de **San Juan Evangelista** con su descripción se visualiza dos botones uno de volver atrás y un botón de 3D (realidad aumentada) redirige a una parte donde activa el botón 3D del dispositivo colocar el marcador para que el dispositivo enfoque.



Figura 78: Pantalla de San Juan Evangelista

Marcador 4: Fiestas San Juan Evangelista



Figura 79: Marcador de Sanjuan evangelista

Una vez inicializado la aplicación, se encenderá la cámara en enfocar completamente el marcador (Imagen) con la cámara, contiene botones a lado derecho, el botón volver atrás, botón Galería.

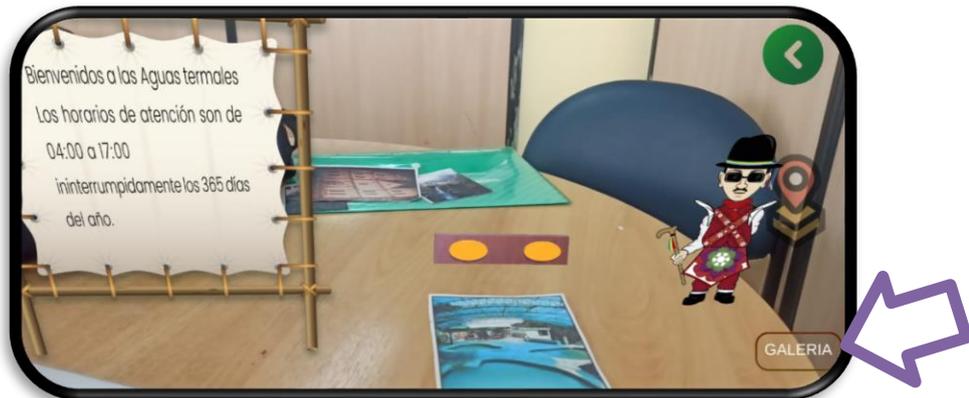


Figura 80: Visualización de los objetos en 3D



Figura 81: Visualización de la galería con fotografías del lugar

Esta pantalla es el módulo de submenú de Atractivos Naturales, y se visualiza los botones de los lugares Atractivos.



Figura 82: Pantalla de los atractivos naturales

Esta es la pantalla de **Ternas AGUAYLLANCHI** con su descripción se visualiza dos botones uno de volver atrás y un botón de 3D (realidad aumentada) redirige a una parte donde activa el botón 3D del dispositivo colocar el marcador para que el dispositivo enfoque.



Figura 83: Pantalla de la Ternas Aguayllanchi



Figura 84: Aguas termales

Una vez inicializado la aplicación, se encenderá la cámara, enfocar completamente el marcador (Imagen) con la cámara, contiene botones al lado derecho, el botón volver atrás, botón ubicación, botón galería es donde se visualiza fotografías.

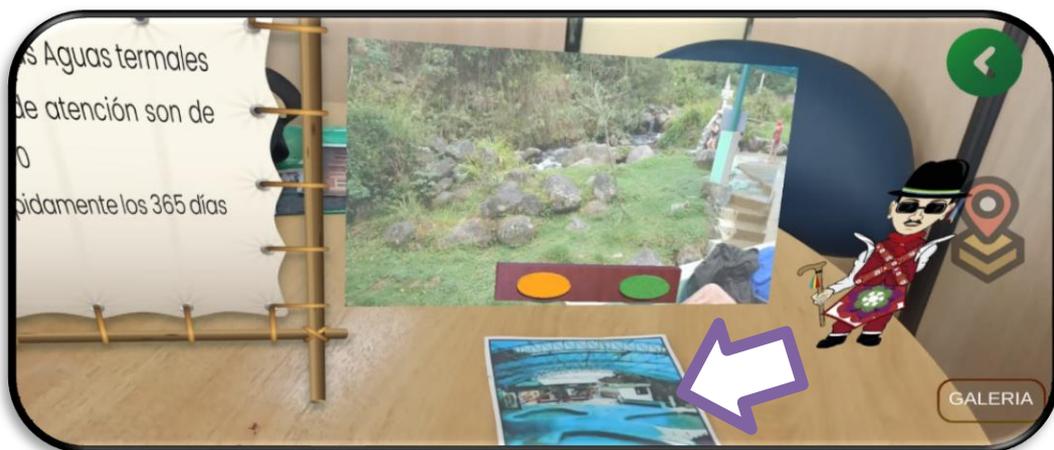


Figura 85: Visualización de los objetos en 3D

Enfoque



Figura 86: Visualización de la galería con fotografías del lugar



Figura 87: Ubicación del lugar mediante google maps

Esta es la pantalla de **Cubillines** con su descripción se visualiza dos botones uno de volver atrás y un botón de 3D (realidad aumentada) redirige a una parte donde activa el botón 3D del dispositivo colocar el marcador para que el dispositivo enfoque.



Figura 88: Pantalla de un atractivo natural



Figura 89: Marcador de Cubillines



Figura 90: Visualización de los objetos en 3D

Se enfoca al Piso del lugar q este



Figura 91: Visualización de la galería con fotografías del lugar

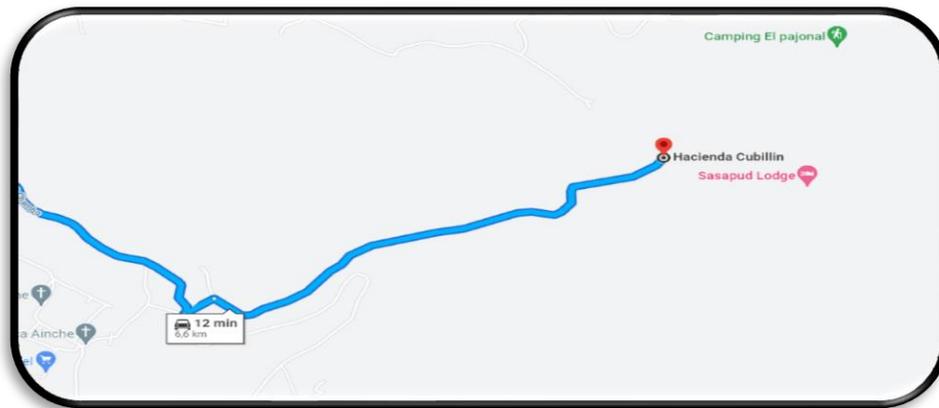


Figura 92: Ubicación del lugar mediante google maps

Esta es la pantalla de **Pajonal** con su descripción se visualiza dos botones uno de volver atrás y un botón de 3D (realidad aumentada) redirige a una parte donde activa el botón 3D del dispositivo colocar el marcador para que el dispositivo enfoque.

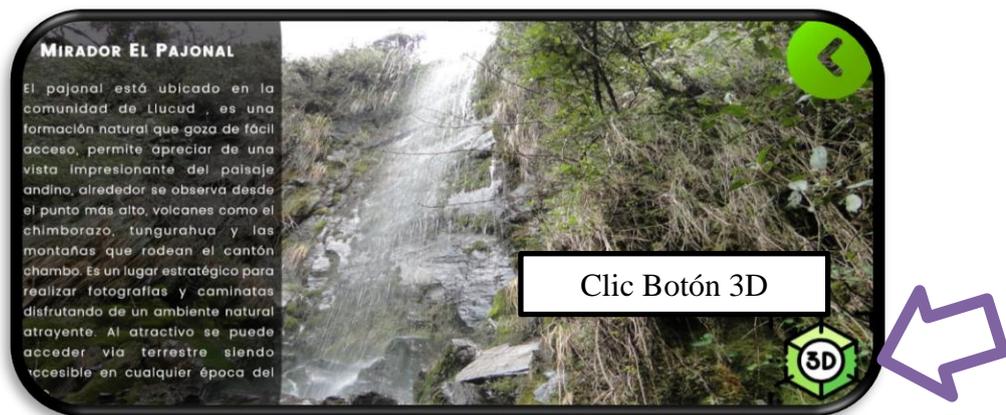


Figura 93: Pantalla de un atractivo natural



Una vez inicializado la aplicación, se encenderá la cámara, enfocar completamente al marcador (Imagen) con la cámara, contiene botones al lado derecho, el botón volver atrás, botón ubicación, botón Galería es donde se visualiza fotografías y el lado izquierdo el botón de audio.

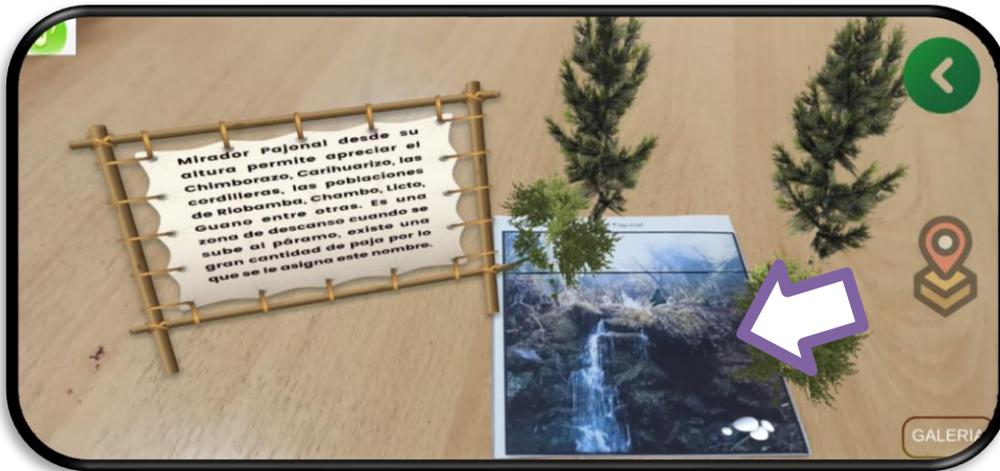


Figura 94: Visualización de los objetos en 3D



Figura 95 Visualización de la galería con fotografías del lugar

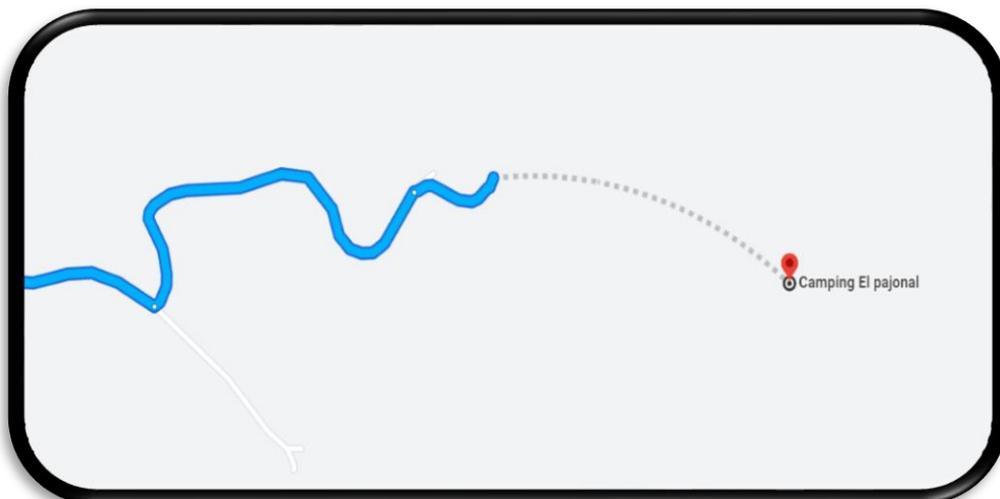


Figura 96: Ubicación del lugar mediante google maps

Esta es la pantalla de **Bosque Primario** con su descripción, se visualiza dos botones uno de volver atrás y un botón de 3D (realidad aumentada) redirige a una parte donde activa el botón 3D del dispositivo, colocar el marcador para que el dispositivo enfoque.



Figura 97: Pantalla de un atractivo natural



Figura 98: Marcador

Una vez inicializado la aplicación, se encenderá la cámara, enfocar completamente al marcador (Imagen) con la cámara, contiene botones al lado derecho, el botón volver atrás, botón ubicación, botón galería es donde se visualiza fotografías y el lado izquierdo el botón de audio.



Figura 99: Visualización de los objetos en 3D

→Boton Galeria



Figura 100: Visualización de la galería con fotografías del lugar



Figura 101: Ubicación del lugar mediante google maps