



Aplicaciones e implicaciones en la promoción de destinos turísticos de áreas naturales protegidas, a través de tecnologías inmersivas - realidad aumentada.

Martínez Erazo, Norman Joel y Soberón Mateus, Carlos Sebastián

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Software

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero de Software

Dr. Espinosa Gallardo, Edison Gonzalo

23 de agosto del 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenidos



Plagiarism and AI Content Detection Report

Tesina_Final_Martinez_Soberon_23-08...

Scan details

Scan time: August 25th, 2023 at 0:30 UTC
Total Pages: 91
Total Words: 22684

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
● Identical	1.9%	422
● Minor Changes	1.2%	277
● Paraphrased	3.2%	722
○ Omitted Words	7.8%	1771

AI Content Detection



Text coverage		Words
● AI text	9.4%	21168
○ Human text	90.6%	40864

[Learn more](#)



Dr. Espinosa Gallardo, Edison Gonzalo
Director




Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Software

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Aplicaciones e implicaciones en la promoción de destinos turísticos de áreas naturales protegidas, a través de tecnologías inmersivas – realidad aumentada.”** fue realizado por los señores **Martínez Erazo, Norman Joel y Soberón Mateus, Carlos Sebastián**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 23 de agosto del 2023



.....
Espinosa Gallardo, Edison Gonzalo
C.C. 0501577910



Departamento de Ciencias de la Computación
Carrera de Ingeniería de Software

Responsabilidad de Autoría

Nosotros **Martínez Erazo, Norman Joel y Soberón Mateus, Carlos Sebastián**, con cédulas de ciudadanía n°1750314104 y 1721849048, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Aplicaciones e implicaciones en la promoción de destinos turísticos de áreas naturales protegidas, a través de tecnologías inmersivas – realidad aumentada.”**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 23 de agosto del 2023

Martínez Erazo, Norman Joel

C.C. 1750314104

Soberón Mateus, Carlos Sebastián

C.C. 1721849048



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Software

Autorización de Publicación

Nosotros **Martínez Erazo, Norman Joel y Soberón Mateus, Carlos Sebastián**, con cédulas de ciudadanía n°1750314104 y 1721849048, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Aplicaciones e implicaciones en la promoción de destinos turísticos de áreas naturales protegidas, a través de tecnologías inmersivas – realidad aumentada.** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 23 de agosto del 2023

Martínez Erazo, Norman Joel

C.C. 1750314104

Soberón Mateus, Carlos Sebastián

C.C. 1721849048

Dedicatoria

Con todo mi corazón dedico este trabajo a mi amada familia, cuyo inquebrantable apoyo ha sido el pilar fundamental que ha sostenido este proceso de alcanzar esta meta trascendental en mi vida. En cada paso del camino, su aliento amoroso representado en palabras de motivación, han retumbado en mi cabeza en cada desafío aparentemente insuperable, que hoy en día solamente son anécdotas y enseñanzas que han marcado mi vida personal y profesional.

El logro que celebro hoy, lleva impreso el sacrificio y amor incondicional de mis padres, Diego y Marlene, mi hermano Joseph, que con el eco constante de su fé en mí, ha sido el combustible que ha impulsado mi determinación cuando las fuerzas se desvanecían y el pensamiento de rendirse nublaba el camino hacia mis objetivos.

A mis amigos, mis fieles compañeros de aventura, les dedico un lugar especial en este recorrido, me emociona saber que han llenado mi corazón de alegría en momentos en que los foráneos sentimos que necesitamos un abrazo de mamá para continuar, me conmueve saber que tengo un rollo fotográfico de recuerdos que guardo en mi corazón con momentos buenos y malos que ahora los recordamos como experiencias únicas que nos deja la juventud, espero siempre tenerlos presente en mi camino para compartir momentos inolvidables que nos harán recordar lo importante que es tener una amistad sincera.

Así que, con gratitud profunda y emociones que llenan mi ser, dedico este logro a ustedes. Que estas pequeñas palabras capturen una diminuta parte del amor y la gratitud que siento. Que este logro sea un recordatorio eterno de que su apoyo no solo hizo posible este proyecto, sino que también ayudó a la formación del, ahora ingeniero, Norman Martínez.

MARTINEZ ERAZO, NORMAN JOEL

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a todas las personas que han sido mi constante fuente de inspiración y apoyo a lo largo de este viaje académico. A mi familia, por su amor incondicional, paciencia y sobre todo comprensión en cada paso que he dado. A mis padres, Carlos y Berita cuyo sacrificio y esfuerzo han sido base de todas mis conquistas. A mi hermana, Emie por ser mi compañera y confidente de travesuras. A la persona que se lo debo todo lo que soy y seré, mi mami Elsi que no pudo verme en este punto de mi vida, pero sé que donde sea que se encuentre, puede sentirse orgullosa con la persona que soy ahora. A mis tíos, que han sido un ejemplo de crecimiento tanto personal como profesional.

A mis amigos de la universidad quienes han compartido risas, desafíos y momentos de desahogo a lo largo de este camino. A cada uno de ustedes, gracias por estar ahí en los buenos y malos momentos.

Deseo dedicar este logro también a mis más cercanos y queridos amigos cuya compañía y respaldo han sido invaluable en este recorrido académico. José, Melanie, Mario y Paola les expreso mi profundo agradecimiento por su constante apoyo y consejo, que han sido faro en cada momento y en cada decisión que he tomado, sin importar su naturaleza. Su amistad y confianza, ofrecidas sin reservas, han sido un pilar fundamental en mi camino. Esta dedicación es un pequeño reflejo de la gratitud que siento hacia cada uno de ustedes por formar parte de mi vida y por enriquecerla con su presencia.

A mis profesores y mentores, cuya guía y conocimientos han modelado mi crecimiento intelectual. Agradezco su dedicación en transmitirme no sólo conceptos, sino también la pasión por la exploración y el aprendizaje continuo.

SOBERÓN MATEUS, CARLOS SEBASTIÁN

Agradecimiento

Quiero agradecer a Dios por ser mi esperanza y quien guió mi camino en cada paso.

A mi querida Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por ser cuna de investigadores y abrir sus instalaciones para que mi formación académica sea culminada.

Al Parque Nacional Cotopaxi por abrir sus puertas a la investigación de este proyecto y permitir obtener los resultados esperados.

Al Dr. Edison Espinosa, que por su inquebrantable guía a lo largo de este proyecto tuvo un lugar en el campo de la innovación y la tecnología.

Al ingeniero Rubén López, que gracias a sus enseñanzas a lo largo de la carrera me ha demostrado que todo es posible si la dedicación está presente, este proyecto se culminó correctamente gracias a su correcto asesoramiento.

A mi mami, Marlene, que sin sus palabras de aliento y su trabajo fuerte cada día, a pesar de estar separados por la distancia, siempre me brindó su bendición y estuvo pendiente de mí, sin ella nada de esto se hubiera logrado.

A mi papi, Diego, que sin sus consejos y claro ejemplo de hombre y padre ejemplar, jamás hubiese podido superar cada reto que la vida me ha puesto en el camino, todo lo que soy es gracias a ti papito.

A mi hermano Joseph, que desde su nacimiento ha marcado mi vida con sus ocurrencias y me demostró que para ser feliz solamente se necesita de un hermano.

A mi abuela, Aura, que siempre me tenía presente en sus oraciones para que nunca me suceda nada malo, sin su ejemplo de constancia y trabajo duro no hubiese posible la culminación de este proyecto.

A mis tíos, todos ellos me han brindado su apoyo incondicional en toda mi vida y en esta etapa universitaria no ha sido la excepción, agradezco todo el amor que me tienen, en

este proceso me he dado cuenta que no tengo tios y tias, siempre los consideraré como mis padres y madres.

A mis primos y primas, que han sido mis confidentes y nunca me han dejado solo en cada adversidad, este logro es para ustedes porque siempre quisimos personas exitosas y lo estamos logrando.

A mi compañero de tesis y sincero amigo, Sebastián Soberón que gracias a su carácter decidido y apoyo incondicional pudo hacer posible la culminación de este proyecto, sobre todo quiero agradecer su prudencia en los momentos claves de este proceso.

A mis amigos, Kevin Mina, Josua Vivas, Vanessa Bravo, Thalia Torres, Mishell Cárdenas, Karla Altamirano, Chevitas Perez, Mario Andrade, Jose Poveda, José Núñez, Pepe, Kevin Lopez, Kevin Armas, Bryan Medina, Joselyn García, Eduardo Mosquera, Bryan Sandoval, Sebastián Orellana, Camilo Iglesias, Sebastián Torres, David Paredes, Pablito Guevara, David Saa, David Erazo, Elvis Betancourt, Dayanne Maldonado y Ammy Castillo que han construido una larga lista de anécdotas que hoy por hoy recordamos con una sonrisa.

A mis mejores amigos, Dennis Navarrete, Roberto Barahona y Kevin Villena, los caquitas for the win, por todos los momentos que hemos pasado, siempre van a ser mis mejores amigos y hermanos que la vida me ha presentado, los llevo siempre en mi corazón.

A mi compañera incondicional, Monserrath Guachamín, por todo el apoyo y amor que me ha brindado desde el momento en que apareció en mi vida, personas como tú se encuentran una sola vez en la vida.

A mi gran amiga, Kathy Valencia, que ha formado parte de mi adolescencia brindado su hombro en los momentos más difíciles de mi vida y sus palabras de aliento que siempre han estado presentes a lo largo de este proceso.

A Paula Cordero, por siempre sentirse orgullosa de mi y apoyarme emocionalmente en los momentos en que sentía que no podía más, siempre serás una persona muy especial en mi vida.

A Chelita Reyes, Emilio Logroño y Mylena Logroño, por siempre brindarme un cariño sincero demostrado en cada abrazo, su apoyo se refleja en este título universitario, siempre los llevaré en mi corazón.

MARTINEZ ERAZO, NORMAN JOEL

Agradecimiento

A Dios por haber sido mi guía espiritual en momentos desafiantes y por haberme ayudado a alcanzar esta meta.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por ser una institución que me supo formar profesionalmente para desenvolverme en cualquier ámbito relacionado a la Ingeniería de Software.

Quiero agradecer al Dr Edison Espinosa y al Ing. Rubén López, su guía y asesoramiento durante el proceso de elaboración del presente trabajo fue una parte clave para su desarrollo.

A mí padre Carlos por su sacrificio diario para darme el sustento y la educación, sin él esto no hubiera sido posible, por siempre darlo todo por nosotros, por habernos inculcado valores de dedicación, responsabilidad y valentía, por demostrar siempre paciencia y tranquilidad ante cualquier adversidad y por ser un ejemplo a seguir.

A mi madre Berita por su sacrificio diario, por su impresionante paciencia y comprensión, por haberme inculcado valores de solidaridad y respeto, por darlo siempre todo por nosotros, por cuidarnos y protegernos siempre, por ser una de las personas quién me ayudó a forjar un carácter con principios bien definido y sobre todo por ser la mejor madre.

A mi mami Elsi, por ayudarme a ser todo lo que soy y seré, por haber sido la persona que me enseñó todo lo que sé, por haber siempre estado ahí cuando te necesitaba, por haberme impulsado siempre a ser una mejor versión cada día, siempre te llevaré en mi corazón.

A mi hermana Emie, por ser la mejor hermana de todas, por ser totalmente diferente a mí y brindarme otras perspectivas, por tus chismes, por tu amor incondicional, te agradezco por haberme permitido ser tu hermano mayor y ser un ejemplo para ti.

A mis primos Diego, Xavier, Dome y René que hacen que cada reunión familiar sea diferente y especial, por sus locuras, historias, aventuras y horas de juego que hemos compartido, siempre han sido un apoyo ante cualquier adversidad que se ha presentado.

A mis tíos y tías Carlín Mateus, Ricardo Mateus, Guillermo Mateus, Gaby Mancheno, Diego Tayupanta y Omayra Pérez por su constante apoyo y aprecio hacia mí han sido un faro de luz en mi vida, guiándome con sabiduría y apoyándome en mis decisiones y momentos malos, enseñándome el valor de la familia y celebrando mis logros.

A mi primo Carlos León, sin él, sus enseñanzas y tutorías no hubiese sido posible alcanzar este objetivo.

A mis amigos de la universidad José Nuñez, Karlita Altamirano, José Póveda, Kevin Mina, Kevin Armas, Roberto Barahona, Pepe Carrillo, Mishell Cárdenas y Thalia Torres, su compañía y amistad han hecho que este viaje académico sea más ameno. Sus risas y apoyo han sido una fuente constante de motivación.

A mi compañero de tesis y amigo sincero Norman Martínez por su valiosa amistad y comprensión a lo largo de este viaje, por sus desayunos gourmet, pero sobre todo por haber terminado a nuestro tiempo.

A mis mejores amigos Mario Andrade y José Muñoz, les agradezco por ser personas tan nobles e íntegras, por todos los consejos, por todas las aventuras que hemos tenido y tendremos, gracias por seguir formando parte de mi vida.

A mis mejores amigas Melanie Vásquez y Paola León, les agradezco por ser personas que siempre me brindaron su cariño y fortaleza. Su amistad ha sido un regalo invaluable que atesoró profundamente, este agradecimiento es un modesto tributo a la gran influencia que han tenido en mi vida.

A Paola Romo, quién ha sido mi compañera en toda mi travesía universitaria, su apoyo y afecto ha dejado una huella imborrable en mi corazón.

SOBERÓN MATEUS, CARLOS SEBASTIÁN

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	11
Índice de contenido.....	13
Índice de figuras.....	16
Índice de tablas.....	19
Resumen.....	20
Abstract.....	21
Glosario de términos.....	22
Capítulo I: Introducción.....	25
Antecedentes.....	25
Justificación e importancia.....	27
Alcance.....	27
Planteamiento del problema.....	28
<i>Formulación del problema a resolver.....</i>	<i>30</i>
Objetivos.....	30

<i>Objetivo general</i>	30
<i>Objetivos específicos</i>	30
Hipótesis.....	31
Señalamiento de variables.....	31
<i>Variable independiente</i>	31
<i>Variable dependiente</i>	31
Capítulo II: Marco teórico.....	32
Introducción.....	32
Aplicación.....	32
Aplicación móvil (Mobile App).....	32
Destinos turísticos.....	33
Realidad aumentada.....	33
Software Development Kit (SDK).....	38
Vuforia.....	39
Blender.....	40
Metodología Scrum.....	40
Jira.....	42
Capítulo III: Desarrollo.....	44
Introducción.....	44
Descripción general.....	44
Metodología.....	44
Análisis del proyecto.....	46
<i>Especificación de Requerimientos</i>	48

<i>Requisitos funcionales</i>	51
<i>Requisitos no funcionales</i>	53
<i>Otros requisitos no funcionales</i>	54
Arquitectura.....	55
Arquitectura lógica.....	55
Arquitectura física.....	57
Análisis del Proyecto.....	58
Desarrollo.....	84
<i>Configuración del entorno de modelado 3D</i>	85
<i>Descarga y configuración del motor de videojuegos</i>	93
<i>Instalación y configuración del motor de realidad aumentada</i>	110
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones.....	140
Conclusiones.....	140
Recomendaciones.....	142
Bibliografía.....	143
Anexos.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diagrama de arquitectura lógica</i>	52
Figura 2 <i>Diagrama de arquitectura física</i>	52
Figura 3 <i>Página oficial de Blender</i>	81
Figura 4 <i>Instalación de Blender</i>	82
Figura 5 <i>Dar inicio a un proyecto nuevo en Blender</i>	84
Figura 6 <i>Configuración de entorno vacío</i>	84
Figura 7 <i>Importación de imágenes modeladas en Blender</i>	85
Figura 8 <i>Imagen importada en 3D con extensión .obj</i>	86
Figura 9 <i>Configuración del pivote del modelo 3D en el entorno de edición</i>	86
Figura 10 <i>Cursor para ubicar el pivote en el objeto</i>	87
Figura 11 <i>Configuración del pivote a selección</i>	87
Figura 12 <i>Definición de origen de acuerdo a la geometría del objeto</i>	88
Figura 13 <i>Eje de rotación centrado en el objeto</i>	89
Figura 14 <i>Formato de exportación para los modelos 3D</i>	90
Figura 15 <i>Descarga de unity</i>	90
Figura 16 <i>Instalación de Unity</i>	91
Figura 17 <i>Creación de proyecto</i>	91
Figura 18 <i>Configuración de proyecto base 3D en Unity</i>	92
Figura 20 <i>Carpetas organizadas dentro del proyecto 3D en Unity</i>	94
Figura 21 <i>Creación de nuevas escenas</i>	94
Figura 22 <i>Selección de escenario Basic</i>	95
Figura 23 <i>Nombres de los escenarios creados</i>	96

Figura 24 <i>Pantalla inicial “Start”</i>	96
Figura 25 <i>Textos colocados en los escenarios</i>	97
Figura 26 <i>Selección del aspecto del escenario</i>	98
Figura 27 <i>Escala ajustada a las medidas de dispositivo móvil</i>	99
Figura 28 <i>Configuración de puntos de referencia</i>	99
Figura 29 <i>Opción Sprite en texturas 2D</i>	100
Figura 30 <i>Diseño de la primera interfaz</i>	101
Figura 31 <i>Importación de fuentes de caligrafía para el diseño</i>	101
Figura 32 <i>Textos necesarios importados para el diseño de las interfaces</i>	102
Figura 33 <i>Creación de script de navegación</i>	102
Figura 34 <i>Código de arranque del aplicativo</i>	103
Figura 35 <i>Implementación de escenas</i>	104
Figura 36 <i>Acceder a otra escena creada</i>	104
Figura 37 <i>Escala de los tamaños de la pantalla</i>	105
Figura 38 <i>Colocar las instrucciones en la pantalla de instrucciones</i>	105
Figura 39 <i>Escena de instrucciones de uso</i>	106
Figura 40 <i>Navegación entre escenas creadas</i>	107
Figura 41 <i>Generar licencia del motor gráfico Vuforia</i>	108
Figura 42 <i>Nombre de la licencia y aceptar términos y condiciones</i>	108
Figura 43 <i>Licencia generada por Vuforia Engine</i>	109
Figura 44 <i>Descargar SDK para integrar Vuforia en Unity</i>	110
Figura 45 <i>Importación de Vuforia dentro de Unity</i>	111
Figura 46 <i>Configuraciones de ARCamera</i>	112

Figura 47 <i>Licencia activada en el proyecto Unity</i>	113
Figura 48 <i>Organización de los materiales</i>	114
Figura 49 <i>Creación de Image Target</i>	115
Figura 50 <i>Proyección de modelos y objetos</i>	116
Figura 51 <i>Modelo 3D colocado dentro del Image Target</i>	116
Figura 52 <i>Ejes invertidos en el modelo</i>	117
Figura 53 <i>Vista vertical del GameObject configurado</i>	118
Figura 54 <i>Vista horizontal del GameObject configurado</i>	118
Figura 55 <i>Creación del Tag ARObjeto</i>	119
Figura 56 <i>Implementación del objeto a ARObjeto</i>	119
Figura 56 <i>Modelo con las configuraciones correctamente definidas</i>	120
Figura 57 <i>Creación del archivo ObjetoManipulador</i>	121
Figura 58 <i>Inicialización de variables en la clase</i>	122
Figura 59 <i>Código utilizado para mover los objetos</i>	123
Figura 60 <i>Configuración a dos toques en la pantalla para rotación o escala</i>	123
Figura 62 <i>Manipulador de especificaciones en cada objeto</i>	125
Figura 63 <i>Conjunto de materiales para cada animal o planta</i>	126
Figura 64 <i>Creación de nuevo material</i>	127
Figura 65 <i>Degradado de sombras y texturas</i>	128
Figura 66 <i>Asignar los colores con los que realizará el degradado</i>	128
Figura 67 <i>Implementación de degradado en el objeto</i>	129
Figura 68 <i>Objeto visualizado desde otra perspectiva</i>	129
Figura 69 <i>Réplica de los objetos</i>	130

Figura 70 <i>Toma de referencias en la Laguna de Limpiopungo</i>	130
Figura 71 <i>Información de la Laguna de Limpiopungo</i>	131
Figura 72 <i>Ubicación dentro de los circuitos turísticos</i>	132
Figura 73 <i>Configuraciones de Build Settings</i>	132
Figura 74 <i>Build Setting del programa</i>	133
Figura 75 <i>Dispositivo de ejecución</i>	134
Figura 76 <i>Selección de versiones ARM</i>	135
Figura 77 <i>Construcción del archivo .apk</i>	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Roles y funciones de los integrantes del equipo</i>	37
Tabla 2 <i>Componentes utilizado en la arquitectura lógica</i>	48
Tabla 3 <i>Historias de usuario</i>	50
Tabla 4 <i>Product backlog</i>	56
Tabla 5 <i>Carpetas organizadas para el desarrollo del aplicativo</i>	90

Resumen

El presente proyecto de titulación propone realizar un aplicativo móvil de realidad aumentada dirigida específicamente para las áreas protegidas del Parque Nacional Cotopaxi ubicado en Ecuador, en donde, el objetivo principal es mejorar la promoción turística y experiencia de los visitantes en estas áreas mediante el uso de tecnologías de realidad aumentada. El aplicativo móvil permitirá la superposición de objetos en entornos reales mediante modelos 3D, brindando información detallada sobre la biodiversidad local y sitios protegidos dentro del área. Se busca aumentar el conocimiento de los visitantes sobre la flora y fauna con la finalidad de fomentar la interacción de los usuarios con los entornos virtuales inmersos en estos entornos reales. El proyecto se centra en la recopilación de requisitos, diseño de interfaces, creación de código fuente e implementación del aplicativo de realidad aumentada, con el objetivo de contribuir a la promoción, sensibilización ambiental y la preservación de las áreas naturales protegidas del Parque Nacional Cotopaxi. Para la organización del equipo de trabajo, la metodología ágil SCRUM ha sido la metodología seleccionada debido a que permite la estructuración eficiente de las responsabilidades del equipo y es accesible agilizar los procesos de creación de implementos nuevos dentro del trabajo de titulación; esta organización se llevó a cabo dentro del software web Jira que permite construir, planificar y finalizar proyectos en el área de software de manera ágil e interactiva. Para el desarrollo del aplicativo se ha utilizado la arquitectura basada en componentes puesto que brinda beneficios ideales en la creación de sistemas en realidad aumentada complejos y altamente funcionales. Las herramientas que se utilizaron para la construcción del aplicativo móvil fueron: Unity como motor de videojuegos 3D para la fabricación del aplicativo móvil, Vuforia como el motor de realidad aumentada para la superposición de objetos 3D en entornos reales y Blender para el modelado de los objetos 3D.

Palabras clave: aplicativo móvil, realidad aumentada, áreas protegidas, entornos virtuales, entornos reales.

Abstract

This research paper outlines a capstone project to enhance tourist promotion and visitor experience in the protected areas of Cotopaxi National Park in Ecuador. The project's primary objective is to develop a mobile augmented reality application that allows visitors to overlay 3D models onto natural environments and access detailed information about local biodiversity and protected sites within the area. The project aims to elevate visitor awareness of the flora and fauna by fostering user interaction with virtual environments embedded within natural landscapes. The project focuses on requirements gathering, interface design, source code creation, and implementing the augmented reality application to achieve these goals. The team utilizes the agile SCRUM methodology, which facilitates effective team organization and expedites the creation process of new components within the project's scope. The team also implements the web-based software Jira to enable agile and interactive project construction, planning, and completion. The development of the application utilizes a component-based architecture chosen for its benefits in constructing complex and highly functional augmented reality systems. The tools employed for making the mobile application include Unity as the 3D game engine for mobile application fabrication, Vuforia as the augmented reality engine for overlaying 3D objects onto natural environments, and Blender for creating 3D objects. Ultimately, this project aims to contribute to the promotion, environmental awareness, and preservation of Cotopaxi National Park's protected natural areas.

Key words: mobile application, augmented reality, protected areas, virtual environments, real environments.

Glosario de términos

B

Backlog: Lista de tareas y características planificadas para un proyecto, priorizadas para su desarrollo.

Box Collider: Componente que define una caja de colisión en Unity para detección de colisiones.

C

Compilar: Proceso de traducir código fuente en un programa ejecutable.

E

Elementos tridimensionales (Modelos 3D): Objetos digitales que tienen longitud, ancho y profundidad en un entorno virtual.

Entornos virtuales: Espacios digitales que emulan entornos reales o imaginarios.

Escena: Entorno virtual o pantalla en un motor de juegos.

G

Geolocalización: Determinación de la ubicación física de un objeto o dispositivo.

I

Image Targets: Imágenes reales que funcionan como marcadores en la realidad aumentada.

Imágenes modeladas (Assets): Elementos visuales como imágenes, modelos 3D o sonidos utilizados en un proyecto.

Instalador: Archivo ejecutable que instala aplicaciones en dispositivos móviles.

Interfaces: Puntos de interacción donde los usuarios se conectan con el software o dispositivos.

L

Landscape: Orientación horizontal de una pantalla o imagen.

M

Modal: Ventana emergente o cuadro de diálogo que requiere acción del usuario.

Motor gráfico: Herramienta de realidad aumentada que permite la detección y seguimiento de objetos.

Multiplataforma: Software compatible y ejecutable en diferentes sistemas operativos o dispositivos.

O

Objeto vacío (GameObject): Elemento básico en Unity que puede contener componentes y funcionalidad.

P

Pivote: Punto de referencia en un objeto 3D para la rotación y transformación.

Prefab: Objeto preconfigurado reutilizable en Unity.

R

RA: Realidad aumentada es una tecnología que combina el mundo real con elementos virtuales o digitales, permitiendo que los usuarios experimenten y visualicen información adicional o interactiva superpuesta en el entorno físico a través de dispositivos como smartphones.

RAM: Memoria de acceso aleatorio utilizada para almacenar datos y ejecutar programas.

S

Software: Programas o aplicaciones que se ejecutan en una computadora o dispositivo.

Sprint: Período de tiempo en desarrollo ágil para completar y entregar un conjunto de tareas planificadas.

Sprite: Gráfico 2D o imagen utilizada en gráficos por computadora y juegos.

T

Tag: Etiqueta asignada a objetos para organizar y categorizar en Unity.

U

UI (Interfaz de Usuario): Diseño y elementos visuales que permiten a los usuarios interactuar con un software.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

Uno de los factores importantes en un país es el turismo, es por ello que se realizan estrategias adecuadas que permiten la potencialización del mismo, de esta manera los países abordan estrategias para un crecimiento exponencial y el fortalecimiento de su competencia en las atracciones turísticas. El turismo en Ecuador es considerado como una de las fuentes económicas más importante para el país ya que actualmente es la tercera fuente de ingresos no petroleros para la economía ecuatoriana, comúnmente los turistas extranjeros y nacionales se ven atraídos por visitar destinos turísticos orientados a la conservación de las áreas naturales protegidas como de recreación, parques nacionales, refugios de vida silvestre, ecosistemas terrestres, costero, marino, entre otros, que son manejadas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Ecuador tiene 56 áreas protegidas, que representa el 20% del territorio nacional, distribuidas en la región continental e insular. El área protegida se constituye en un espacio geográfico definido, reconocido y legal que alberga riqueza biológica - paisajística, servicios ecosistémicos que permiten la recreación y las experiencias turísticas que trascienden las fronteras del país (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021). Entre las principales áreas protegidas del Ecuador está el Parque Nacional Cotopaxi, asentado en las provincias de Cotopaxi, Pichincha y Napo, con una extensión de 33.393 hectáreas, creado en 1975, con un rango altitudinal de 3.400 - 5.897 m.s.n.m. También conocida como “Avenida de los Volcanes”, nombre que el naturalista alemán Alexander von Humboldt en 1802 dio al conjunto de volcanes de la Sierra centro y norte del Ecuador. El ecosistema predominante en el parque es el páramo, con su flora y fauna especiales, por lo que la vegetación principal es de pajonal y pequeños arbustos de altura.” (Ministerio del Ambiente,

2015). El Cotopaxi, un cono nevado casi perfecto que se yergue a 5.897 metros de altitud es algo único en el planeta y es quizá, junto a las Galápagos, el mayor símbolo de nuestra geografía natural reconocida en el mundo entero. Este imponente volcán activo es uno de los más altos del mundo, domina todo el paisaje del área protegida, que también incluye otros dos más pequeños, el Morurco (4.880 m), pegado al Cotopaxi, y el Rumiñahui (4.722 m), también muy cercano. En Ecuador, en el periodo 2016 – 2021 se evidencia un descenso significativo de llegada de turistas, acrecentada por la emergencia sanitaria provocada por la pandemia del COVID-19 . Así en el 2017 la tasa de variación de llegadas de turistas fue del 3,9 %, en el 2019 se tuvo un -1,6 %, mientras, en el 2021 es del -59,6%. Las áreas naturales más visitadas según el ministerio de ambiente son los parques nacionales con un 39% y entre éstas las más elegida es el Parque Nacional Cotopaxi con el 25% (Ministerio del Ambiente, 2021), (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2021). En este contexto, con el propósito de impulsar y revitalizar el turismo en las zonas naturales de Ecuador, se pretende utilizar tecnologías de realidad aumentada para atraer una mayor cantidad de turistas nacionales y extranjeros. Dentro de este contexto el “Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025” plantea dentro de sus objetivos “Impulsar un sistema económico con reglas claras que fomente el comercio exterior, turismo, atracción de inversiones y modernización del sistema financiero nacional” dentro de las políticas para su cumplimiento y en concordancia con la propuesta de este proyecto consta el “fomentar el turismo doméstico, receptivo y sostenible a partir de la promoción consolidación y diversificación de los productos y destinos del Ecuador, tanto a nivel nacional como internacional” cuya meta directa es “incrementar las llegadas de extranjeros no residentes al país de 468.894 en 2020 a 2.000.000 en 2025”. La propuesta del proyecto se enfoca en motivar la demanda turística a través de un producto innovador de promoción con un alto impacto como lo demuestran las investigaciones tomadas como referencia.

Justificación e importancia

El proyecto se enfoca en el uso de la realidad aumentada para mejorar la promoción y atracción de turistas hacia las áreas naturales protegidas. De esta manera, se podrá utilizar esta tecnología para mostrar a los visitantes los paisajes, información adicional de la biodiversidad presente en el Parque Nacional Cotopaxi, mapas interactivos y datos de especies que se encuentran en el lugar.

Asimismo, el proyecto podría influir en la preservación de los entornos naturales, debido a que tiene el potencial de elevar la sensibilización y el compromiso hacia el cuidado de estas áreas protegidas, estimulando así a una mayor participación en actividades de conservación por parte de personas locales y turistas.

En resumen, el proyecto busca mejorar la promoción y la experiencia del turista en áreas naturales protegidas, como lo es el Parque Nacional Cotopaxi, mediante el uso de la realidad aumentada.

Alcance

Desarrollar una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles, destinada a las áreas protegidas pertenecientes al Parque Nacional Cotopaxi, con el propósito de enriquecer la experiencia de los visitantes mediante la superposición visual de objetos modelados 3D, utilizando estos objetos como contenido interactivo que resalte información sobre la biodiversidad local, puntos de localización e información adicional de las áreas protegidas como el Museo y la Laguna de Limpiopungo pertenecientes al Parque Nacional Cotopaxi. El aplicativo también incluirá una navegación de los circuitos turísticos en tiempo real permitiendo la interacción con elementos en realidad aumentada dentro de las áreas protegidas mencionadas anteriormente.

Planteamiento del problema

Según la conferencia de viajes internacionales y turismo, de las Naciones Unidas, define al turismo como "El consumo, la producción y la distribución de servicios para los viajeros que residen en algún lugar distinto de su domicilio o lugar de trabajo durante al menos veinticuatro horas mientras que las estancias más cortas son consideradas como excursiones" (World Tourism Organization, s.f.). El turismo sin la creatividad no podría sobrevivir, por lo que se deben innovar sus formas de difusión, para lo cual, es necesario incorporar medios tecnológicos que permitan obtener una nueva percepción del turismo en la actualidad, como por ejemplo el e-Turismo (Buhalis et. al., 2002 and Keller et. al., 2016).

E-Turismo nace como una sociedad de viajeros quienes intercambian experiencias de sus viajes y recomendaciones de todos los actores turísticos, por ejemplo, agencias de viajes, hoteles, restaurantes, entre otras, facilitando un mayor y mejor conocimiento de los gustos de los potenciales clientes a las empresas turísticas permitiendo ofertar un servicio personalizado. El internet es el origen principal para obtener información de servicios concernientes al turismo por la rapidez de comunicación, accesibilidad global que brinda, el mismo que contrasta con la promoción tradicional, es decir, la difusión de información turística nace del desear tener una pequeña experiencia antes de tomar una decisión, tradicionalmente se lo realiza por medio de contenido multimedia, presentación de productos, ilustraciones, catálogos, mapas, entre otros medios (Yoo K.H. and Gretzel U, 2016,)

El turismo en Ecuador es considerado como una de las fuentes más importante para el país ya que actualmente es la tercera fuente de ingresos no petroleros para la economía ecuatoriana. Por lo cual con el objetivo de incrementar la fuente de ingreso el Ministerio de Turismo ha implementado cinco pilares estratégicos a nivel Nacionales para convertir a Ecuador en Potencia Turística; los pilares estratégicos se enfocan en:

- I. Seguridad para generar confianza

- II. Calidad para generar fidelidad
- III. Destinos y productos para generar experiencia única
- IV. Conectividad para generar eficiencia
- V. Promoción para generar demanda

Específicamente para cumplir con la estrategia de promoción el Ecuador ha invertido grandes cantidades de dinero con el objetivo de aumentar el número de turistas extranjeros que visiten el país; como ejemplo se tiene la promoción turística de la campaña ALL YOU NEED IS ECUADOR que hace énfasis en que ningún país del mundo puede decir que lo tiene todo como ningún otro, y todo en un solo lugar y tan cerca como lo tiene Ecuador (Ministerio de Turismo de Ecuador, 2015). Para el posicionamiento de la campaña el Ecuador fue el primer país extranjero en promocionarse como destino turístico a través de un evento deportivo como el “Super Bowl 2015” con una inversión de 3,8 millones de dólares en un comercial de 30 segundos más el costo de producción que supera el millón de dólares (Ministerio de Turismo de Ecuador, 2015a and BBC Noticias, 2015).

La estrategia explota la diversidad en Ecuador la cual alberga cientos de miles de especies de flora y fauna, por lo que es considerado como uno de los 17 países con mayor biodiversidad del planeta por Km², además de ofrecer atractivos históricos, culturales, tradicionales y una gran variedad de gastronomía (Ministerio de Turismo de Ecuador, 2015 b). Razones por la cual en el 2017 ha recibido 36 nominaciones en el World Travel Awards, conocido como el Oscar al Turismo, en 47 categorías, entre las principales se menciona: principal destino para viajes de negocios, destino líder en Sudamérica, destino verde, mejor destino de playa entre otros; además de ser considerado el mejor lugar para vivir para jubilados extranjeros (El Comercio, 2017).

En un contexto dinámico y de creciente competencia entre los mercados del sector turístico, un modelo de apreciación de la competitividad de los destinos debe ser capaz de conllevar con esa dinámica en la construcción de ventajas competitivas (recursos estratégicos)

lo que permitirá que el turismo en Ecuador compita tecnológicamente tanto en la difusión como en la expedición de sus lugares turísticos, a fin de atraer turistas nacionales y extranjeros, y así dinamizar la economía del país. Con el propósito de dar una alternativa a este propósito, el presente documento propone un programa enfocado a la investigación, desarrollo e innovación del e-turismo en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la República del Ecuador.

Formulación del problema a resolver

Desarrollo de un aplicativo móvil de realidad aumentada que permita visualizar la biodiversidad local de las áreas protegidas del Parque Nacional Cotopaxi mediante objetos superpuestos en un entorno real por medio de modelos 3D.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles, para el despliegue autónomo de información complementaria mediante la detección en tiempo real de objetivos presentes en los atractivos turísticos recomendados y atributos relacionados con el perfil del turista.

Objetivos específicos

- Realizar un documento que detalle la recopilación de requisitos y el análisis del aplicativo de realidad aumentada.
- Diseñar interfaces del aplicativo de realidad aumentada.
- Realizar código fuente y objetos esenciales que prevalecerán en el aplicativo.
- Realizar el aplicativo de realidad aumentada liberado.

Hipótesis

La implementación de una aplicación de realidad aumentada en las áreas protegidas del Parque Nacional Cotopaxi aumentará el conocimiento de información detallada de la flora y fauna local con la interacción de los visitantes y los entornos virtuales inmersos en entornos reales propios del sitio.

Señalamiento de variables

Variable independiente

Implementación del aplicativo móvil de realidad aumentada en las áreas protegidas del Parque Nacional Cotopaxi.

Variable dependiente

Conocimiento de información detallada de la flora y fauna local y la interacción de los visitantes con los entornos virtuales inmersos en entornos reales propios del sitio.

Capítulo II

Marco Teórico

Introducción

Este capítulo mostrará los conceptos y/o características enfocadas en el desarrollo de aplicaciones inmersas en la promoción turística y las tecnologías que serán utilizadas para la creación de aplicativos móviles enfocados en realidad aumentada.

Aplicación

“Una aplicación informática es un tipo de software que permite al usuario realizar uno o más tipos de trabajo. Los procesadores de texto y las hojas de cálculo son ejemplos de aplicaciones informáticas” (Perez Porto & Merino, 2010).

“En 1956, las empresas Suecas enfocadas en telecomunicaciones tales como TeliaSonera y Ericson, crearon sistemas de telefonía móvil que permitiera obtener plenitud y autonomía para los usuarios” (Salazar Alvarez, 2013, p. 13).

En la actualidad los teléfonos móviles se han convertido en una herramienta de trabajo y uso personal para toda la sociedad, esto se debe a la evolución constante que las grandes empresas tecnológicas han implementado en sus dispositivos, automatizando cada vez más, las necesidades que los usuarios requieren.

Aplicación móvil (Mobile App)

Las primeras aplicaciones datan entre los años 90, las más populares en ese entonces que podemos mencionar son la agenda, arcade games, editores de ringtones, todas con funcionalidades bastante elementales y con un diseño bastante simple (*Historia de Las Aplicaciones Móviles. – Arte Interactivo, 2018*).

Podemos decir que una aplicación móvil “es una aplicación de software diseñada para

ejecutarse en un dispositivo móvil(...), suelen estar diseñadas para proporcionar a los usuarios una experiencia específica orientada a la realización de tareas.” (Mufi, 2022).

De esta manera, un aplicativo móvil se puede definir como una herramienta que permite realizar actividades específicas dentro del campo de investigación que se implemente. En este caso, el aplicativo móvil será inmerso en la promoción de circuitos turísticos, iniciando con el parque nacional Cotopaxi, debido a que es uno de los volcanes más emblemáticos de nuestra región, también por las complicaciones de acceso, que por motivos de actividad volcánica, ha sido restringido.

Las aplicaciones móviles han tenido una muy buena acogida gracias a que los usuarios le ponen más atención a sus teléfonos móviles a diferencia de sus computadoras o tablets con una ventaja del 57% frente al 32% y 11% respectivamente (Reyes Leal & Benitez Sanchez, 2020, p. 17).

Destinos turísticos

Según (Bigné Alcañiz et al., 2000, 30) Los destinos son combinaciones de productos turísticos, que ofrecen una experiencia integrada a los turistas. Tradicionalmente, los destinos se consideraban como una zona bien definida geográficamente, como un país, una isla o una ciudad.(...) Se considera los destinos turísticos como un área que presenta características reconocidas por los visitantes potenciales, las cuales justifican su consideración como entidad y atraen viajes al mismo, con independencia de las atracciones que existan en otras zonas.

Realidad aumentada

El concepto de realidad aumentada data desde el año 1901 gracias a Frank Baum, un escritor estadounidense, el cual imaginó poder ver información adicional de las personas que se cruzan en la calle por medio de unas gafas, y así fue como se dió a conocer el concepto de realidad aumentada (Reyes Leal & Benitez Sanchez, 2020, p. 18).

La realidad aumentada es una tecnología que permite “fusionar el entorno real con un entorno virtual, y se basa en la superposición de objetos virtuales sobre la realidad en tiempo real” (Callejas Cuervo et al., 2011, p. 94). Esto quiere decir que esta tecnología permite visualizar contenidos que simulan ser parte de la realidad captada por cámaras desde un dispositivo móvil.

Existe un gran diferenciador con la realidad virtual ya que esta supone la inclusión de elementos virtuales y reales en entornos principalmente virtuales, mientras que la realidad aumentada consiste en la inclusión de elementos reales virtuales en un espacio o contexto real, por medio del reconocimiento de patrones o de marcas fiduciarias. Es por ello, que la realidad aumentada prioriza el entorno real, pero lo mejora con objetos virtuales (Fernández Alles & Cuadrado Marqués, 2014, p. 12).

Si bien el uso de esta innovación está incorporándose con fuerza en el sector turístico, en el que se están aprovechando las posibilidades que ofrece esta nueva tecnología para extender la experiencia de sus clientes. Aunque se trata de una tecnología que se viene investigando desde los años 90 del siglo XX, el creciente avance tecnológico ha posibilitado que se pueda implementar en dispositivos móviles, los cuales carecían de características técnicas necesarias hasta hace pocos años, siendo esta traslación de la tecnología de realidad aumentada a un dispositivo verdaderamente portátil y cómodo lo que permite su aplicación a la actividad turística (Fernández Alles & Cuadrado Marqués, 2014, p. 12).

Actualmente esta tecnología no necesita de puntos de apoyo o marcas fiduciarias, sino que mediante el uso de la tecnología “visual SLAM (Simultaneous Localization And Mapping)” combina el uso del GPS de los dispositivos móviles con el reconocimiento de patrones a través de la cámara de video integrada en los mismos, usando el giroscopio para discernir en qué lugar y en qué perspectiva debe presentar la información o los contenidos multimedia (Fernández Alles & Cuadrado Marqués, 2014, p. 12).

Los progresos en las tecnologías móviles han impactado directamente en la industria del turismo, brindando a los viajeros información instantánea de forma fácil y eficiente. De hecho, los dispositivos móviles han contribuido a crear una conexión entre el turista, por un lado, y el pasado cultural y el patrimonio intangible, por otro lado, a través de distintos medios (Imbert-Bouchard Ribera et al., 1970, p. 44), entre ellos se encuentra la realidad aumentada.

Con la realidad aumentada se puede hacer posible la inclusión de información textual y gráfica en un contexto real, de tal manera que la experiencia en el turismo se verá mejorada ya que los elementos multimedia mejoran la calidad en los visitantes, evitando restricciones (Fernández & Cuadrado, 2014, pp. 12).

Según la investigación de (Reyes Leal & Benitez Sanchez, 2020, p. 18), los elementos que se necesitan para que un sistema de realidad aumentada funcione de manera óptima son tres, los cuales se mostraran a continuación:

Elemento capturador

Este elemento se encarga de captar la imagen del mundo real para después ingresar en el programa en donde posteriormente serán procesadas. La herramienta más utilizada para este proceso es una cámara que cumpla con todos los requisitos que el aplicativo que se utilice lo requiera.

Elemento disparador

Encargado de reconocer el momento u objeto para después activar el motor de realidad aumentada, existen distintas formas de activar el disparador, a continuación se mencionan las más importantes :

Marcadores:

Se refiere a la fotografía o imagen que el dispositivo detectará, por medio de su cámara, para activar el sistema captador de realidad aumentada, este método es uno de los utilizados para desarrollar aplicaciones móviles de este tipo.

GPS, brújula y acelerómetro

En este método se utilizan los tres factores, con el GPS se reconoce la ubicación, la brújula proporciona la dirección correcta a la que el dispositivo apunte y el acelerómetro permite detectar la inclinación del dispositivo.

Reconocimiento de objetos

Con este método es importante reconocer objetos conocidos ya sea por su forma o textura, para luego poder verificar esa información en la base de datos y finalmente mostrar la información virtual correcta.

Elemento procesador

Se encarga de recibir datos, procesarlos y proyectarlos en realidad aumentada de acuerdo a las necesidades que la aplicación necesite, básicamente, se refiere a las imágenes en realidad aumentada que se muestran en el dispositivo móvil.

En la actualidad los turistas demandan, cada vez más, un valor añadido en los viajes dentro o fuera de su país, más allá de las simples guías turísticas y los mapas en papel impreso que no ofrecen las posibilidades de interactuar o personalizar la información disponible(...) En estos últimos años se están desarrollando una importante cantidad de herramientas para dispositivos móviles basados en realidad aumentada, las cuales se pueden implementar en el turismo (Leiva Olivencia, 2014, pp. 52-53).

La utilización de dispositivos móviles ha tenido un crecimiento muy acelerado, esto se debe a que la facilidad de acceder a internet y automatizar los procesos ha facilitado las actividades de todos los usuarios, de esta manera, el uso de realidad aumentada en el sector

turístico ofrece nuevas funcionalidades que faciliten e innoven los procesos tales como guías e información a través de su pantalla móvil.

Motor de videojuegos 3D Unity

Unity es un motor gráfico enfocado en la creación de videojuegos 3D lanzado el 1 de junio de 2005 de manera oficial por Unity Technologies. “Este motor permite la creación de juegos y otros contenidos interactivos como diseños arquitectónicos o animaciones 3D en tiempo real” (Ouazzani, 2012, p. 21).

Los usuarios interesados en el desarrollo de videojuegos o entornos virtuales se topan con la dificultad de aprender lenguajes de programación junto a los motores que utilizan, esto se dificulta sin estudios previos de programación y animación por ordenador (Ouazzani, 2012, p. 21).

Es por ello que este motor principalmente enfocado al desarrollo de videojuegos ha sido utilizado para la creación de entornos virtuales debido a la fácil manipulación de los objetos, ya que, sus herramientas son accesibles para el usuario enfocándose en una interfaz gráfica que a su vez permita manipular el código fuente de cada objeto fácilmente. De esta manera Unity se ha convertido en el motor de videojuegos más popular entre los desarrolladores de videojuegos y actualmente la creación de entornos virtuales.

El contenido del juego o aplicativo que se realice, se construye directamente desde el editor visual, sin embargo, el comportamiento de los objetos deben ser programados mediante lenguajes de programación, en este caso se utiliza `c#`. Con respecto al manejo de las escenas dentro del videojuego, estas se crean desde un espacio en blanco, es decir que cada objeto y escena puede ser formada libremente dentro de Unity, puesto que este motor incluye un editor de terreno en donde es posible dar forma a cada superficie que el proyecto lo requiera utilizando diferentes herramientas de edición como pintar, texturizar, añadir, colocar, etc. Incluso es posible la importación de materiales prefabricados anteriormente dentro del mismo

motor o provenientes de otros motores de desarrollo (Cerón Cardona & Bedoya Herrera, 2014, p. 22).

Según (Cerón Cardona & Bedoya Herrera, 2014) “el éxito de Unity ha llegado en parte debido al enfoque en las necesidades de los desarrolladores independientes que no pueden crear ni su propio motor del juego ni las herramientas necesarias o adquirir licencias para utilizar plenamente las opciones que aparecen disponibles. El enfoque de la compañía es democratizar el desarrollo de juegos, y hacer el desarrollo de contenidos interactivos en 2D y 3D lo más accesible posible a tantas personas en todo el mundo como sea posible.”

“Unity es una aplicación 3D en tiempo real y multimedia además de ser motor 3D” (Ouazzani, 2012, p. 21), debido a la facilidad de creación de objetos multimedia es accesible para los programadores y creadores de contenido virtual el acceso a las nuevas tecnologías, con el fin de poder manipular los objetos de manera óptima y así colocar detalles de iluminación, terrenos y texturas de manera rápida y optimizada.

De esta manera es correcto mencionar que Unity es un motor gráfico para creación de videojuegos entornos virtuales accesible a cualquier tipo de público debido a que está desarrollado en versiones tanto gratuitas como profesionales, las cuales tienen ventajas para el desarrollo de aplicativos gráficos, cabe recalcar que las versiones profesionales son las que más funcionalidad abarcan, pero esto no quiere decir que las limitaciones sean superiores en la versión gratuita, además que la multiplataforma es importante en este motor de desarrollo .

Software Development Kit (SDK)

Un conjunto de herramientas de desarrollo de software (SDK) es básicamente un conjunto creado por el fabricante o fabricantes de una plataforma utilizado para la creación de software en dicha plataforma, este conjunto de herramientas consta de compiladores, depuradores y bibliotecas de código específicas para el mismo lenguaje de programación (Durán, 2022).

Estas herramientas permiten a los desarrolladores de software crear aplicaciones para la plataforma, sistema o lenguaje de programación que este fue creado, es por ello que cada SDK incluye un API (Application Programming Interface) o Interfaz de programación de aplicaciones, las cuales son útiles para conectar nuevos proyectos o aplicaciones móviles por medio de línea de comandos (Red Hat, 2023). Debido a todas las herramientas que incluyen estos conjuntos es muy común que los desarrolladores tarden un tiempo considerable en aprender a usar un SDK y dominarlo a la perfección, es importante mencionar que la documentación es indispensable en cada kit debido a que los desarrolladores necesitan obtener una fuente en la cual puedan aprender a controlar dichas herramientas.

Vuforia

Vuforia es un kit de desarrollo de software (SDK), especializado en la creación de aplicaciones para dispositivos móviles utilizando tecnología de visión por computadora para facilitar el reconocimiento de imágenes planas y objetos modelados en 3D en tiempo real, siendo posible la realidad aumentada en estos dispositivos (Sua Quimbayo, 2020).

Esta herramienta proporciona interfaces de programación en diferentes lenguajes de programación a través de un motor gráfico de videojuegos de Unity, en donde el desarrollo nativo para las diferentes plataformas móviles es accesible, de esta manera permite el desarrollo de aplicaciones en realidad aumentada de manera rápida y gratuita (Sua Quimbayo, 2020).

La plataforma para desarrolladores se caracteriza por su facilidad de integrar tecnologías de realidad aumentada de tal forma que cualquier persona pueda hacer uso de ella y utilizarla para un propósito propio y personal (Webedia Brand Services, 2013).

Vuforia se ha enfocado en reconocer el mundo real de manera visual con la finalidad de evitar posibles error de medición de otros sensores como el GPS, de modo que se centra únicamente en una sola herramienta, la cámara del dispositivo móvil, que en este caso sería lo

que “observa” nuestro dispositivo, así pues, Vuforia ha ganado ventaja en poder reconocer diferentes objetos por medio de la cámara como códigos bidimensionales, textos, objetos cilíndricos, objetos contruidos a partir de superficies planas e imágenes personalizadas. Todas estas herramientas han sido versátiles ya que las podemos integrar en sistemas operativo Android e iOS, así también, como en cualquier aplicación que utilice Unity 3D (Webedia Brand Services, 2013).

Blender

Blender es una suite de creación de objetos 3D que abarca diferentes tipos de objetos tanto fijos como animaciones 3D, tomas VFX y edición de videos. Este software se adapta a sus usuarios y estudios los cuales se benefician de su canalización unificada y su proceso de desarrollo receptivo, ya que, al ser una aplicación multiplataforma, este se ejecuta en sistemas operativos como Windows, Linux y MacOS (Blender, 2023).

Algo importante que Blender proporciona son los requisitos relativamente pequeños para la instalación del programa, en comparación con otras suites de creación y animación 3D, su interfaz emplea OpenGL con la cual la experiencia de usuario se vuelve consistente en el hardware y las plataformas compatibles con Blender (Blender, 2023).

Blender ha sido una excelente opción para el manejo del arte digital, debido a que es un software gratuito, esto permite que toda la comunidad aporte con nuevas funciones disponibles para todos los usuarios, este software ha ganado una posición muy importante en la industria gracias a su potencial significativo para realizar elementos complejos manteniendo un flujo de trabajo ligero (Castillo Gallo, 2021).

Metodología Scrum

Scrum es una metodología para el desarrollo ágil en el software que ha sido reconocida y utilizada a nivel mundial, Ikujiro y Hirotaka realizaron la investigación necesaria para el

análisis y creación de esta metodología con el fin de resaltar el trabajo en equipo y la autonomía que deben tener los proyectos para desarrollar un producto software de manera ágil (Estrada Velasco et al., 2021, p. 3)).

Esta metodología establece un marco de trabajo cuyo objetivo es el control permanente del estado actual del software, en este marco de trabajo el cliente establece las prioridades, mientras que el equipo de desarrollo se auto organiza de la mejor manera, con el objetivo de entregar los resultados (Estrada Velasco et al., 2021, p. 4).

Las metodologías ágiles han demostrado que pueden ser altamente eficientes al desarrollar un software según varios autores enfocados en metodologías de desarrollo; afirman que la carencia de aplicación metodológica conlleva a obtener un producto con una calidad deficiente y defienden que la aplicación de la metodología ágil SCRUM logra la incorporación y compromiso al equipo de desarrollo y al usuario, cumpliendo las aspiraciones con una calidad reconocible en el producto (Timkyw et al., 2020, p. 82).

Las fases que la metodología SCRUM requiere para llevarse a cabo son las reuniones o también llamadas sprints, en las cuales se planifican las actividades que el equipo llevará a cabo dentro del tiempo establecido, existen tres fases que se deben desarrollar; en la primera fase se desarrolla la planificación del Backlog, en donde se definen las prioridades de cada requisito y la manera en que se llevará a cabo el primer sprint 0; en la segunda fase se generan seguimientos a los sprints, se realizan reuniones diarias donde se evalúa el lugar del proyecto en el que se encuentra el equipo de desarrollo y los avances que se han obtenido en el tiempo de trabajo entre cada reunión, también se toma en cuenta las actividades que se realizarán posterior a la finalización de las tareas en curso y la tercera fase se encuentra en la finalización del sprint, en donde revisan los resultados del equipo y los posibles cambios e inconvenientes que se han presentado a lo largo del sprint (Timkyw et al., 2020, p. 82).

En el caso de los roles que se asignan en esta metodología, existen dos grupos los cuales están divididos en grupo de trabajo comprometido con el proyecto y el grupo que

necesita la realimentación de la salida de los procesos en el planeamiento del sprint. En el primer grupo se encuentran los siguientes roles que conforman el equipo de trabajo enfocado específicamente en el desarrollo del producto:

- Product Owner: Persona encargada de tomar decisiones dentro del proyecto, conocedor del negocio del cliente y su visión del producto.
- SCRUM Master: Es el encargado de mantener el control en la metodología sin afectar su funcionamiento, por ello debe solucionar los inconvenientes que no permiten que el proceso fluya continuamente y es el encargado de hablar con los clientes y gestores.
- Equipo de desarrollo: Conformado por un grupo de personas que desarrollan el producto software, los cuales deben organizar y tomar decisiones dentro de la organización para conseguir el objetivo en el tiempo establecido.

En el segundo grupo se encuentran los siguientes roles:

- Usuarios: Persona u organización a la cual se entregará el producto final.
- Stakeholders: Personas que participan en las revisiones de cada sprint.
- Managers: Se encargan de tomar las decisiones finales, también participan en la selección de objetivos y requisitos (Timkyw et al., 2020, p. 83).

Jira

Sistema web de gestor de proyectos el cual permite finalizar, planificar y construir proyectos en el área de software, con esta herramienta es posible capturar y organizar incidencias para el proyecto que el equipo de desarrollo desee ejecutar ya que la asignación de trabajos y la verificación de actividades se gestiona de manera sencilla,. Los equipos de trabajo que utilizan esta herramienta controlan mejor sus tareas y estimaciones. El propósito general de Jira es conseguir el trabajo sencillo y fácil de administrar gracias a sus funciones de organización en cada flujo de trabajo (López Solórzano, 2018).

La empresa propietaria de Jira, Atlassian, describe a su herramienta como una familia de productos fabricada para ayudar a todo tipo de equipos con la gestión del trabajo; desde su lanzamiento al mercado, ocurrido en el año 2002, su principal uso era el seguimiento de errores de software, pero la incorporación de nuevas funciones de personalización avanzadas ha convertido a esta plataforma como una herramienta adecuada para la gestión y control de actividades (Gómez Peralta & Mora Saltos, 2020).

Capítulo III

Creación del entorno en realidad aumentada

Introducción

En este capítulo se mostrará el procedimiento realizado para la creación de los entornos de realidad aumentada, detallando también, sus características y funcionalidades las cuales constan de reconocimiento de imágenes para la activación y despliegue de objetos en realidad aumentada, utilizando la cámara de un dispositivo móvil, instrumento en el cual se desplegará el aplicativo móvil, generando un instalador el cual permitirá el uso del aplicativo en un teléfono celular o tableta.

Descripción general

El aplicativo consistirá en una plataforma digital accesible a través de dispositivos móviles Android que cuente con sistema operativo Android 8.0 o superior. Los usuarios podrán descargar una aplicación o acceder a un sitio web para acceder a las experiencias turísticas inmersivas. La plataforma ofrecerá diferentes destinos y actividades en áreas naturales protegidas, con contenido multimedia de alta calidad que brinde una experiencia realista y envolvente. Los usuarios podrán explorar virtualmente los paisajes, interactuar con elementos virtuales y obtener información sobre la flora, fauna y aspectos destacados del área protegida.

Metodología

La metodología implementada ha sido SCRUM, debido a su rápido enfoque de habilidades complementarias, ya que al ser dos miembros en la realización del proyecto, es más fácil identificar las habilidades y capacidades complementarias de cada uno, obteniendo así un mejor enfoque en lo que mejor sabe realizar cada integrante, maximizando la eficiencia y calidad del trabajo.

También se ha tomado en cuenta el factor de comunicación directa entre el equipo de trabajo, ya que el resultado será más efectivo en el entendimiento mutuo, obteniendo resultados claros en cada reunión diaria (Daily Meeting), cabe recalcar, que al no tener un equipo de trabajo grande, es posible tomar decisiones y realizar ajustes de manera ágil y rápida, lo que permite una mayor capacidad de respuesta ante los cambios inesperados en el proyecto.

Un factor muy importante en la decisión y elección de la metodología en cuestión se encuentra en el compromiso y responsabilidad que tiene cada miembro del equipo, ya que, al ser solamente dos personas, cada miembro del equipo tiene un papel crítico dentro del proyecto para poder obtener un resultado exitoso, generando así mayor sentido de compromiso y responsabilidad individual para cumplir con los objetivos establecidos en el proyecto.

Como podemos observar, la metodología SCRUM se adapta muy bien en equipos pequeños y puede ayudar a maximizar el potencial de la colaboración entre los integrantes del equipo, por consiguiente, en el equipo de trabajo hemos abordado los tres roles importantes que define la metodología ágil SCRUM siendo estos los siguientes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo, como se muestra en la tabla 1; mostrando los roles, personas y funciones en el proyecto de titulación presente.

Tabla 1

Roles y funciones de los integrantes del equipo

Rol	Responsable	Funcion
Product Owner	Dr. Edison Gonzalo Espinosa Gallardo	Controla el cumplimiento de las actividades y objetivos en el proyecto y garantiza la funcional y validación de los requerimientos establecidos
Scrum Master	Norman Joel Martínez Erazo	Responsable del cumplimiento de los objetivos del equipo de trabajo desde el inicio del proyecto hasta su culminación

Rol	Responsable	Funcion
Equipo de Desarrollo	Norman Joel Martínez Erazo Carlos Sebastián Soberón Mateus	Personas encargadas de desarrollar el proyecto, analizar los resultados, despliegue y pruebas del producto

Nota. Los roles y funciones han sido asignadas de acuerdo con las habilidades que caracteriza a cada miembro del equipo.

Análisis del proyecto

Una vez que se han asignado los roles y funciones de cada integrante del equipo de trabajo se realiza un reunión con la finalidad de determinar las herramientas y tecnologías que se utilizarán para la realización del proyecto.

Para la gestión del proyecto determinamos el uso de la metodología ágil SCRUM siguiendo las reglas que se mencionan a continuación:

1. Definición del Backlog del producto
 - 1.1. Identificar y priorizar los requisitos y características del producto de RA.
 - 1.2. Crear un Backlog inicial que incluya las funcionalidades más importantes y los objetivos clave.
2. Planificación del proyecto
 - 2.1. Establecer una duración del proyecto y definir los Sprint.
 - 2.2. Establecer una reunión semanal de planificación para revisar el backlog, seleccionar elementos para el próximo Sprint y establecer objetivos para la semana.
3. Reuniones semanales de planificación
 - 3.1. Al inicio de cada semana, reunirse para definir las tareas específicas que se abordarán durante la semana.
 - 3.2. Asignar responsabilidades y estimar el esfuerzo necesario para cada tarea.
4. Sprint de cuatro semanas

- 4.1. Cada sprint tendrá una duración de cuatro semanas, adaptado a la capacidad y disponibilidad del equipo.
- 4.2. Durante cada sprint, el equipo trabajará en las tareas asignadas en la reunión de planificación.
5. Reuniones diarias (Sustituidas por semanales)
 - 5.1. Dado que el equipo es pequeño y novato en RA, las reuniones diarias serían demasiado frecuentes. En su lugar, se realizan reuniones semanales para revisar el progreso y ajustar la planificación según sea necesario.
6. Demostración y revisión del sprint
 - 6.1. Al final de cada sprint de cuatro semanas, realizar una reunión para demostrar los resultados alcanzados.
 - 6.2. Obtener retroalimentación y comentarios del tutor de tesis para realizar ajustes o mejoras siempre teniendo en cuenta la delimitación del proyecto.
7. Retrospectiva del sprint
 - 7.1. Al final de cada sprint, realizar la retrospectiva para analizar lo que funcionó bien y qué se puede mejorar.
 - 7.2. Tener en cuenta las mejoras para aplicarlas al siguiente sprint.
8. Seguimiento y comunicación
 - 8.1. Mantener una comunicación continua entre los miembros del equipo durante el desarrollo del proyecto.
 - 8.2. Hacer uso de herramientas como Jira para visualizar el progreso
9. Entrega del proyecto y cierre
 - 9.1. Al culminar los sprint, realizar la entrega del proyecto de tesis, incluyendo el aplicativo y todos los entregables ya mencionados anteriormente.

Especificación de Requerimientos

Características Principales

1. **Experiencias de Realidad Aumentada:** Los usuarios podrán utilizar la cámara de sus dispositivos para ver elementos virtuales superpuestos en el entorno real, como animales, plantas e información relevante sobre los mismos, como el nombre o alguna característica que tengan o hagan.
2. **Guía Interactiva:** Los usuarios podrán acercarse a los mapas en sitios específicos del parque en donde se verá de una manera superpuesta el mapa del parque nacional y en donde se encuentran para esto se considerará dos circuitos en específico, el museo y la Laguna de Limpiopungo.
3. **Modo Offline:** Los usuarios podrán acceder al contenido sin una conexión a internet, lo que es útil en áreas remotas como parques nacionales donde la conectividad a internet es bastante limitada o nula.

Especificación del alcance del proyecto

Para el alcance del proyecto se han determinado varios puntos importantes que se detallan a continuación.

1. **Desarrollo del aplicativo móvil:** El equipo de desarrollo se encargará de diseñar, programar y probar el aplicativo móvil.
2. **Contenido y experiencias:** Se creará contenido de realidad aumentada que incluya modelos 3D de animales, plantas y puntos de interés del parque para el Museo y Laguna de Limpiopungo.

3. **Integración con tecnologías de Realidad Aumentada:** El aplicativo se integrará con bibliotecas y herramientas de Vuforia para proporcionar experiencias inmersivas.
4. **Diseño de Interfaz de usuario:** Se diseñará una interfaz de usuario intuitiva para garantizar una experiencia de usuario fluida.
5. **Pruebas y Depuración:** Se realizarán pruebas para garantizar que el aplicativo móvil funcione correctamente y con el mínimo de errores.
6. **Modo Offline:** La funcionalidad Offline obliga a que no se use bases de datos por el limitado acceso a una conexión de internet por lo que se tendrá que buscar una solución que no contemple esta funcionalidad.

Delimitación del alcance del proyecto

1. **El enfoque en el Parque Nacional Cotopaxi:** El aplicativo móvil se centrará exclusivamente en el Parque nacional Cotopaxi y sus circuitos turísticos conocidos como Museo y Laguna de Limpiopungo.
2. **Circuitos Turísticos en el Museo:** Se desarrollarán la superposición de modelos 3D basándose en la localización a través de carteles, flora y fauna presentes en este circuito turístico.
3. **Circuitos Turísticos en la Laguna de Limpiopungo:** Se desarrollarán la superposición de modelos 3D basándose en los carteles de la fauna presente en este circuito turístico.
4. **No se incluirán otras áreas naturales:** El alcance del aplicativo no abarca otras áreas protegidas o parques nacionales diferentes al Parque Nacional Cotopaxi.

5. **No se incluirán otros circuitos turísticos:** El alcance del aplicativo no abarca otros circuitos turísticos diferentes al Museo y la Laguna de Limpiopungo.
6. **No se incluirá comercio electrónico:** El aplicativo no incluirá funcionalidades de comercio electrónico o transacciones financieras.
7. **Atractivos turísticos:** El aplicativo solamente incluirá información del Museo y la Laguna de Limpiopungo y no contempla otros atractivos turísticos diferentes a los mencionados.
8. **Versión de Android:** Para el aplicativo haremos uso de Vuforia por lo cuál será soportado por dispositivos Android 8.0 (Oreo) o superiores, no se tomará en cuenta los dispositivos que sean incompatibles.
9. **Almacenamiento y procesador:** Para el aplicativo se necesita que tenga un mínimo de 6gb de RAM, cámara mínima de 16px, tanto la RAM cómo la cámara dependerá del reconocimiento de los targets, es decir, a mayor calidad de cámara el reconocimiento será más sencillo y a mayor RAM el aplicativo será más fluido, por último se necesita un almacenamiento disponible de mínimo 600 Mb.

Periodo de ejecución

El presente proyecto se llevará a cabo durante un período específico de tiempo, que abarca desde el 1 de mayo del 2023 hasta la primera semana de septiembre.

Duración

El proyecto tendrá una duración total de aproximadamente cinco meses y estará compuesto por las siguientes etapas:

1. **Fase de Planificación y Diseño:** Desde el 1 de mayo hasta el 30 de mayo.

2. **Fase de Desarrollo e Implementación:** Desde el 1 de junio hasta el 15 de julio.
3. **Fase de Pruebas y Ajustes:** Desde el 16 de julio hasta el 17 de agosto.
4. **Fase de Entrega y Cierre:** Desde el 18 de agosto hasta la primera semana de septiembre.

Requisitos funcionales

El aplicativo móvil debe contar con una interfaz de inicio que presente un diseño claro y atractivo. Esta interfaz deberá incluir botones grandes y de fácil comprensión, con las opciones claramente etiquetadas como “Iniciar” y “Salir”. El objetivo es permitir a los usuarios navegar de manera intuitiva y acceder a las funcionalidades del aplicativo de manera sencilla.

El aplicativo móvil debe contar con una interfaz de reconocimiento de elementos visuales tridimensionales mediante la cámara del smartphone. Esta funcionalidad permitirá identificar y proporcionar información detallada, como nombres o características específicas sobre la flora y fauna del Parque Nacional Cotopaxi.

El aplicativo móvil debe tener una interfaz de instrucciones que detalle los gestos aceptados por el aplicativo para su uso. Esta interfaz se mostrará previamente a la entrada en la funcionalidad de reconocimiento de elementos visuales tridimensionales.

El aplicativo móvil deberá ser diseñado y programado con la capacidad de proporcionar una experiencia de realidad aumentada óptima en dispositivos Android de diferentes tamaños de pantalla y resoluciones, garantizando una adaptación efectiva a la variabilidad tecnológica de los dispositivos.

Los Image Targets empleados en el aplicativo móvil deberán presentar imágenes nítidas y detalladas, con colores y contrastes adecuados para garantizar una detección confiable y precisa.

El aplicativo móvil deberá tener elementos gráficos superpuestos en realidad aumentada, como modelos 3D y etiquetas informativas deben tener una apariencia realista y coherente con el entorno virtual y el contexto del Parque Nacional Cotopaxi.

El aplicativo móvil deberá tener una funcionalidad sólida que permita escalar objetos tridimensionales de manera intuitiva y precisa.

El aplicativo móvil deberá tener una funcionalidad sólida que permita rotar objetos tridimensionales en un sólo eje de manera intuitiva y precisa.

La interfaz de usuario debe contar con una fuente de texto legible y tamaño adecuado, garantizado que la información y las instrucciones sean claras y fácilmente comprensibles para los usuarios.

La precisión y estabilidad de la detección de Image Targets pueden verse afectadas por la calidad de la cámara que tengan los usuarios.

La experiencia de RA puede variar en función de la potencia de procesamiento y la memoria RAM del dispositivo, lo que puede limitar el reconocimiento de los modelos.

El aplicativo presentará un consumo más alto de la batería cuando la cámara está activa y en modo de reconocimiento, lo que puede reducir la duración de la carga del dispositivo.

El aplicativo debe funcionar sin conexión a internet para garantizar una experiencia ininterrumpida en áreas donde no exista disponibilidad de red.

Requisitos no funcionales

Capacidad

La capacidad del sistema es esencial para brindar una experiencia óptima a los usuarios. Nuestra aplicación estará diseñada para manejar simultáneamente múltiples Image targets y experiencias de RA. Esto permitirá a los usuarios explorar y disfrutar de diversos contenidos en diferentes perspectivas dentro de los circuitos.

Compatibilidad

La compatibilidad es clave para llegar a la mayor cantidad de usuarios posible. Por esta razón, el aplicativo fue desarrollado exclusivamente para dispositivos Android con una versión igual o superior a 8.0 (Ore). De esta manera, se garantizará que la mayoría de los teléfonos inteligentes y tabletas Android disponibles en el mercado sean compatibles con el aplicativo. La compatibilidad con dispositivos ampliamente utilizados asegurará una amplia adopción del aplicativo móvil por parte de los visitantes del parque.

Confiabilidad

La confiabilidad es un atributo crítico para la satisfacción del usuario. El aplicativo se someterá a pruebas exhaustivas para garantizar su estabilidad y correcto funcionamiento. Se realizarán pruebas rigurosas para identificar y corregir posibles errores y fallos del aplicativo. La confiabilidad del sistema asegurará una experiencia fluida y sin interrupciones para los usuarios, lo que les permitirá sumergirse completamente en las experiencias de RA ofrecidas.

Escalabilidad

La escalabilidad es esencial para el crecimiento futuro del aplicativo. El aplicativo será diseñado con flexibilidad para permitir mejoras y adiciones de contenido. Esto asegurará que el

sistema pueda adaptarse a las necesidades cambiantes y evolucionar con el tiempo. La escalabilidad también facilitará la incorporación de nuevas características y funcionalidad en el futuro sin requerir una reestructuración significativa.

Mantenibilidad

La mantenibilidad es un factor importante para el desarrollo y la gestión a largo plazo del aplicativo móvil, Para garantizar una fácil mantención, el código y la estructura del aplicativo serán organizados y documentados. La mantención efectiva asegurará que el sistema permanezca en condiciones óptimas y actualizadas brindando una experiencia de usuario y constante y mejorada.

Facilidad de uso

La facilidad de uso es clave para garantizar que los usuarios puedan interactuar con el sistema de manera sencilla y sin dificultades. La interfaz de usuario será diseñada con enfoque en la usabilidad proporcionando una experiencia amigable y agradable. Los usuarios podrán navegar fácilmente a través de las funcionalidades, sin requerir instrucciones complejas o capacitación previa. La facilidad de uso promoverá una rápida adopción y satisfacción del usuario con el aplicativo.

Otros requisitos no funcionales

El sistema cumplirá con las normas y regulaciones de privacidad y seguridad establecidas por el Parque Nacional Cotopaxi y las autoridades competentes. Se asegurará del cumplimiento de las políticas de protección de datos y la privacidad de los usuarios. Además, se buscará optimizar el rendimiento del sistema, logrando tiempos de carga rápidos y una experiencia fluida para los usuarios sin interrupciones ni demoras. También se considera la accesibilidad para garantizar que el aplicativo móvil sea usable por personas con discapacidad

visual proporcionando una experiencia inclusiva y accesible para todos los visitantes del parque.

Arquitectura

Arquitectura lógica

Para la arquitectura lógica se ha seleccionado la arquitectura de componentes debido a sus beneficios en la creación de sistemas en realidad aumentada complejos y altamente funcionales. En primer lugar, esta metodología ofrece una estructura modular que descompone el sistema en componentes independientes y cohesivos, es decir, que cada uno de las funciones tienen tareas específicas como el reconocimiento de objetos, el seguimiento de posición y la orientación de cada objeto. Esta modularidad permite un desarrollo ágil y eficiente, ya que cada componente puede ser diseñado, probado y optimizado de forma independiente, facilitando la colaboración entre equipos de trabajo.

La arquitectura de componentes fomenta la reutilización de código y funcionalidades, lo que es valioso dentro del campo de la realidad aumentada, debido que, al aprovechar componentes previamente desarrollados y aprobados, se ahorra tiempo y recursos, tomando en cuenta que garantiza una mayor calidad y estabilidad en el aplicativo.

Un aspecto importante a recalcar sobre la arquitectura de componentes es su escalabilidad y facilidad de mantenimiento. A medida que la tecnología de realidad aumentada avanza, las aplicaciones toman un aspecto complejo, es por ello que la una estructura bien definida de la arquitectura permite incorporar nuevas funcionalidades y elementos que a su vez puede mejorar el proyecto, sin comprometer la estabilidad del mismo. Este aspecto es sumamente importante dentro del campo de la realidad aumentada debido a su constante evolución.

Los componentes implementados en este proyecto para que la estructura de la arquitectura sea la correcta son los componentes que se muestran en la tabla 2.

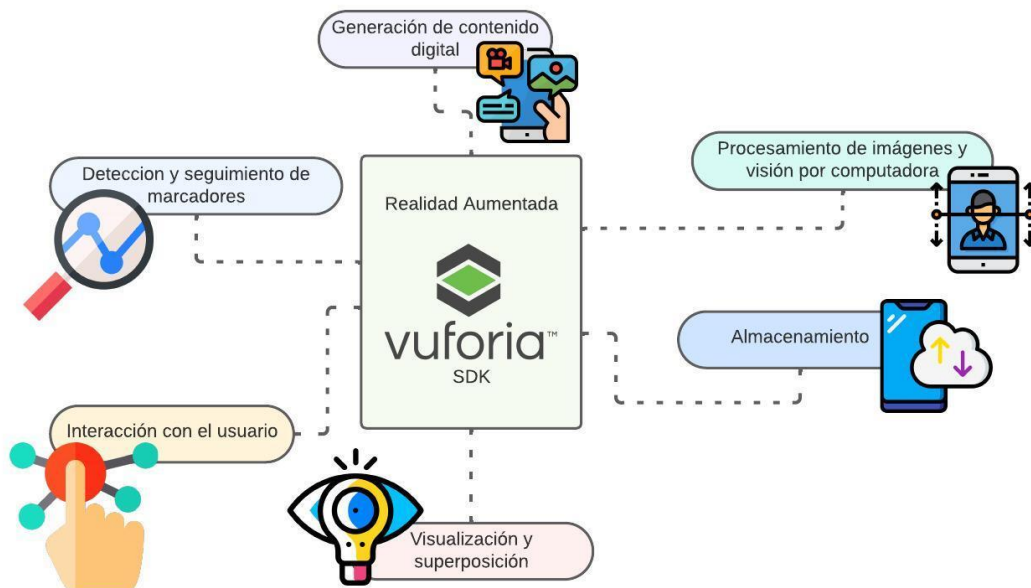
Tabla 2

Componentes utilizado en la arquitectura lógica

Componente	Descripción
Detección y seguimiento de marcadores	Responsable de detectar y rastrear marcados físicos o puntos de referencia en el entorno del usuario.
Generación de contenido digital	Crear y renderizar objetos virtuales o elementos de realidad aumentada que se superpondrán en el mundo físico.
Interacción con el usuario	Componente encargado de la detección de los gestos o movimientos que el usuario realiza sobre la pantalla del dispositivo.
Procesamiento de imágenes y visión por computadora	Analiza y procesa las imágenes que se muestran por medio de la cámara en tiempo real.
Visualización y superposición	Superpone los objetos virtuales generados sobre el mundo real capturado por la cámara.
Almacenamiento	Guarda los datos relevantes para la experiencia en realidad aumentada (marcadores y objetos 3D).

Nota. Se detallan los componentes utilizados en la arquitectura lógica para la fabricación y despliegue de modelos en realidad aumentada.

La figura 1 representa un diagrama enfocado en la arquitectura de componentes y su inclusión en el motor de realidad aumentada, el diagrama tiene como propósito brindar una comprensión profunda y clara del proceso en cuestión.

Figura 1*Diagrama de arquitectura lógica*

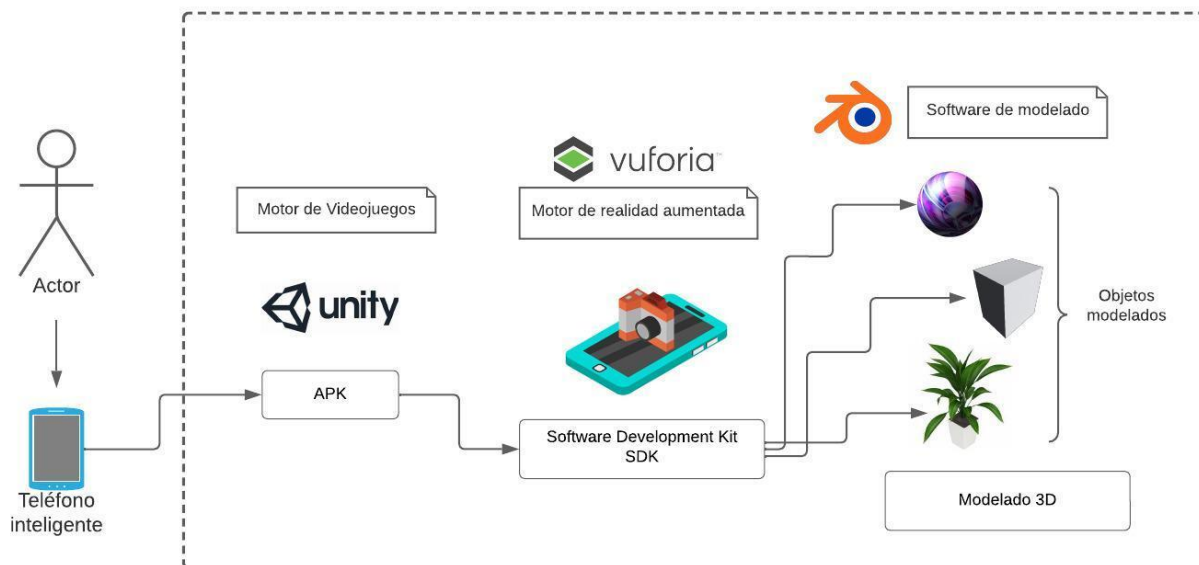
Nota. Diagrama de arquitectura de componentes utilizada en el proceso de realidad aumentada en el proyecto.

Arquitectura física

En la figura 2 se muestra la arquitectura física empleada para la creación del aplicativo móvil y las herramientas que se han utilizado para su ejecución. Se requiere un SDK de realidad aumentada, este motor se conectará al aplicativo creado en Unity combinando los objetos 3D que se han modelado en Blender con los motores de realidad aumentada de Vuforia para ser desplegados por medio de la cámara del dispositivo móvil.

Figura 2

Diagrama de arquitectura física



Nota. Arquitectura física utilizada en el proyecto realidad aumentada en cuestión.

Análisis del Proyecto

Una vez que se asignaron los roles y las funciones que cada integrante del equipo tiene como actividad, el equipo se ha reunido para determinar el alcance del aplicativo móvil, los procesos que se llevarán a cabo a lo largo la realización del aplicativo móvil como se muestra en la tabla 3 y 4.

Tabla 3

Historias de usuario

Código	Rol	Descripción	Responsables	Resultado
HU001	Como usuario	Quiero ver una pantalla de inicio para poder	Norman Martínez,	El usuario visualizará una

Código	Rol	Descripción	Responsables	Resultado
		iniciar la cámara y realizar el reconocimiento de los modelos 3D en los circuitos turísticos de la Laguna de Limpiopungo y en el Museo.	Sebastián Soberón	pantalla de inicio en donde tenga botones que permitan iniciar la cámara del positivo y salir del aplicativo.
HU002	Como usuario	Quiero tener instrucciones de uso para poder utilizar el aplicativo correctamente.	Norman Martínez, Sebastián Soberón	El usuario visualizará una pantalla que contenga instrucciones de uso dentro del aplicativo que las puede revisar en cualquier momento.
HU003	Como usuario	Quiero visualizar objetos 3D de la flora en el museo del Parque Nacional Cotopaxi en realidad aumentada para	Norman Martínez, Sebastián Soberón	El usuario visualizará objetos en 3D de las plantas que existen en

Código	Rol	Descripción	Responsables	Resultado
		apreciar de manera detallada las plantas que existen en el sitio.		el museo del Parque Nacional Cotopaxi con realidad aumentada.
HU004	Como usuario	Quiero visualizar objetos 3D de la fauna en el museo del Parque Nacional Cotopaxi en realidad aumentada para apreciar de manera detallada los animales que existen en el sitio.	Norman Martínez, Sebastián Soberón	El usuario visualizará objetos en 3D de los animales que existen en el museo del Parque Nacional Cotopaxi con realidad aumentada.
HU005	Como usuario	Quiero saber mi posición dentro del Parque Nacional Cotopaxi para ubicarme dentro del Parque Nacional Cotopaxi.	Norman Martínez, Sebastián Soberón	El usuario podrá conocer su ubicación escaneando, con el aplicativo, los carteles del Museo del Parque Nacional

Código	Rol	Descripción	Responsables	Resultado
				Cotopaxi y la Laguna de Limpiopungo en donde el aplicativo mostrará un mapa con los puntos de referencia existentes en el Parque Nacional Cotopaxi.
HU006	Como usuario	Quiero visualizar las aves de la Laguna de Limpiopungo en el aplicativo para obtener información acerca de las mismas.	Norman Martínez, Sebastián Soberón	El usuario visualizará la información de las aves de la Laguna de Limpiopungo una vez que esta sea enfocada en la imagen objetivo con la cámara

Código	Rol	Descripción	Responsables	Resultado
				del dispositivo.
HU007	Como usuario	Quiero obtener un botón de retroceso que permanezca constantemente en la cámara para una fácil navegación dentro del aplicativo.	Norman Martínez, Sebastián Soberón	El usuario visualizará un botón con el icono de flecha de retroceso en la pantalla de cámara que le permita retroceder a la pantalla de inicio.
HU008	Como usuario	Quiero obtener un botón que informe acerca de las instrucciones que permanezca constantemente en la cámara para una fácil navegación dentro del aplicativo.	Norman Martínez, Sebastián Soberón	El usuario visualizará un botón con el icono de información en la pantalla de la cámara que le permita acceder a las instrucciones para la

Código	Rol	Descripción	Responsables	Resultado
				utilización del aplicativo.
HU009	Como usuario	Quiero poder escalar o rotar a la fauna presente en el museo o en la Laguna de Limpiopungo para poder observar la fauna con más detalle.	Norman Martínez, Sebastián Soberón	El usuario podrá rotar al modelo 3D para verlo de diferentes ángulos o escalar su tamaño para verlo de mejor manera.

Nota. Es posible identificar detalladamente las actividades a realizar en el aplicativo.

Tabla 4

Product backlog

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
HU 001	2	06/04/2023	19/04/2023	Inicial y planificación	- Reunión en el laboratorio centro para la definición de objetivos.
HU 002	2	06/04/2023	19/04/2023	Inicial y planificación	- Entrega de laptop Lenovo Thinkpad para desarrollo del aplicativo de realidad aumentada.

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
HU 003	2	06/04/ 2023	19/04/ 2023	Inicial y planificación	- Reunión para planificación. - Investigación de motor para Realidad Aumentada
HU 004	2	06/04/ 2023	19/04/ 2023	Inicial y planificación	- Iniciar el proyecto en figma para las interfaces. Iniciar el proyecto en unity con el template de 3D
HU 005	2	06/04/ 2023	19/04/ 2023	Inicial y planificación	- Investigar herramientas para desarrollo de RA. - Iniciar el proyecto en vuforia con el sdk que permite usarse en unity. - Investigar bases de datos que permitan imágenes y sean compatibles con vuforia y android para almacenar imágenes. - Investigar geolocalización que sea disponible sin internet
HU 006	2	20/04/ 2023	03/05/ 2023	Diseño y desarrollo 1	- Instalar Blender para el modelado de los objetos. - Investigación de páginas web que proporcionen assets de modelos 3D free.

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<ul style="list-style-type: none"> - Obtener assets de animales de referencia para el inicio del modelado. - Obtener assets de plantas de referencia para el inicio del modelado. - Investigar convertidor de formatos .3ds .c4d entre otros a obj o fbx para importarlos a blender y manipularlos.
HU 007	2	20/04/ 2023	03/05/ 2023	Diseño y desarrollo 1	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de la pantalla de inicio. - Diseño de la pantalla de instrucciones. - Diseño de la pantalla de RA. - Diseño de logo que nos puede servir para splash o logo del apk.
HU 008	2	20/04/ 2023	03/05/ 2023	Diseño y desarrollo 1	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una visita al museo del parque nacional Cotopaxi para obtener la información que será implementada en el aplicativo.

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<ul style="list-style-type: none"> - Tomar referencias en el parque nacional Cotopaxi para el inicio del circuito turístico en RA. - Delimitar los requisitos en el museo en donde se realizan en RA. - Implementar las imágenes de referencia para la detección de objetos en RA en el proyecto Unity.
HU 009	2	20/04/ 2023	03/05/ 2023	Diseño y desarrollo 1	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una visita a la Laguna de Limpiopungo. - Definir los targets dentro de la Laguna de Limpiopungo. - Delimitar los requisitos que estarán disponibles en la Laguna de Limpiopungo. - Implementar los targets en la Laguna de Limpiopungo.
PP 001	1	04/05/ 2023	10/05/ 2023	Pruebas 1	<p>Errores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Más de 3 circuitos en el Parque Nacional Cotopaxi - Clima cambiante en el Parque

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>Nacional Cotopaxi.</p> <p>- Problemas de detección de flora y fauna en realidad aumentada.</p> <hr/> <p>Solución:</p> <p>- Delimitación a dos circuitos turísticos.</p> <p>- Delimitación del clima en el Parque nacional Cotopaxi.</p> <p>- Delimitación para los targets tanto del museo como de la laguna.</p>
HU 010	2	11/05/ 2023	24/05/ 2023	Desarrollo 2	<p>- Diseño de la pantalla de inicio dentro del aplicativo.</p> <p>- Diseño de la pantalla de instrucciones dentro del aplicativo.</p> <p>- Diseño de la pantalla de RA dentro del aplicativo.</p> <p>- Añadir botones de navegación en la pantalla de inicio.</p> <p>- Añadir botón de navegación en instrucciones.</p> <p>- Añadir botones de navegación en</p>

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>la pantalla de RA.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear la función de navegación a la pantalla de instrucciones. - Crear el Script para la navegación. - Crear la función de navegación al inicio. - Crear la función de navegación a pantalla de RA. - Crear la función de salida de la aplicación.
<i>PP</i>	1	25/05/	31/05/	Pruebas 2	Errores:
<i>002</i>		2023	2023		<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de pantallas en orientación automática vertical y horizontal. - Error en dispositivos iOS - Error de compilación para la pantalla de inicio en dispositivos iOS. - Error de compilación de la pantalla de instrucciones en dispositivos iOS. - Error de compilación de la pantalla de la pantalla de RA en dispositivos iOS.

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>Solución:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir orientación horizontal para todos los dispositivos. - Delimitación de dispositivos móviles para que sea sólo para Android. - Compilar la pantalla de inicio en un teléfono Android. - Compilar la pantalla de instrucciones en un teléfono Android. - Compilar la pantalla de RA en un teléfono android
HU 011	4	01/06/ 2023	28/06/ 2023	Desarrollo 3	<ul style="list-style-type: none"> - Manipular en Blender e importar a unity el caballo. - Manipular en Blender e importar a unity el conejo. - Manipular en Blender e importar a unity el lobo de páramo. - Manipular en Blender e importar a unity la llama. - Manipular en Blender e importar a

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>unity el oso.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el puma.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el venado.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity otros posibles animales como la vaca y la oveja.</p>
HU 012	4	01/06/ 2023	28/06/ 2023	Desarrollo 3	<p>- Crear script Object Manipulator para escalar y rotar modelos 3D.</p> <p>- Definir variables de comportamiento del script velocidad de movimiento, factor de escala. velocidad de rotación y tag ARObject.</p> <p>- Crear función para guardar el primer toque a la pantalla.</p> <p>- Crear función para mover el objeto.</p> <p>- Crear función para saber si el toque ha sido sobre un objeto RA.</p> <p>- Crear función para saber si hay dos toques en la pantalla.</p>

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<ul style="list-style-type: none"> - Crear función para medir la distancia entre ambos toques para escalar. - Crear función para medir movimiento de los toques para rotar. - Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del conejo. - Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del lobo de páramo. - Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente de la llama. - Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del oso. - Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del puma. - Asignar y editar el box collider del

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del venado.</p> <p>- Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del caballo.</p>
HU 013	4	01/06/ 2023	28/06/ 2023	Desarrollo 3	<p>- Manipular en Blender e importar a unity el Búho Coronado.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Cotinga.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity la Cerceta Andina.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity la Gallareta.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Curiquingue.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity la Gaviota Andina.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Ligte.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Tángara de Montaña.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a</p>

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>unity el Playero de Baird.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manipular en Blender e importar a unity la Tringa solitario. - Crear modal de información para el caballo. - Crear modal de información para el conejo. - Crear modal de información para el lobo de páramo. - Crear modal de información para la llama. - Crear modal de información para el oso. - Crear modal de información para el puma. - Crear modal de información para el venado. - Crear modal de información para el Búho Coronado. - Crear modal de información para el Cotinga. - Crear modal de información para la

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>Cerceta Andina.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear modal de información para la Gallareta. - Crear modal de información para el Curiquingue. - Crear modal de información para la Gaviota de Andina. - Crear modal de información para el Lige. - Crear modal de información para el Tángara de Montaña. - Crear modal de información para el Playero de Baird. - Crear modal de información para el Tringa Solitario. - Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del Buho Coronado. - Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del Cotinga.

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>- Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente de la Cerceta Andina.</p> <p>- Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente de la Gallareta.</p> <p>- Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del Curiquingue.</p> <p>- Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente de la Gaviota Andina.</p> <p>- Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del Lígale.</p> <p>- Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del Tángara</p>

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>de Montaña.</p> <p>Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del Playero de Baird.</p> <p>- Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del Playero de Baird.</p> <p>- Asignar y editar el box collider del GameObject para mostrarlo, escalar y rotar correctamente del Tringa Solitario.</p>
HU 014	4	01/06/ 2023	28/06/ 2023	Desarrollo 3	<p>- Manipular en Blender e importar a unity el Achicoria.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity las Almohadillas.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Ashpa chocho.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Bidens.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a</p>

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>unity el Caballo chupa.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity la Castilleja.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Cacho Venado.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Chuquiragua.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity la Cotopaxia.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity la Genciana.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Jata Trencilla.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Líquen.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity las Manzanitas.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Mollis.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Mortiño.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a</p>

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>unity la paja.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Romerillo.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity el Sunfo.</p> <p>- Manipular en Blender e importar a unity la Valeriana.</p>
<i>PP</i>	1	29/06/	05/07/	Pruebas 3	Errores:
<i>003</i>		2023	2023		<p>- En el museo los modelos 3D tienen un tamaño excesivo.</p> <p>- En el Parque Nacional Cotopaxi se quedó sin luz en un atractivo para ver algunos modelos 3D.</p> <p>- En el museo los modelos 3D que son oscuros no se muestran correctamente porque no reconoce el target.</p> <p>- En la Laguna de Limpiopungo los modelos 3D tienen un tamaño excesivo.</p>
					Solución:

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<ul style="list-style-type: none"> - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del caballo. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del conejo. - Tomar capturas de pantalla desde el prototipo para usar como target de los modelos 3D oscuros. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del conejo. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del oso. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del puma. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del venado. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del Buho Coronado. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del Cotinga. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D de la Cerceta

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>Andina.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D de la Gallareta. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del Curiquinge. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D de la Gaviota Andina. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del Lige. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del Tángara de Montaña. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del Playero de Baird. - Corregir los tamaños excesivos para los modelos 3D del Tringa Solitario.
HU 015	3	06/07/ 2023	26/07/ 2023	Desarrollo 4	<ul style="list-style-type: none"> - Manipular en Blender e importar a unity el Jata Trencilla. - Manipular en Blender e importar a

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<ul style="list-style-type: none"> unity el Achicoria. - Manipular en Blender e importar a unity el Bidens. - Manipular en Blender e importar a unity la Castilleja. - Crear modal de información para el Achicoria. - Crear modal de información para la Almohadilla. - Crear modal de información para el Ashpa chocho. - Crear modal de información para el Bidens. - Crear modal de información para el Caballo chupa. - Crear modal de información para la Castilleja. - Crear modal de información para el Cacho venado. - Crear modal de información para el Chuquiragua.. - Crear modal de información para la

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					<p>Cotopaxia.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear modal de información para la Genciana. - Crear modal de información para el Jata Trencilla. - Crear modal de información para el Líquen. - Crear modal de información para las Manzanitas. - Crear modal de información para el Mollis. - Crear modal de información para el Mortiño. - Crear modal de información para la paja. - Crear modal de información para el Romerillo. Crear modal de información para el Sunfo. - Crear modal de información para la Valeriana.
HU	3	06/07/	26/07/	Desarrollo 4	- Crear modal de información para la

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
016		2023	2023		<p>ubicación en la Laguna de Limpiopungo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Importar a unity el modelo del mapa para determinar la ubicación. - Crear modal de información para la ubicación en el museo. - Crear modal de información para la ubicación en la Laguna de Limpiopungo.
PP 004	1	27/07/ 2023	02/08/ 2023	Pruebas 4	<p>Retroalimentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelos 3D escalables y girando correctamente en el museo. - Modelos 3D escalables y girando correctamente en la laguna. - Modelos 3D escalables y girando correctamente en el jardín botánico. - Ubicación mostrándose correctamente en los carteles del museo. - Ubicación mostrándose correctamente en los carteles de la laguna.

HU	Estimación (semanas)	Fecha inicio	Fecha Fin	Fase	Actividades realizadas
					- Información del Volcán Rumiñahui y la laguna mostrando correctamente.
HU 017	2	03/08/ 2023	16/08/ 2023	Implementació n	- Crear usuario de desarrollador en Google. - Añadir las credenciales personales de la cuenta. - Colocar dirección domiciliaria. - Realizar el pago para la suscripción en la plataforma de Google Play.

Nota. Estimación aproximada de tiempos para el desarrollo de las actividades específicas en el aplicativo.

Desarrollo

Para el desarrollo del aplicativo en Unity, hemos utilizado un paquete ampliamente reconocido llamado Vuforia, una plataforma de realidad aumentada que posibilita la integración de elementos 3D en nuestro entorno real mediante el uso de dispositivos móviles.

Con Vuforia, se puede crear experiencias interactivas utilizando modelos 3D que se superponen al mundo real a través de la cámara del dispositivo. Esta tecnología permite ofrecer una experiencia inmersiva y atractiva para los usuarios que utilicen el aplicativo móvil.

Adicionalmente, se ha empleado Blender para la edición y creación de modelos tridimensionales, lo que ha facilitado la obtención de una gran similitud con la flora y fauna presente en el Parque Nacional Cotopaxi. De este modo, se posibilita una experiencia de realidad aumentada más precisa y definida, permitiendo una visualización detallada y enriquecedora de la rica diversidad biológica que resguarda el Parque Nacional Cotopaxi.

Entre las actividades más importantes que se han realizado en Blender han sido: ajustar los detalles, texturas, iluminación y animaciones de los modelos para lograr el aspecto visual deseado.

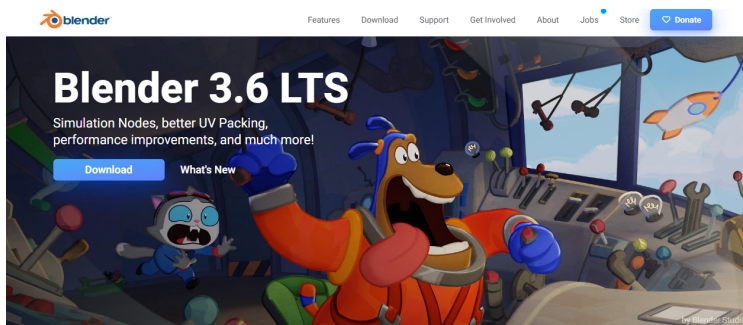
Para obtener un aplicativo móvil óptimo para el reconocimiento y procesamiento de imágenes, se ha investigado la posibilidad de combinar los procesos que realiza el motor de realidad aumentada Vuforia junto con el programa multiplataforma Blender, para así obtener elementos de realidad aumentada visualizados en entornos reales pero con modelos 3D que permitan al usuario familiarizarse con la biodiversidad implementada en el aplicativo móvil de manera efectiva.

Configuración del entorno de modelado 3D

Para dar inicio al proyecto, se instalará Blender siguiendo el siguiente proceso, en primer lugar se debe acceder a la página oficial de Blender en donde se mostrará la siguiente interfaz, como se muestra en la figura 3.

Figura 3

Página oficial de Blender



Nota. En la página oficial es posible obtener la documentación y el archivo ejecutable del programa.

Posteriormente, se descarga la aplicación y se instala, la instalación es bastante sencilla simplemente toca poner todas las opciones next y esperar la instalación del software, como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Instalación de Blender



Nota. Interfaz de instalación de Blender.

Una vez instalado Blender se dará inicio a la creación y edición de los modelos 3D en Blender para lo cuál se debe abrir Blender y seleccionar nuevo archivo general, como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Dar inicio a un proyecto nuevo en Blender

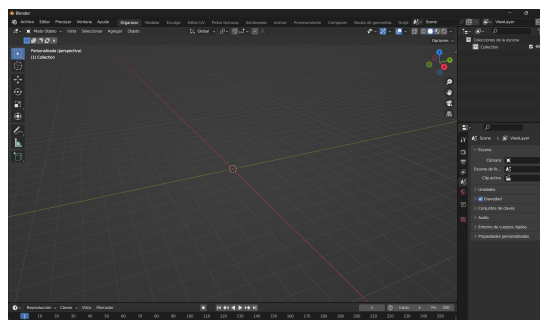


Nota. Abrir un proyecto en Blender

Una vez abierto el proyecto en Blender, se borran los modelos 3D por defecto, para obtener un entorno vacío, tal y cómo se muestra en la figura 6.

Figura 6

Configuración de entorno vacío

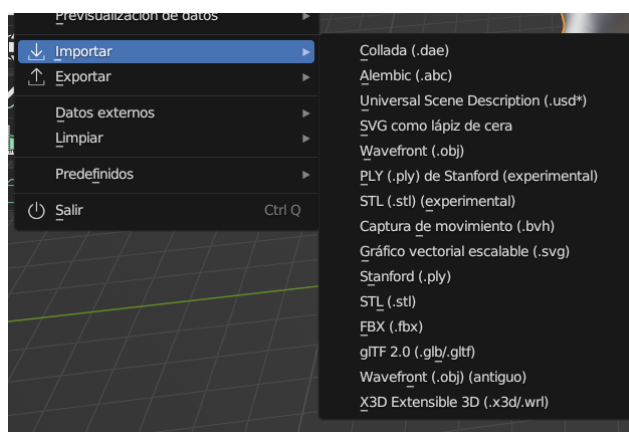


Nota. Configuración de un entorno 3D completamente vacío para dar inicio a los modelados de los objetos.

Cuando se tiene el entorno vacío, se procede a importar las imágenes modeladas en tres dimensiones teniendo en cuenta su extensión, en la siguiente figura se muestra las extensiones que son soportadas por Blender tal como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Importación de imágenes modeladas en Blender

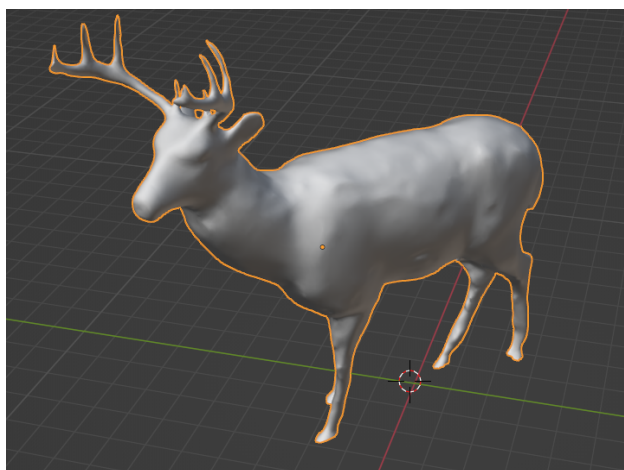


Nota. Extensiones soportadas para importar en Blender

Cuando se importa con éxito el modelo 3D se refleja en el entorno, en esta ocasión se importó una imagen modelada en 3D con extensión de archivo .obj, como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Imagen importada en 3D con extensión .obj

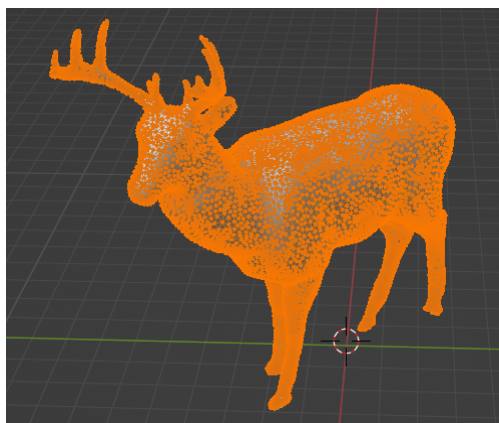


Nota. Objeto 3d importado en Blender

Después de hacer esto se va a configurar su pivote, esto se puede hacer de dos maneras distintas. La primera se realiza ingresando al entorno de edición con la tecla *Tab* y seleccionar el pivote en la parte que necesitamos como se muestra en la figura 9.

Figura 9

Configuración del pivote del modelo 3D en el entorno de edición

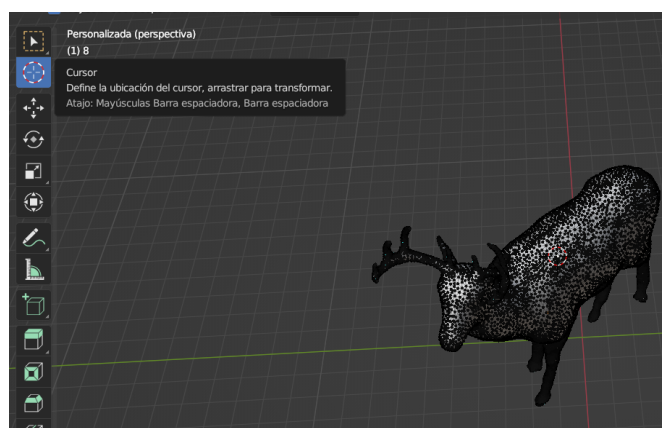


Nota. Entorno de edición habilitado para el objeto 3D

Luego se selecciona la opción de cursor para posicionarla en el lugar que se necesite cómo pivote en el modelo 3D, en la figura 10, se muestra la herramienta a seleccionar.

Figura 10

Cursor para ubicar el pivote en el objeto

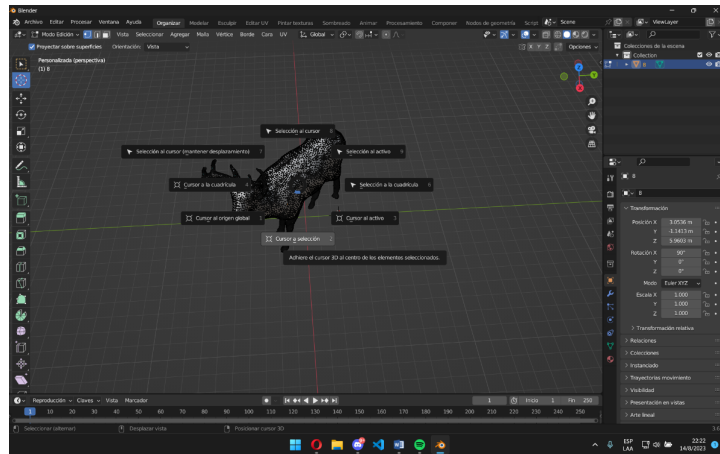


Nota. Herramienta cursor seleccionada para configurar el pivote

Se posiciona el cursor en donde se requiere el pivote y se presiona la combinación de teclas Shift + S y se escoge la opción de “Cursor a selección”, como se muestra en la figura 11, para configurar el pivote a selección.

Figura 11

Configuración del pivote a selección

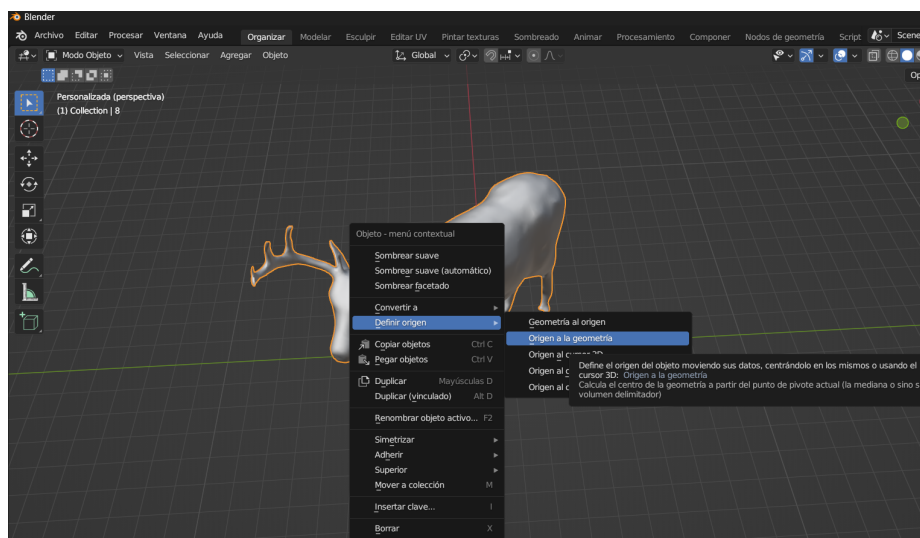


Nota. Configuración del pivote a selección

La segunda opción se encuentra al presionar click derecho a la imagen tridimensional importada y definir su origen de acuerdo a la geometría del objeto como se muestra en la figura 12.

Figura 12

Definición de origen de acuerdo a la geometría del objeto.



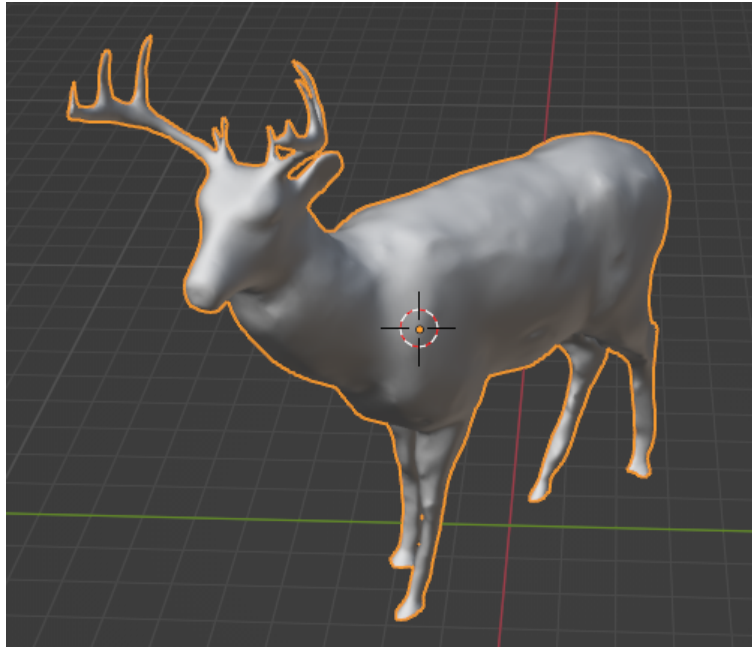
Nota. Proceso para colocar el eje central en el origen de la geometría.

Así pues, con el punto de eje correctamente enfocado es posible realizar múltiples cambios al objeto, ya sea, de iluminación, texturas, renderización y modelado, los cuales permitirán la similitud con la flora y fauna real, teniendo en cuenta su tamaño a escala sin perder los detalles que caracteriza a cada una de las especies que habitan en el Parque Nacional Cotopaxi.

En la figura 13, se observa el cambio de punto de referencia o pivote dentro del diseño, con el eje correctamente alineado podemos realizar los cambios de tamaño y rotación dentro del aplicativo móvil.

Figura 13

Eje de rotación centrado en el objeto

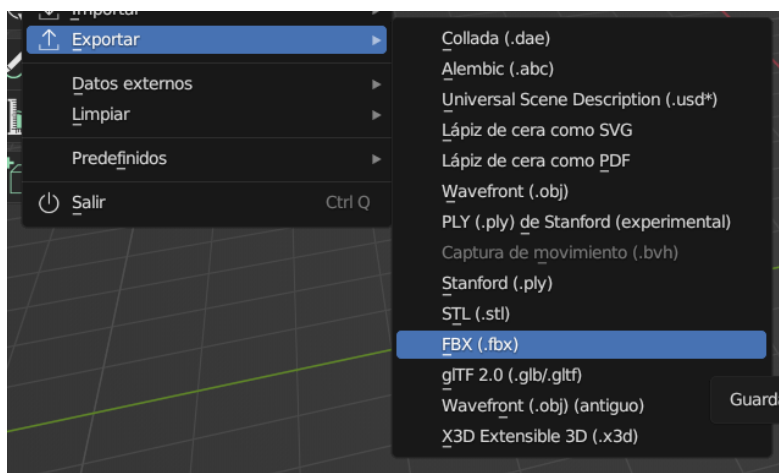


Nota. Cambio de punto de referencia o pivote dentro del diseño, con el eje correctamente alineado.

Hay que tener en cuenta cuando se coloque el pivote se podrá mover o rotar el modelo 3D a partir del pivote seleccionado, después de haber realizado las ediciones correspondientes, se debe exportar el modelo según la extensión del archivo que se requiera, como se muestra en la próxima figura, hay varias extensiones que Blender permite exportar, en este caso se utilizará el archivo en la extensión .fbx debido a que Unity acepta este formato, como se muestra en la figura 14.

Figura 14

Formato de exportación para los modelos 3D



Nota. Exportación del modelo 3D en archivo fbx

Descarga y configuración del motor de videojuegos

Para realizar el aplicativo móvil se ha utilizado un proyecto 3D en Unity por lo cuál es necesario instalarlo, el proceso de instalación es similar a la instalación de Blender, se accede a la página oficial de Unity para descargar el software, cómo se muestra en la figura 15.

Figura 15

Descarga de unity



Nota. Descarga de Unity desde la página oficial

Para el desarrollo del aplicativo se usa el sistema operativo de Windows, se descarga la aplicación, debido a que la instalación es bastante sencilla debido a que cuenta con opciones claras en la configuración del software, como se muestra en la siguiente figura 16.

Figura 16

Instalación de Unity

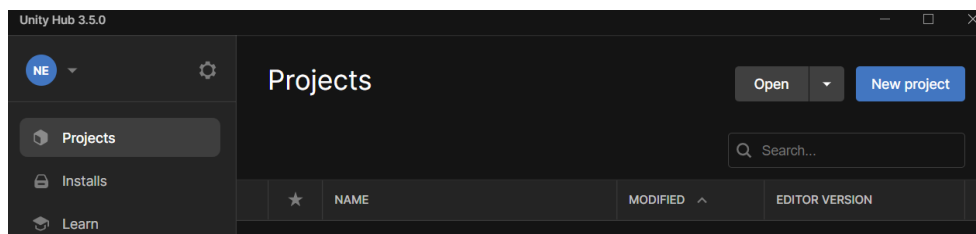


Nota. Instalación de Unity

Una vez descargado e instalado Unity se procede con la creación del proyecto tal y como se muestra en la siguiente figura 17.

Figura 17

Creación de proyecto

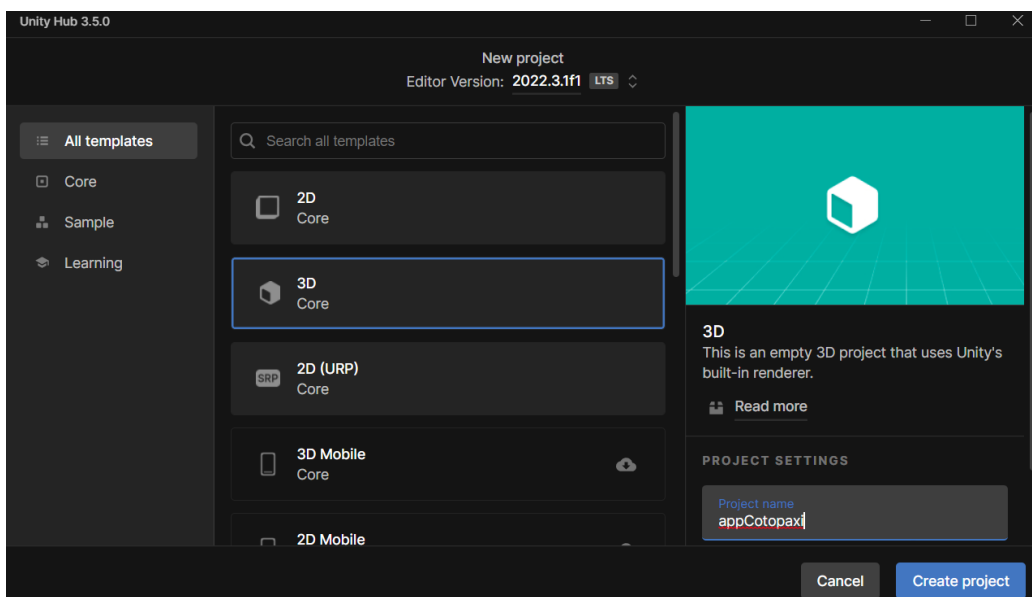


Nota. Creación de proyecto

El siguiente paso es configurar el proyecto nuevo según la necesidad que se quiera, en este caso se utilizará la opción 3D como se muestra en la siguiente figura 18.

Figura 18

Configuración de proyecto base 3D en Unity



Nota. Se crea el proyecto base en Unity con la opción 3D para utilizar los motores en tres planos.

Una vez creado el proyecto base correctamente se organizan los materiales que se utilizarán para a la creación de objetos dentro de la carpeta assets, en donde se ha dividido en cuatro subcarpetas que serán importantes a lo largo del desarrollo del proyecto, las cuales se muestran la tabla 5 y se visualizará en la figura 20.

Tabla 5

Carpetas organizadas para el desarrollo del aplicativo

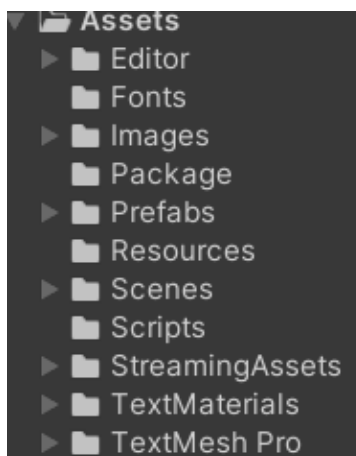
Carpeta	Descripción
Editor	Contendrá archivos que pertenecen a Vuforia y su funcionamiento.

Carpeta	Descripción
Fonts	Contendrá las fuentes importadas para el uso de nuestras interfaces.
Images	Contendrá las imágenes objetivo para nuestra aplicación.
Package	Contendrá el paquete de Vuforia.
Prefabs	Contendrá a todos nuestros modelos 3.
Resources	Contendrá la información de la configuración de Vuforia.
Scenes	Contendrá las escenas que forman parte del aplicativo.
Scripts	Contendrá scripts que puedan cambiar el funcionamiento del proyecto.
Streaming Assets	Contendrá archivos adicionales que resultan de instalar Vuforia.
Text Materials	Contendrá todos los materiales usados para las ventanas flotantes usadas en el aplicativo.
Text Mesh Pro	Esta carpeta es resultado de haber importado los TextMeshPro que se usan para las interfaces.

Nota. Organización de la estructura en el proyecto realizado en Unity.

Figura 20

Carpetas organizadas dentro del proyecto 3D en Unity

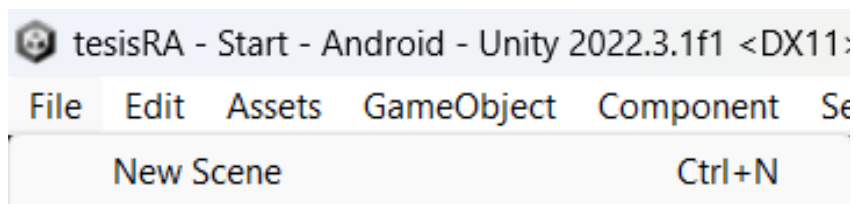


Nota. Organización de carpetas dentro del proyecto para llevar una estructura correcta en el proceso.

Antes de comenzar con el desarrollo del aplicativo móvil de realidad aumentada, se desarrollarán las interfaces de inicio e instrucciones para lo cuál será necesario crear tres escenas diferentes, las cuáles serán “Start”, “Instructions” y “ARCollection”, para hacer esto vamos a crear una nueva escena como se muestra en la figura 21.

Figura 21

Creación de nuevas escenas

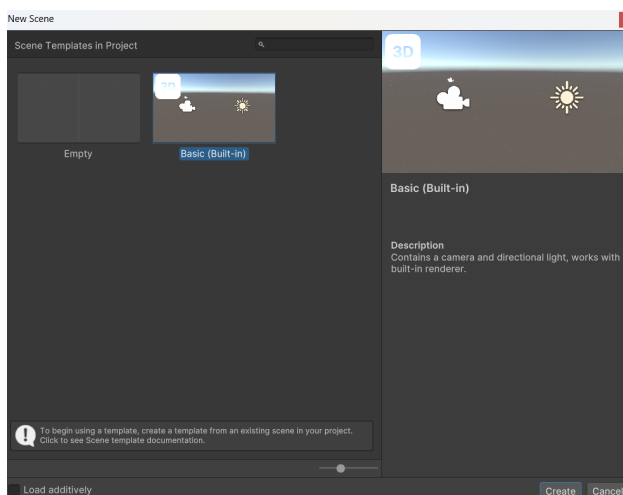


Nota. Para la creación de las pantallas anteriores al escenario de activación de la cámara, se crearán de la misma manera.

Se selecciona la opción de Basic para activar la función que emplea los valores predeterminados de la cámara y ajustes de iluminación. Esta elección simplifica el proceso al generar automáticamente la configuración óptima para capturar imágenes, aprovechando la configuración estándar de la cámara y asegurando una adecuada iluminación como se muestra en la figura 22.

Figura 22

Selección de escenario Basic



Nota. Selección de escenario básico con la iluminación y cámara ajustada.

Posteriormente se guardan con los nombres mencionados anteriormente como se muestra en la figura 23.

Figura 23

Nombres de los escenarios creados.

ARCollection	13/8/2023 0:56	Unity scene file
Instructions	12/8/2023 23:20	Unity scene file
Start	13/8/2023 0:39	Unity scene file

Nota. Se colocan los nombres mencionados anteriormente para cada escenario.

La interfaz llamada “Start” será la principal, este escenario se inicia junto con la inicialización del aplicativo móvil, en esta pantalla se mostrarán los botones de iniciar y salir como se muestra en la figura 24.

Figura 24

Pantalla inicial en el aplicativo móvil

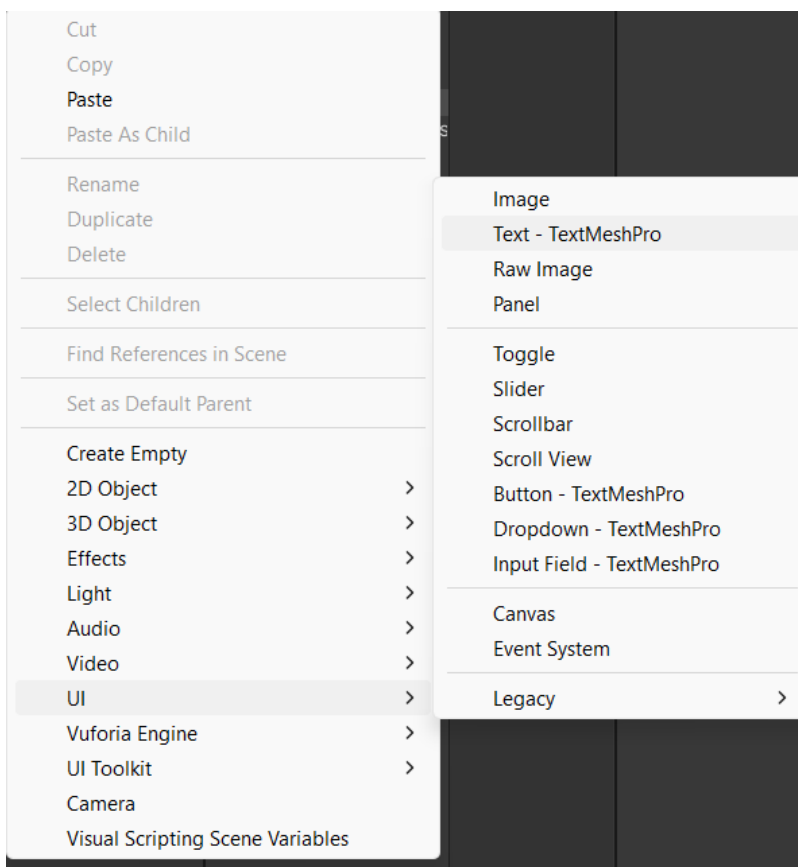


Nota. Pantalla principal “Start” con la que inicia el aplicativo en donde se muestran los botones principales.

Para obtener el resultado que se menciona anteriormente se realizaron varios procesos, se inicia con la creación de un canvas para diseñar las interfaces, se crearon varios textos que corresponden a “TextMeshPro” que es un componente de Unity UI en donde se refleja “Parque Nacional”, “Cotopaxi”, “Bienvenido”, “Escoge una opción para continuar” y “Todos los derechos reservados”, para ubicarlos en la posición correcta en la que se observa la interfaz como se muestra en la figura 25.

Figura 25

Textos colocados en los escenarios

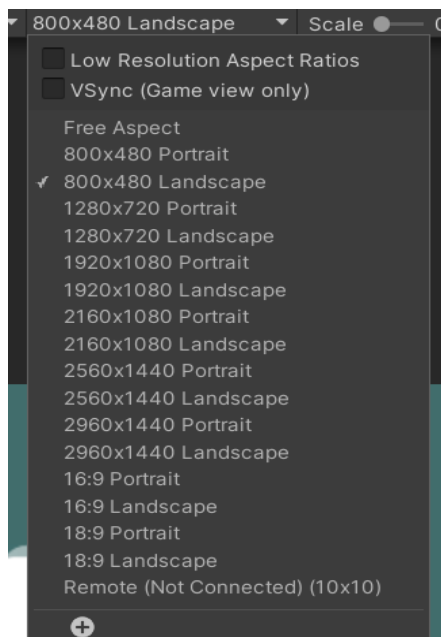


Nota. Text - TextMeshPro utilizado para los textos que se utilizarán.

Se añadieron dos botones “Button - TextMeshPro” del componente UI de unity en donde se colocaría el “Iniciar” y “Salir” y se los posiciona en la posición adecuada, para realizar el responsive es necesario configurar la vista en donde veremos la interfaz para lo cuál es necesario configurarla en 800 x 480 Landscape, tal y como se muestra en la siguiente figura 26.

Figura 26

Selección del aspecto del escenario

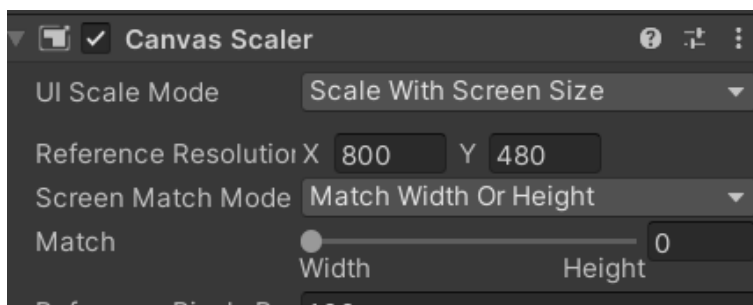


Nota. La vista que se verá en el aspecto de teléfono móvil para una fácil edición de la escena.

El canvas creado, teniendo en cuenta la configuración de la pantalla tiene un componente llamado “Canvas Scaler”, por defecto se encuentra en “Constant Pixel Size” y cambiando a “Scale With Screen Size” y ajustando las medidas a la vista de la escena, tal y cómo se muestra en la figura 27.

Figura 27

Escala ajustada a las medidas de dispositivo móvil.

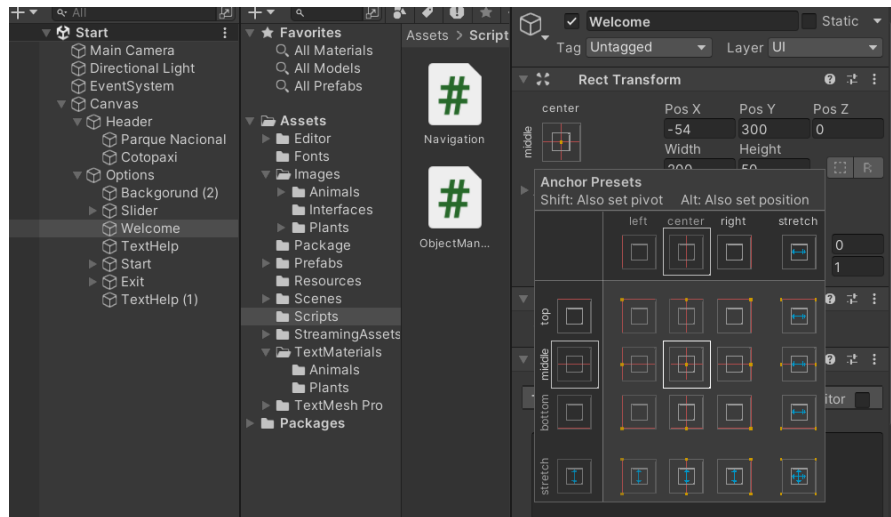


Nota. Se coloca la escala adecuada para la visualización en dispositivos móviles.

Una vez configurado el responsive es necesario usar las anclas que nos servirán como punto de referencia para cualquier dispositivo, tal y cómo se muestra en la figura 28.

Figura 28

Configuración de puntos de referencia.

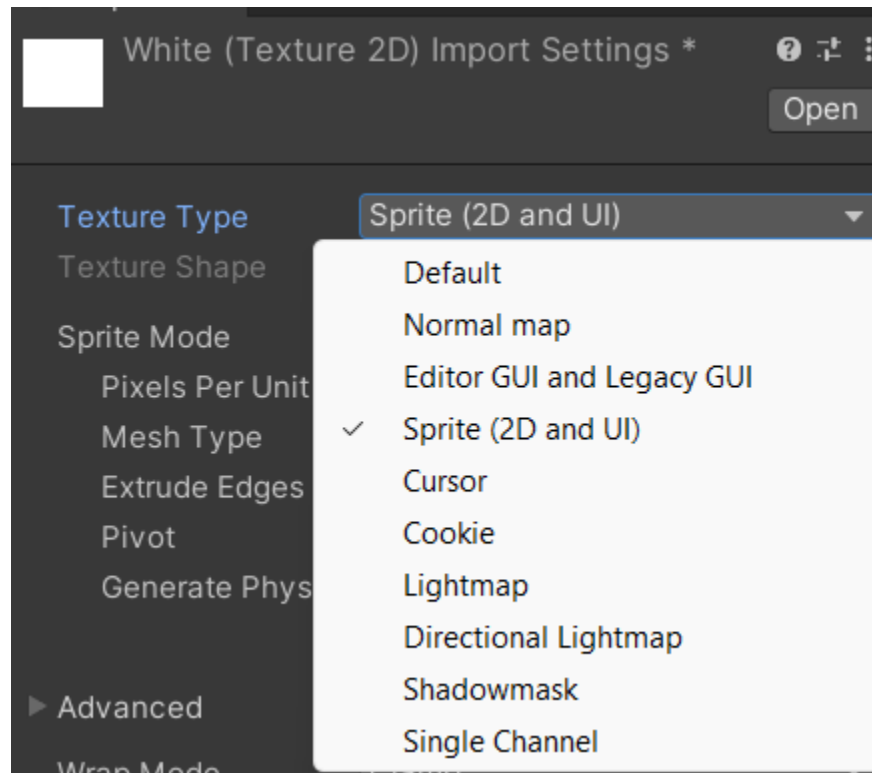


Nota. Es recomendable colocar los puntos de referencia correctamente para que los recursos se visualicen en el lugar adecuado.

Después de haber configurado correctamente el responsive, se prosigue con el diseño de la interfaz en donde se agregó una imagen y se la convirtió en sprite, este proceso es posible realizarlo accediendo a las propiedades de la imagen en “Texture Type” cambiando el “default” que se encuentra por defecto a “Sprite”, para poder usarlo dentro del canvas, dicho proceso se indica en la figura 29.

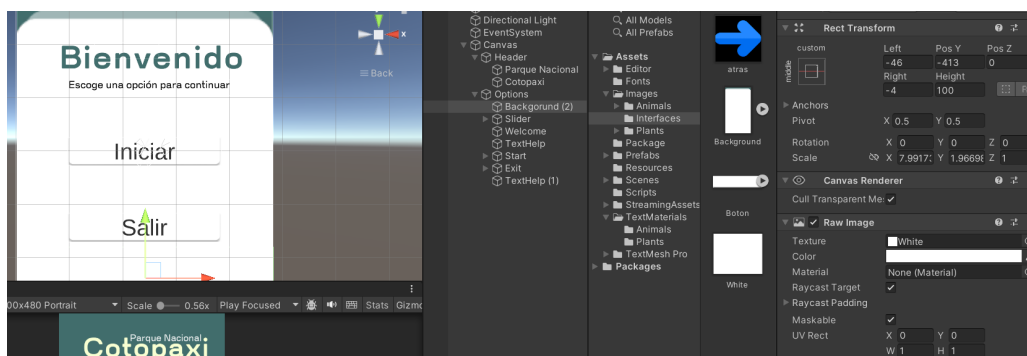
Figura 29

Opción Sprite en texturas 2D



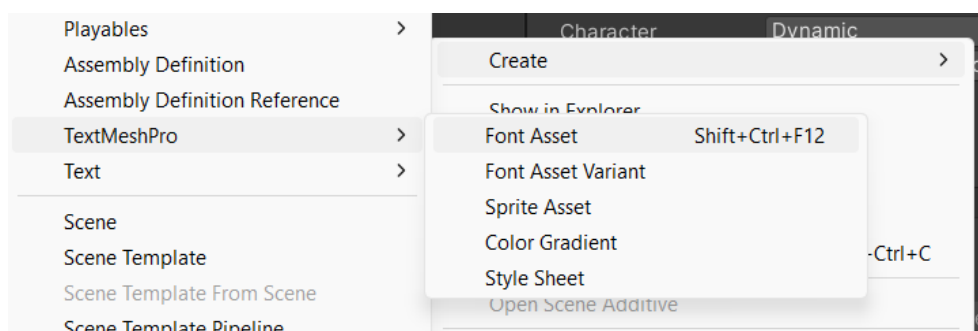
Nota. Con esta opción se convierten los bordes en cuadros de diseño.

Este proceso se realiza debido a que las imágenes de la UI de Unity no aceptan imágenes en formatos conocidos como png, jpg o jpeg, únicamente aceptan sprite, se añade al componente de la imagen creada y se ajusta al tamaño que se necesita como muestra en la figura 30.

Figura 30*Diseño de la primera interfaz*

Nota. Todos los componentes utilizados se han convertido en Sprites para poder utilizarlos dentro del escenario canvas.

Una vez ajustado al tamaño es necesario agregar fuentes, para las fuentes se necesita importarlas de cualquier página web que permita el uso comercial de las mismas, para este aplicativo se usó 1001fonts posteriormente se las debe convertir en un “Font Asset” para su uso, tal y cómo se muestra en la figura 31.

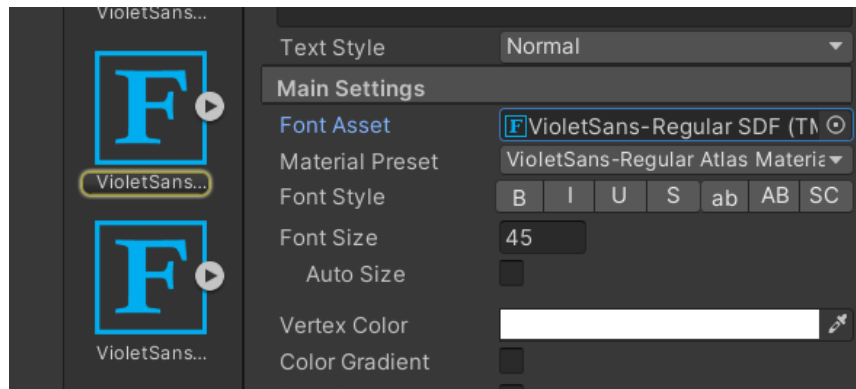
Figura 31*Importación de fuentes de caligrafía para el diseño*

Nota. Se importan las fuentes convertidas en Font Asset para sea posible utilizarlo en el diseño del escenario.

Se importan todos los textos que se necesite, como se muestra en la siguiente figura 32.

Figura 32

Textos necesarios importados para el diseño de las interfaces

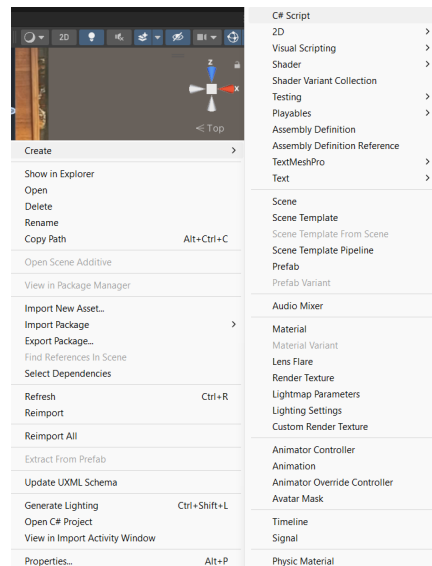


Nota. Textos importados para el diseño de las interfaces del aplicativo móvil realizado en Unity.

Para la navegación entre pantallas en este caso escenas se creó un script llamado “Navigation”, como se muestra en la figura 33.

Figura 33

Creación de script de navegación



Nota. Creación de script de navegación

Una vez creado el script de navegación se implementó el siguiente código para la navegación entre pantallas del aplicativo, como se muestra en el código de la figura 34.

Figura 34

Código de arranque del aplicativo

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
//librería para navegación
using UnityEngine.SceneManagement;
public class Navigation : MonoBehaviour
{
    //Navigator
    //Función para acceder a la observación de los modelos
    public void ARCollectionView(){
        SceneManager.LoadScene("ARCollection");
    }
    //función para volver al menú principal
    public void ReturnStart(){
        SceneManager.LoadScene("Start");
    }
    //función para visualizar la ayuda e instrucciones de uso
    public void ViewHelp(){
        SceneManager.LoadScene("Instructions");
    }

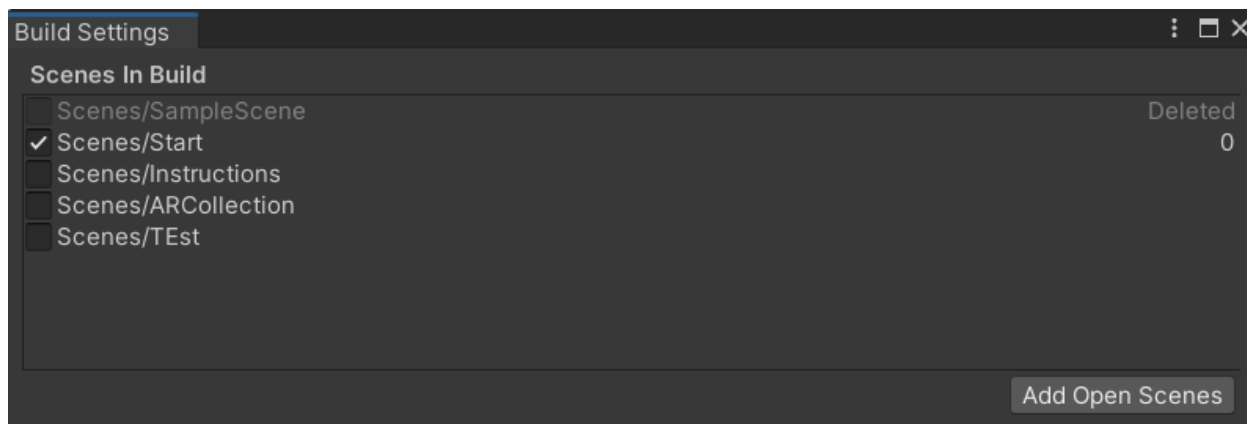
    //función para salir de la aplicación
    public void CloseApp(){
        Application.Quit();
    }
}
```

Nota. El siguiente código da funcionalidad a los botones de la pantalla de inicio.

Después de haber terminado la escena, es importante acceder al build settings para poder añadirla y posteriormente compilarla desde cualquier otra escena, tal y cómo se muestra en la siguiente figura 35.

Figura 35

Implementación de escenas

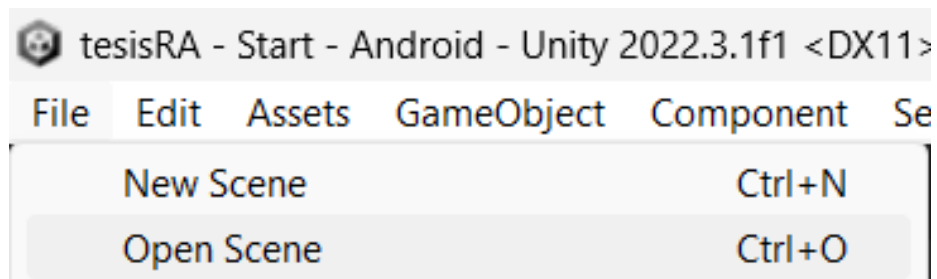


Nota. Añadir las escenas terminadas para su posterior compilación

Para abrir otra escena, es posible hacerlo presionando el acceso directo “Ctrl + O”, o a su vez dirigiéndose a “File” y seleccionando la opción de “Open Scene”, tal y cómo se muestra en la siguiente figura 36.

Figura 36

Acceder a otra escena creada

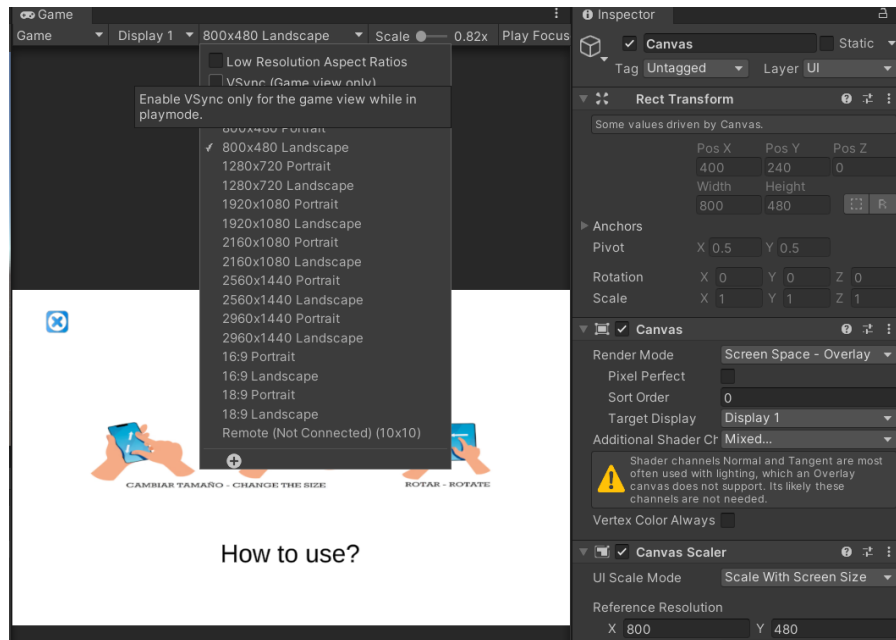


Nota. Abrir una escena ya creada previamente

Una vez abierta la escena “Instructions”, se realiza el proceso anterior, en donde se configura el display de la pantalla colocándola en 800 x 480 Landscape, y configurando el canvas para que sea responsive cambiando la propiedad de “UI Scale Mode” a “Scale With Screen Size” tal y cómo se muestran en las figuras 37 y 38.

Figura 37

Escala de los tamaños de la pantalla

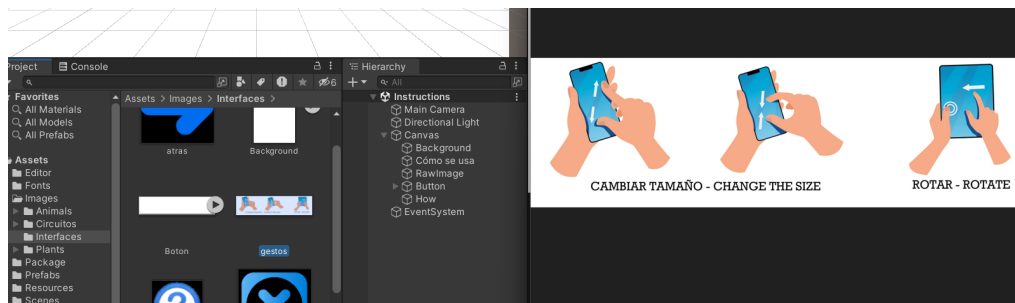


Nota. Ajuste de responsive para dispositivos Android y configuración de vista de las pantallas

En la escena de “Instructions” va a ser sencilla e intuitiva colocando de fondo un sprite de una pantalla en blanco y añadiendo un “Raw Image” en donde se importarán dentro de una subcarpeta de la carpeta “Images” llamada “Interfaces”, tal y cómo se muestra en la siguiente figura.

Figura 38

Colocar las instrucciones en la pantalla de instrucciones



Nota. Importación de imagen de gestos para la escena de “Instructions”

Posteriormente se añadieron textos tanto en inglés como en español que indique una frase simple y sencilla siendo esta: “¿Cómo usar? y How to use?” y por último un botón que permita cerrar la escena, dando cómo resultado la siguiente figura.

Figura 39

Escena de instrucciones de uso

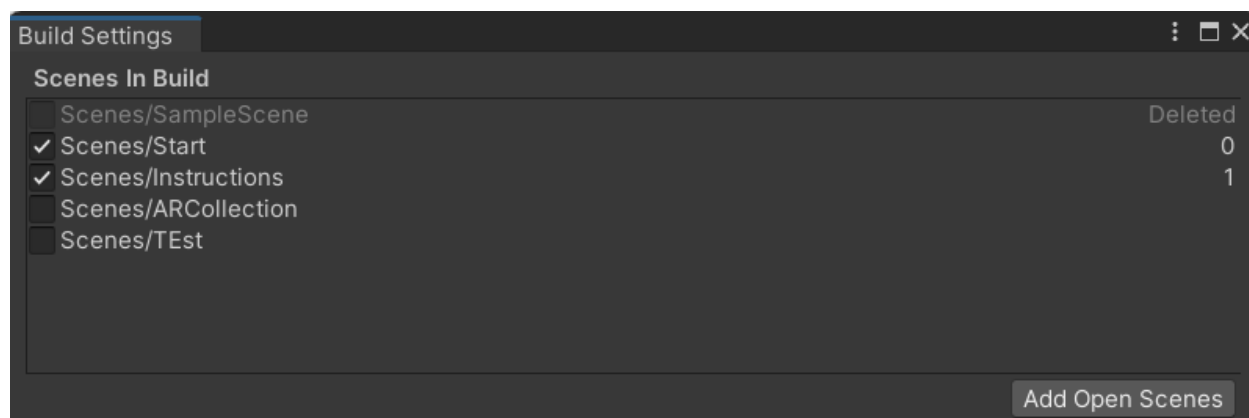


Nota. Escena de instrucciones de uso terminada

De la misma manera, se debe acceder a los build settings y añadir la escena terminada, para poder navegar hasta la última escena que será nuestro “ARCollection”, tal y cómo se muestra en la siguiente figura 40.

Figura 40

Navegación entre escenas creadas



Nota. Escena de cómo usar añadida para posterior compilación.

Una vez en la escena “ARCollection” antes de empezar a importar los prefabs es necesario configurar el motor gráfico que se utilizará, en este caso el motor gráfico elegido ha sido Vuforia para el desarrollo del aplicativo en realidad aumentada.

Instalación y configuración del motor de realidad aumentada

Es importante tomar en cuenta todas las pautas que Vuforia ha implementado en su documentación oficial con el fin de no tener inconvenientes con versionamientos en actividades posteriores, esta documentación se encuentra en el siguiente enlace Vuforia.

Para el uso del motor gráfico es necesario obtener una licencia proporcionada por Vuforia engine, la cual se puede generar completamente gratis dentro de su sitio web, en el apartado de develop (Desarrollo) y en el submenú escogemos el License Manager como lo muestra la siguiente figura 41.

Figura 41

Generar licencia del motor gráfico Vuforia

The screenshot shows the Vuforia Developer Portal interface. At the top, there is a navigation bar with links for Home, Pricing, Downloads, Library, Develop (selected), and Support. The user is logged in as 'Hello Chsebas98'. Below the navigation bar, there are tabs for Account Manager, License Manager (selected), Target Manager, and Credentials Manager. The main content area is titled 'License Manager' and includes three buttons: 'Get Basic', 'Buy Premium', and 'Buy Cloud Add On'. Below these buttons, there is a link to 'Learn more about licensing' and a prompt to 'Create a license key for your application.' A search input field is present. At the bottom, there is a table header with columns: Name, Primary UUID (with an info icon), Type, Status (with a dropdown arrow), and Date Modified.

Nota. Licencia generada por Vuforia para la utilización del SDK en proyectos de realidad aumentada en Unity.

Para la realización del proyecto se ha escogido el plan básico (*Get Basic*) debido a que cumple con las funcionalidades necesarias para el aplicativo, es importante asignar un nombre y marcar el cuadro de confirmación de términos y condiciones como muestra a continuación.

Figura 42

Nombre de la licencia y aceptar términos y condiciones.

The screenshot shows the 'Add a license key to your Basic plan' form in the Vuforia Developer Portal. The navigation bar is the same as in Figure 41. Below the navigation bar, there are tabs for Account Manager, License Manager (selected), Target Manager, and Credentials Manager. The main content area is titled 'Add a license key to your Basic plan'. There is a link 'Back To License Manager'. A text input field for 'License Name *' contains the text 'tesisRA'. Below the input field, there is a note: 'You can change this later'. There is a checked checkbox with the text: 'By checking this box, I acknowledge that this license key is subject to the terms and conditions of the Vuforia Developer Agreement.' At the bottom, there are two buttons: 'Cancel' and 'Confirm'.

Nota. Llenar los campos que requiere Vuforia para poder proporcionar la licencia que posteriormente será colocada en el proyecto Unity

Una vez que se haya realizado el proceso anterior, la plataforma creará automáticamente la licencia que posteriormente será copiada en el proyecto de Unity como se muestra en la figura 43..

Figura 43

Licencia generada por Vuforia Engine

License Manager > tesisRA

tesisRA [Edit Name](#) [Delete License Key](#)

[License Key](#) [Usage](#)

Please copy the license key below into your app

```
AbH4W8D/////AAABmV91HhBV5kh9i+NEoCVowckgBOP9trIHgDLolNTt8oNpFGWljFsoxCvLfXyXzx1jIzDqaAYAGBOB0HBK7dwmAM9
hAWoupurWrOZXad6A5NdrIUP4QNCW8HSsMmEZ4hwmq7BETteWqqkG2bwMFCHVZuZeoCyyv0IuN7XKaR6S1RVodYCb3fyh8nEIVzSfO/
tbux0BwejJsMeAqvYbxK9H6arx1lIKY4L5KuYrcioK8aAGjvwx1W2BYK6O7/19xwoT89zmvjBkv11v4q3RumOqMcmqHPY4wG1zux6IX
RNjX/HG56BrLljG7Xgu5QTCvPqf0QrjZICM/oFF37KfJRbvZs75MZ1D17DZABdU4Q7T45N8
```

Plan Type: Basic
Status: Active
Created: Jun 20, 2023 21:39
License UUID: 639576503c7f42e7b8c7c159506761d2

History:
 License Created - Jun 20, 2023 21:39

Nota. Licencia generada correctamente

Después de haber generado la Licencia de Vuforia, es necesario dirigirse a la sección de descargas para poder integrar el motor gráfico en el proyecto de Unity como se muestra en la siguiente figura 44.

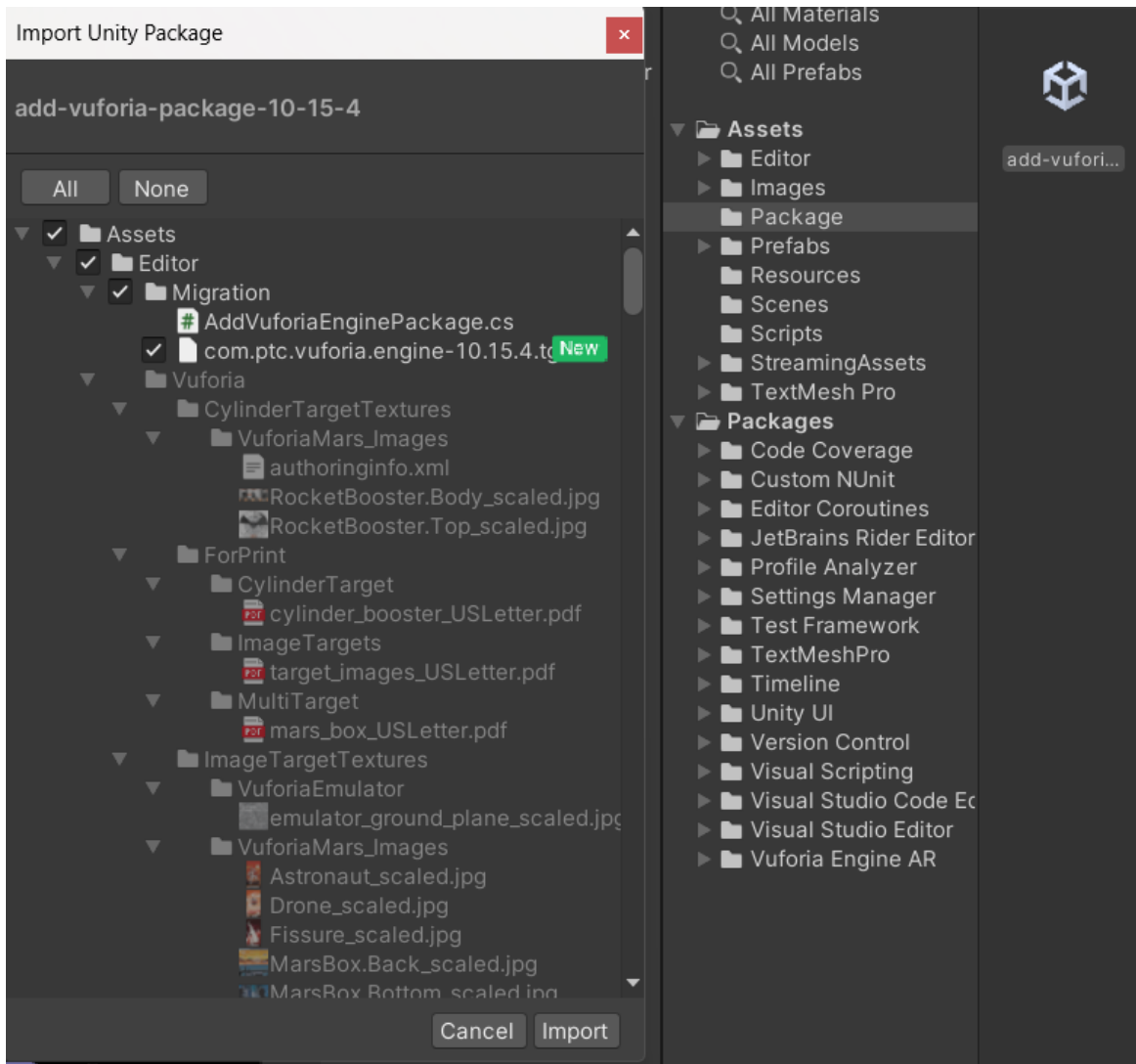
Figura 44

Descargar SDK para integrar Vuforia en Unity.

The screenshot shows the Vuforia Engine developer portal. The navigation bar includes 'Home', 'Pricing', 'Downloads', 'Library', 'Develop', and 'Support'. The user is logged in as 'Hello Chsebas98'. The 'Downloads' section is active, showing 'Release Version' set to '10.16' with an 'Apply' button. A disclaimer states: 'By downloading the Vuforia Engine SDK, Samples and Tools, you agree to the developer agreement.' Below this, the heading 'Vuforia Engine 10.16' is followed by a description: 'Use Vuforia Engine to build Augmented Reality Android, iOS, and UWP applications for mobile devices and AR glasses. Apps can be built with Unity, Android Studio, Xcode, and Visual Studio. Vuforia Engine can be easily imported into Unity by downloading and double-clicking the .unitypackage below.' A Unity logo and a link 'Add Vuforia Engine to a Unity Project or upgrade to the latest version' are present, along with the file name 'add-vuforia-package-10-16-5.unitypackage (139.82 MB)' and its MD5 hash. A support chat icon is visible in the bottom right corner.

Nota. Kit de herramientas software que proporciona Vuforia para el manejo de motores gráficos en realidad aumentada.

Se guarda el paquete de Unity en la carpeta creada previamente llamada *Package* para posteriormente poder ejecutarlo, a continuación se visualizará la importación del motor gráfico de Vuforia dentro del proyecto Unity como se muestra a continuación.

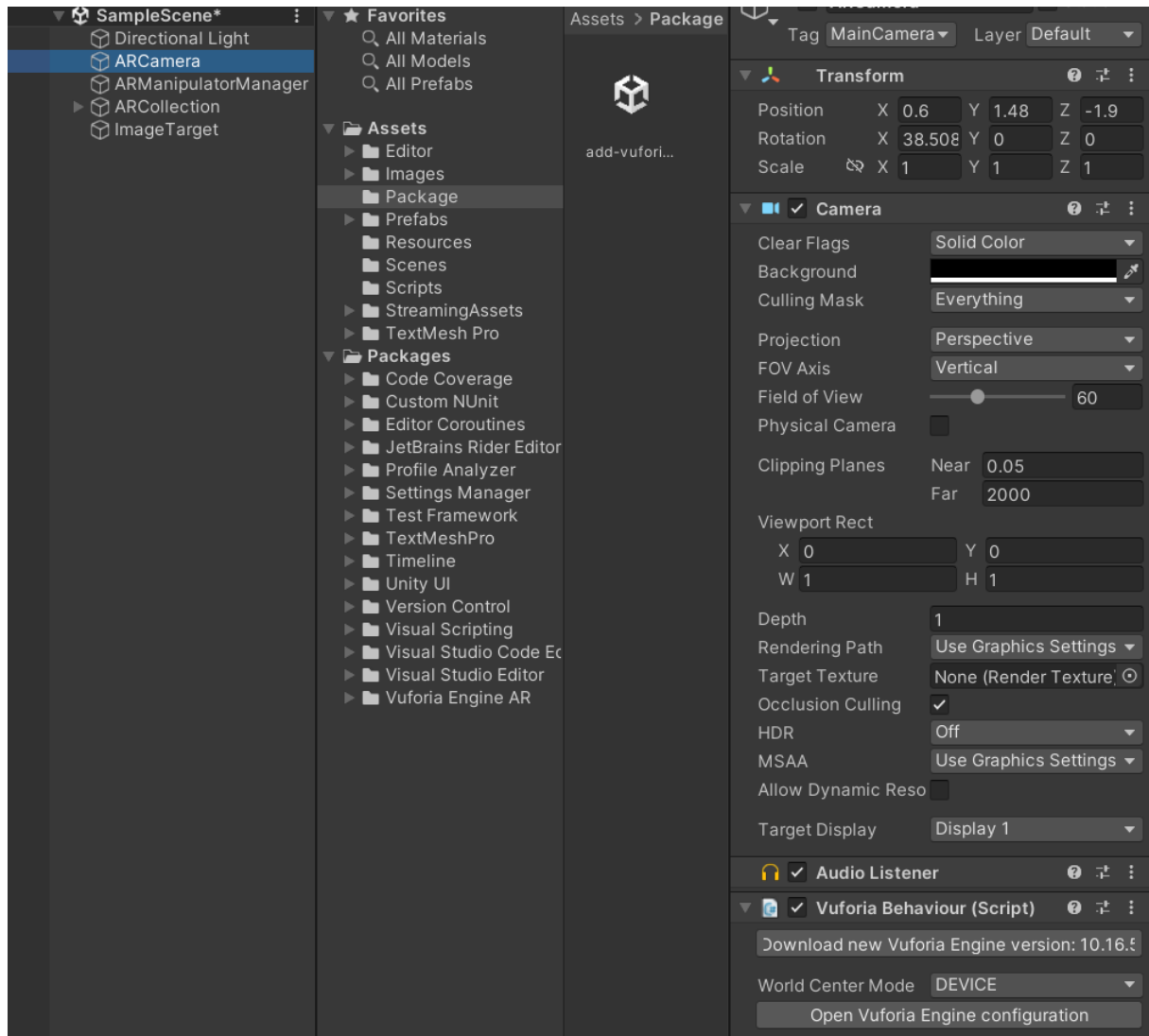
Figura 45*Importación de Vuforia dentro de Unity*

Nota. Se implementa el paquete de herramientas de Vuforia en el proyecto Unity.

Una vez terminada la importación, se coloca la licencia generada en la página de Vuforia dentro del proyecto, para ello, se crea una cámara de realidad aumentada (ARCamera) y dentro de las opciones de la cámara permitirá abrir la configuración de Vuforia Engine como se muestra en a continuación.

Figura 46

Configuraciones de ARCamera

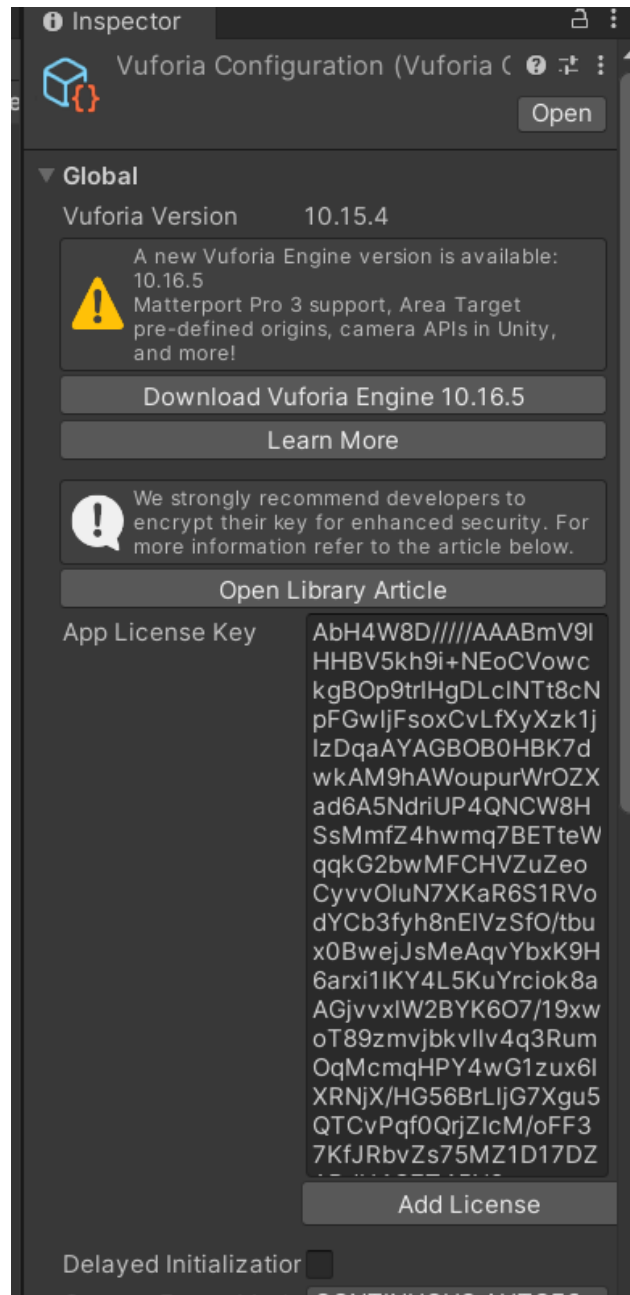


Nota. Se crea un cámara de realidad aumentada proporcionada por Vuforia en su kit de herramientas.

Una vez abierta la configuración de Vuforia en la cámara de realidad aumentada se copia la licencia generada, de esta manera se podrá empezar a probar los motores de realidad aumentada como se muestra a continuación.

Figura 47

Licencia activada en el proyecto Unity.



Nota. Se coloca la licencia de Vuforia anteriormente generada en su página web para activar los servicios del motor de realidad virtual.

Se trabajó de una manera estructurada para no sobrecargar la vista en la presentación de las imágenes objetivo del aplicativo móvil, envolviéndolas en una colección de realidad

aumentada (ARCollection) y este a su vez contiene los animales, las plantas y los circuitos, los animales tienen una subdivisión extra en donde se muestra si son terrestres o aves, las plantas tienen la subdivisión que se enfocan en plantas que se encuentran en el museo o fuera del establecimiento y por último tenemos a los circuitos en donde tendrá targets como la Laguna de Limpiopungo, Rumiñahui y el mapa como se muestra en la figura 47.

Figura 48

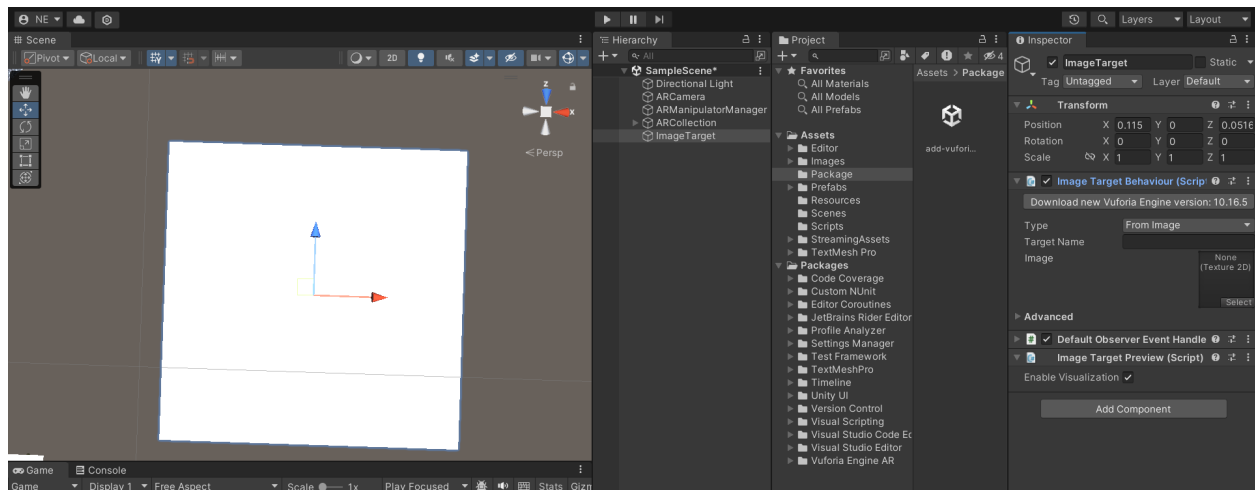
Organización de los materiales



Nota. Los materiales han tenido la misma estructura se ha utilizado en el control de carpetas con el fin de tener una mejor organización en el proceso de desarrollo.

Para los Image Target se creó de la siguiente manera, en la opción de vuforia engine existe el Image Target que nos despliega un tipo de tarjeta en donde tiene sus configuraciones respectivas, como se muestra en la siguiente figura 49.

Figura 49

Creación de Image Target

Nota. Se crea el campo de referencia que activará el motor de realidad aumentada en el ambiente real.

En esta tarjeta que se crea, se puede obtener la imagen que se va a implementar en el motor gráfico como objetivo local, o a su vez, es posible generar desde una base de datos almacenada en la nube, en este caso, el Parque Nacional Cotopaxi carece de señal con la que un dispositivo móvil puede acceder a internet, por consiguiente, el aplicativo móvil tendrá dificultades de establecer una conexión a la base de datos que almacena toda la información. Es por ello que se ha optado por almacenar toda la información que será desplegada en el aplicativo de manera local y así poder observar los modelos y objetos utilizando la cámara del teléfono celular como se muestra a continuación en la figura 50.

Figura 50

Proyección de modelos y objetos

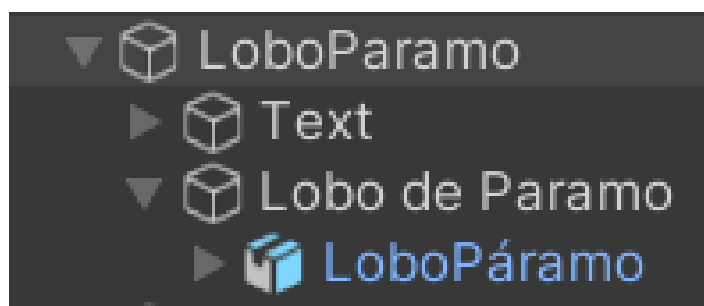


Nota. Se asigna el modelo 3D realizado posteriormente en Blender en el marcador.

Una vez construido el image target y colocado el objeto antes modelado, se debe tener en cuenta que cada objeto debe ser parte del image target para poder visualizar el modelo una vez que la imagen se encuentre enfocada en el aplicativo como se muestra en la figura 51.

Figura 51

Modelo 3D colocado dentro del Image Target

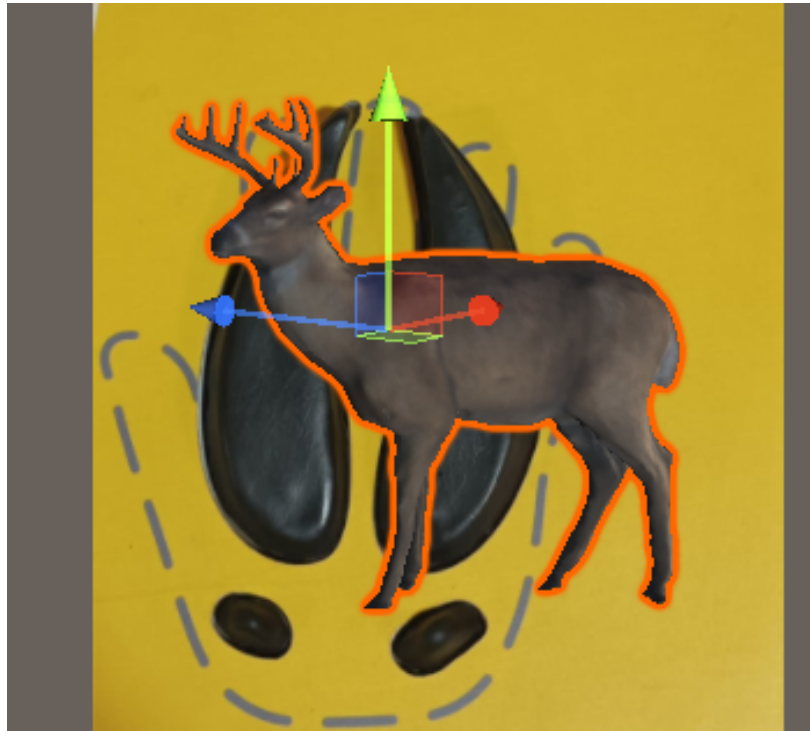


Nota. Objeto 3D colocado como parte del Image Target para que pueda ser proyectado.

Hay que tener en cuenta que algunos modelos después de la exportación realizada a un archivo .fbx hay ocasiones en donde se pueden invertir los ejes como podemos ver en la figura 52.

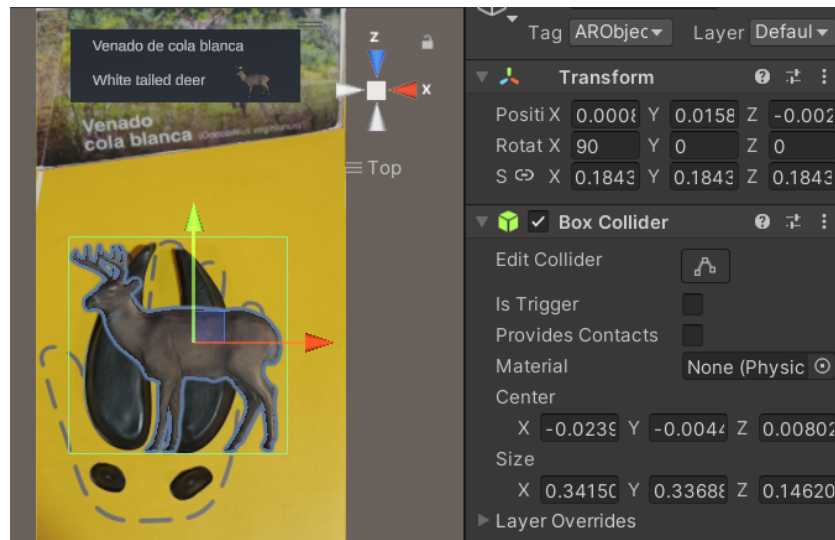
Figura 52

Ejes invertidos en el modelo



Nota. Ejes invertidos en el modelado 3D después de exportar el archivo desde Blender.

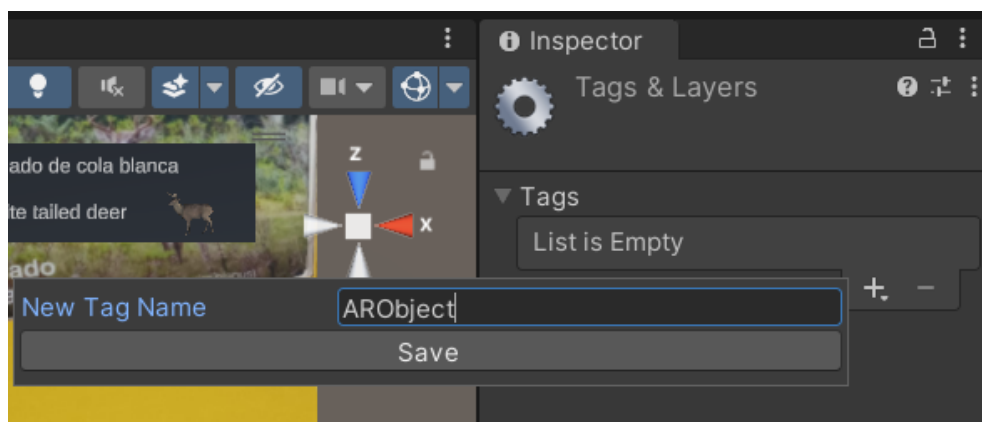
Este inconveniente se soluciona con la creación de un objeto vacío, este objeto vacío debe ser alineado al centro del modelo 3D y rotarlo de tal manera que visto desde el eje Y o vista vertical me quede el eje y hacia arriba y eje x hacia la derecha, en la siguiente figura se tuvo que rotar el eje x 90° para que coincida con lo que requerido, como se muestra en las figuras 53 y 54.

Figura 53*Vista vertical del GameObject configurado**Nota.* Ajuste de ejes en el modelo 3D mediante un GameObject vacío**Figura 54***Vista horizontal del GameObject configurado**Nota.* Ajuste de ejes en el modelo 3D mediante un GameObject vacío

Después de la configuración del GameObject vacío crearemos un tag llamado ARObjec que posteriormente se usará para el script de escala y rotación, este tag se creará de la siguiente manera.

Figura 55

Creación del Tag ARObjec

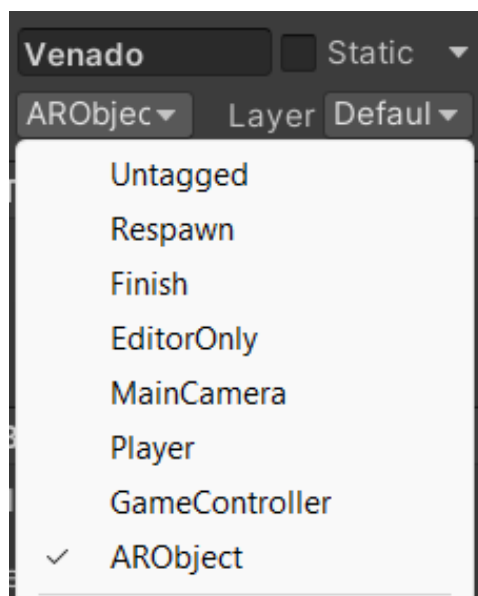


Nota. Tag ARObjec creado

Después de haber creado el Tag se lo asigna cada uno de los modelos 3D que queramos que tengan movimiento que en general serán sólo los animales para este aplicativo, tal y cómo se muestra en la figura 56

Figura 56

Implementación del objeto a ARObjec

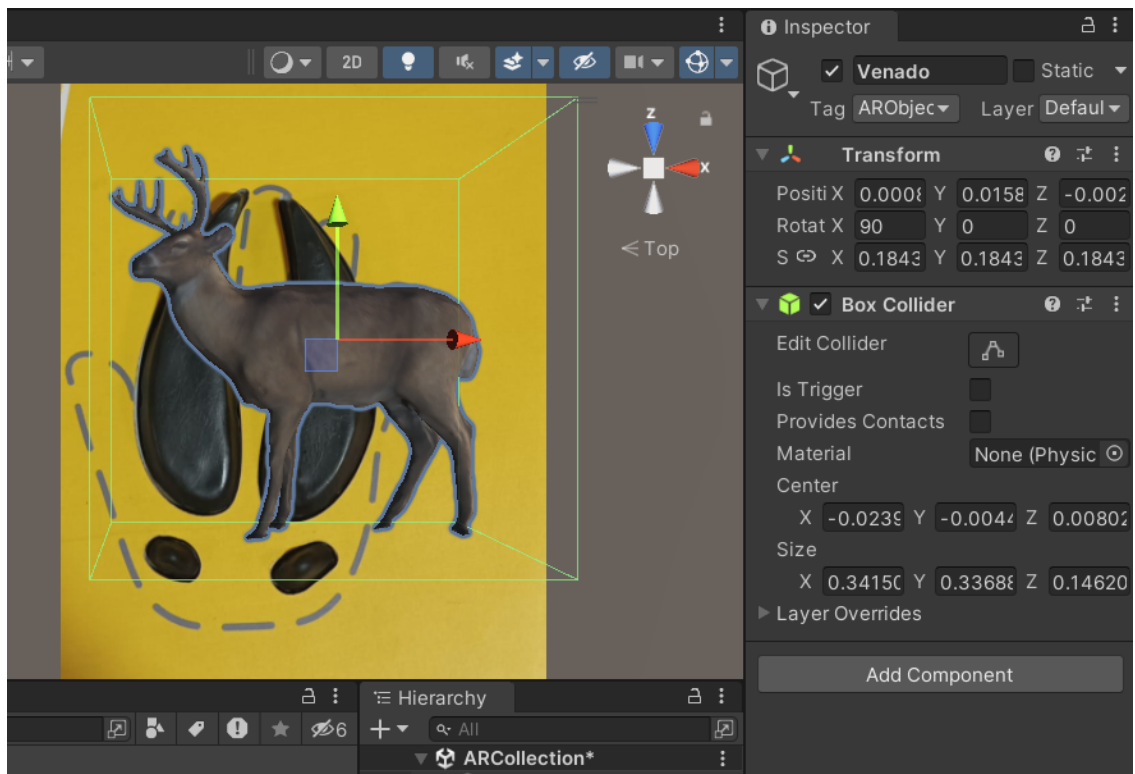


Nota. Asignación de Tag al modelo 3D

Después de esto vamos a añadir un box collider, a cada uno de los objetos 3D que tengan asignado el tag y se necesite que tengan una escala y movimiento como se muestra en la figura 56.

Figura 56

Modelo con las configuraciones correctamente definidas

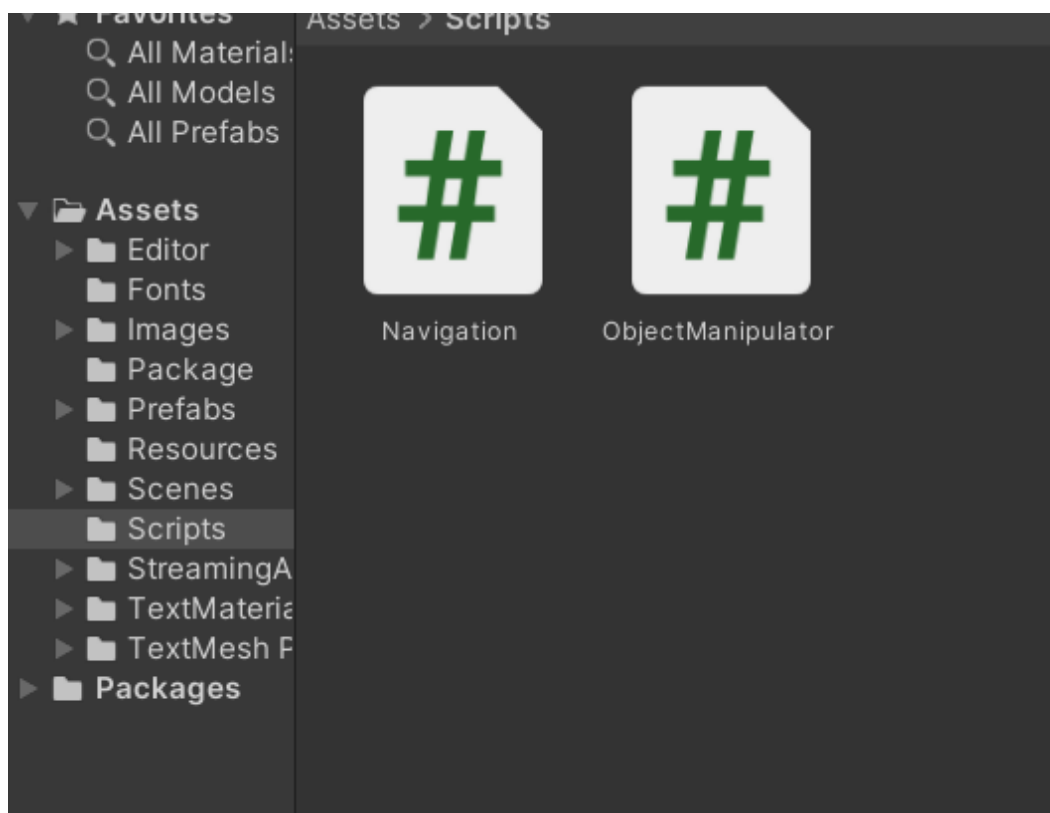


Nota. Modelo 3D con el box collider, ejes corregidos y con el tag de ARObject

Ahora se definirá dentro del script usado para los modelos en donde se implementarán las funciones de rotación y cambio de tamaño en cada uno de los objetos modelados, en la carpeta scripts definida en un inicio, se añadirá un nuevo script denominado ObjetcManipulator como se muestra en la figura 57.

Figura 57

Creación del archivo ObjectManipulator



Nota. Archivo de extensión C# que almacena la lógica de programación de cada marcador.

Es de suma importancia establecer una sólida y clara definición de las variables esenciales al comienzo de cada clase, ya que esto posibilitará el adecuado desarrollo y aplicación de la lógica inherente en cada script. Al iniciar con una adecuada declaración de las variables, se crea una base sólida sobre la cual se pueden construir las funcionalidades y procedimientos subsiguientes, garantizando así una mayor coherencia y eficiencia en el código desarrollado. Además, esta práctica favorece la legibilidad y mantenibilidad del código, porque facilita a otros desarrolladores comprender rápidamente la estructura y el propósito de las variables utilizadas en el contexto de la clase como se muestra a continuación en la figura 58.

Figura 58

Inicialización de variables en la clase

```

public class ObjectManipulator : MonoBehaviour
{
    // Referencia al objeto AR seleccionado
    public GameObject ARObjeto;
    // Referencia a la cámara
    [SerializeField] private Camera aRCamera;
    private bool isARObjectSelected;
    // Etiqueta para identificar los objetos AR
    private string tagARObjects = "ARObject";
    // Posición inicial del toque
    private Vector2 initialTouchPos;

    private float screenFactor = 0.0001f;
    // Velocidad de movimiento y rotación
    [SerializeField] private float speedMovement = 15.0f;
    [SerializeField] private float speedRotation = 20.0f; // Aumentamos la velocidad de rotación
    [SerializeField] private float scaleFactor = 0.5f;

    // Distancia entre los toques
    private float touchDis;
    private Vector2 touchPositionDiff;

    private float rotationTolerance = 1.5f;
    private float scaleTolerance = 25f;
}

```

Nota. Se inician las variables en el archivo para posteriormente utilizarlas en cada función.

Toda la lógica que se realizó fue puesta en la función void Update() que pertenece a unity porque es necesario que sea llamada una vez en cada momento de ejecución del programa, la lógica del programa se basa en contínuas validaciones que se van haciendo entre las más importantes a destacar tenemos:

- ¿Se ha tocado la pantalla?
- ¿El toque ha sido sobre un objeto AR?
- ¿Hay dos toques en la pantalla?

En las figuras 25, 26 y 27 se presenta la lógica realizada para poder mover y rotar el objeto 3D, en donde se toma en cuenta los toques en la pantalla debido al reconocimiento de rotación que se necesita para escalar el objeto, como se muestra en las figuras 59, 60 y 61.

Figura 59

Código utilizado para mover los objetos

```

void Update()
{
    // ¿Se ha tocado la pantalla?
    if (Input.touchCount > 0)
    {
        // Guardar el primer toque
        Touch touchOne = Input.GetTouch(0);
        // Lógica para mover el objeto
        if (Input.touchCount == 1)
        {
            initialTouchPos = touchOne.position;
            // Si el toque acaba de comenzar (Began)...
            if (touchOne.phase == TouchPhase.Began)
            {
                initialTouchPos = touchOne.position;
                // Verificar si el toque se hizo sobre un objeto AR
                isARObjectSelected = CheckTouchOnARObject(initialTouchPos);
            }
            // Si el toque está siendo movido (Moved) y se ha seleccionado un objeto AR...
            if (touchOne.phase == TouchPhase.Moved && isARObjectSelected)
            {
                Vector2 diffPos = (touchOne.position - initialTouchPos) * screenFactor;
                // Movimiento en 2 dimensiones
                ARObject.transform.position = ARObject.transform.position +
                    new Vector3(diffPos.x * speedMovement, diffPos.y * speedMovement, 0);
                initialTouchPos = touchOne.position;
            }
        }
    }
}

```

Nota. Función en donde se implementa el movimiento de los objetos 3D

Figura 60

Configuración a dos toques en la pantalla para rotación o escala

```

// Si hay dos toques en la pantalla...
if (Input.touchCount == 2)
{
    Touch touchTwo = Input.GetTouch(1);
    // Si uno de los toques acaba de comenzar (Began)...
    if (touchOne.phase == TouchPhase.Began || touchTwo.phase == TouchPhase.Began)
    {
        touchPositionDiff = touchTwo.position - touchOne.position;
        touchDis = Vector2.Distance(touchTwo.position, touchOne.position);
    }
    // Si uno de los toques está siendo movido (Moved)...
    if (touchOne.phase == TouchPhase.Moved || touchTwo.phase == TouchPhase.Moved)
    {
        Vector2 currentTouchPosDiff = touchTwo.position - touchOne.position;
        float currentTouchDis = Vector2.Distance(touchTwo.position, touchOne.position);
        float diffDis = currentTouchDis - touchDis;
        // Si la diferencia de distancia entre los dos toques supera el umbral de escala...
        if (Mathf.Abs(diffDis) > scaleTolerance)
        {
            Vector3 newscale = ARObject.transform.localScale + Mathf.Sign(diffDis) * Vector3.one * scaleFactor;
            ARObject.transform.localScale = Vector3.Lerp(ARObject.transform.localScale, newscale, 0.85f);
        }
        float angle = Vector2.SignedAngle(currentTouchPosDiff, touchPositionDiff);
        // Si el ángulo de rotación supera el umbral de rotación...
        if (Mathf.Abs(angle) > rotationTolerance)
        {
            ARObject.transform.rotation = Quaternion.Euler(ARObject.transform.rotation.eulerAngles.x,
                ARObject.transform.rotation.eulerAngles.y + (angle * speedRotation),
                ARObject.transform.rotation.eulerAngles.z);
        }
        touchDis = currentTouchDis;
        touchPositionDiff = currentTouchPosDiff;
    }
}
}

```

Nota. Rotación y escala de los objetos 3D

Figura 61

Validación del toque en el objeto RA

```

// ¿El toque ha sido sobre un objeto AR?
1 referencia
private bool CheckTouchOnARObject(Vector2 touchPosition)
{
    Ray ray = aRCamera.ScreenPointToRay(touchPosition);
    if (Physics.Raycast(ray, out RaycastHit hitARObject))
    {
        if (hitARObject.collider.CompareTag(tagARObjects))
        {
            ARObjeto = hitARObject.transform.gameObject;
            return true;
        }
    }
    return false;
}

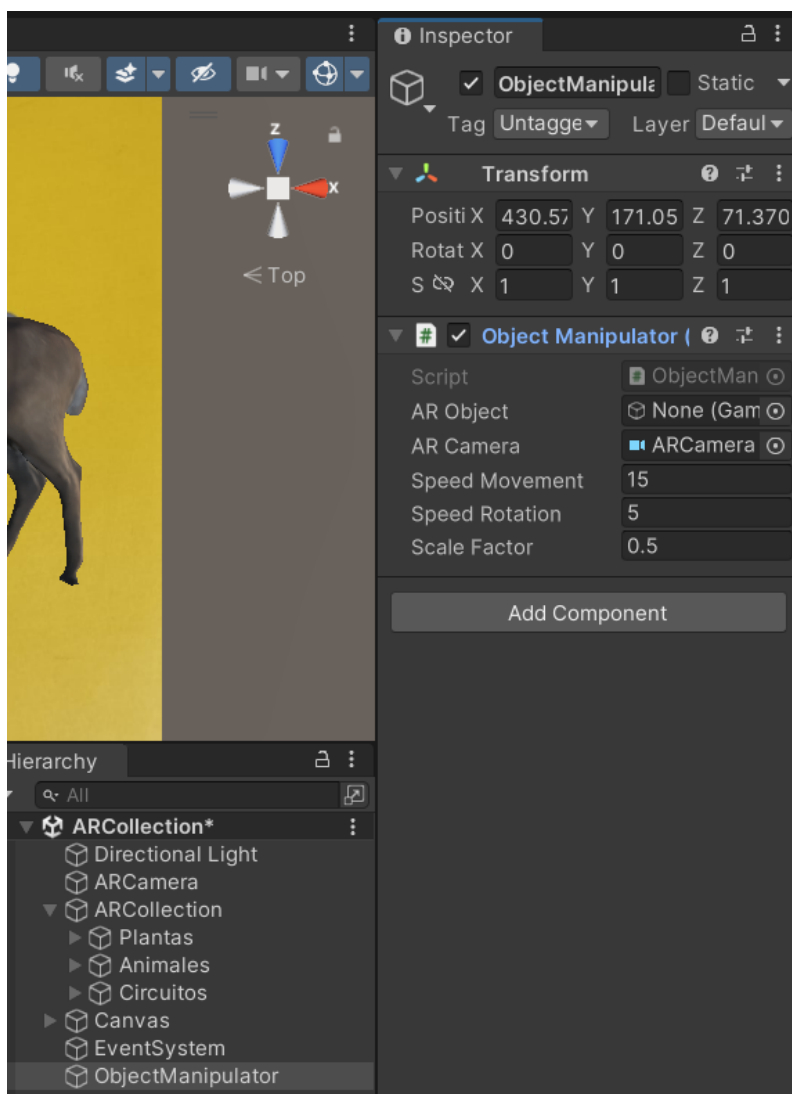
```

Nota. Lógica para saber si el toque ha sido sobre un objeto 3D.

Es importante mencionar, que todos los objetos 3D que requieran movimiento o tenga rotación será implementado indispensablemente un box collider, el tag de ARObjeto y por último el script llamado Object Manipulator, para la implementación del Script creado se va a crear un GameObject vacío y añadir el script del Object Manipulator, se pueden modificar las variables definidas dentro del script a preferencia del desarrollador, en caso de que se necesite más velocidad de movimiento, rotación o tamaño de escala, la variable de ARObjeto deberá quedar vacía y colocar nuestra ARCamera dentro de la variable de ARCamera definida por el script, tal como se muestra a continuación en la figura 62.

Figura 62

Manipulador de especificaciones en cada objeto



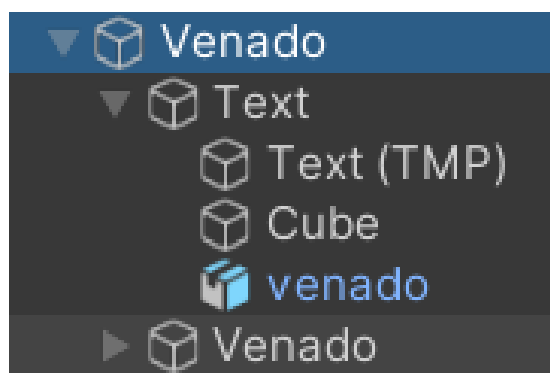
Nota. Configuración del Object Manipulator y su script

Cada uno de los modelos tendrá presente una ventana modal en donde se desplegará cualquier información que se requiera, para el aplicativo se decidió agregar el nombre de cada objeto y en el caso de la flora en el circuito, la descripción y utilidad de cada flor, la construcción de su modelo se realizó con un cubo, en donde podemos apreciar el tamaño a escala en la realidad, reduciendo su tamaño al mínimo con finalidad de proyectar cada objeto de manera sutil dentro del ambiente virtual que se mostrará por medio de la cámara del dispositivo y

colocando sobre éste el objeto informativo, además de colocar un identificador para cada modal como lo es el 3D Model en tamaño pequeño, este conjunto de materiales se envolverá por un GameObject llamado "Text" y este a su vez estará dentro de la imagen que reconozca el motor gráfico y a su vez mostrar el objeto en el aplicativo móvil de realidad aumentada, como se muestra en la figura 63.

Figura 63

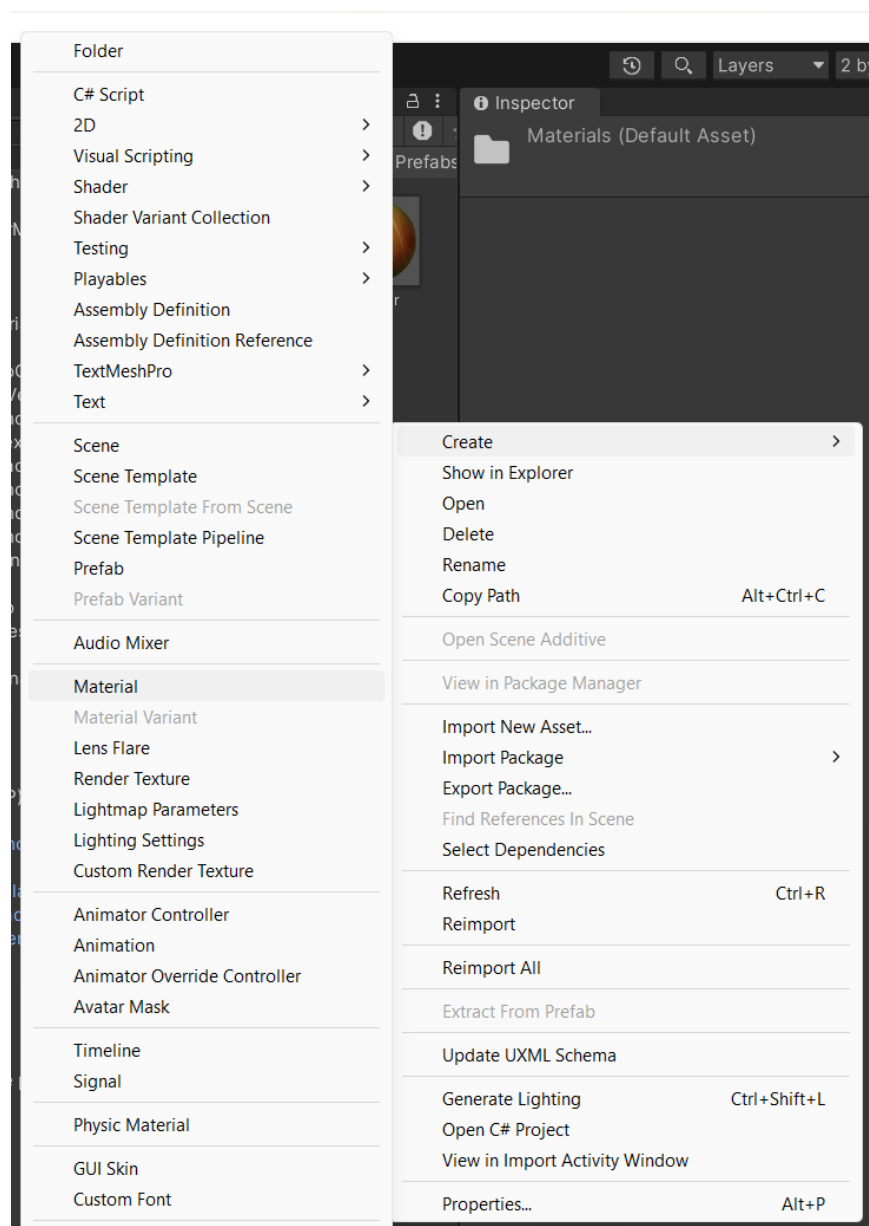
Conjunto de materiales para cada animal o planta



Nota. Objetos visibles para la modal de cada uno de los objetos 3D

Este procedimiento requiere ser realizado en cada uno de los animales que se encuentren dentro del circuito asignado en el museo del Parque Nacional Cotopaxi,

Con respecto a los assets y modelos usados para las plantas en ocasiones se debe manipular cada una para que se adapte a la forma real de la planta, cuando se realiza la adaptación a la planta original no es más que manipular los colores para coincidir con la planta, esto consiste en crear un material con un degradado o gradiente que facilite el trabajo, para hacer esto es necesario crear un material y cambiar su configuración, como se muestra a continuación en la figura 64.

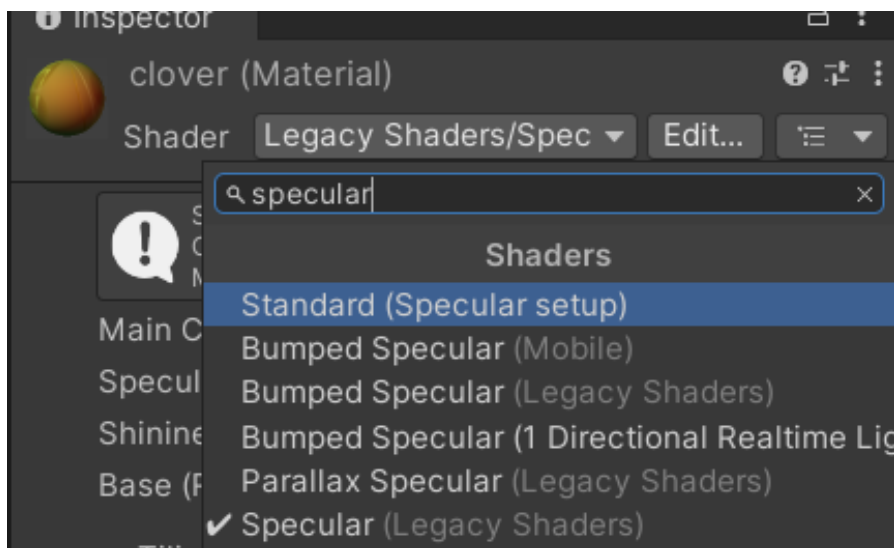
Figura 64*Creación de nuevo material*

Nota. Se crea un nuevo material para obtener un aspecto muy cercano a la realidad en las plantas.

Una vez creado el material, en las configuraciones se colocará el tipo de Legacy Shaders/Specular reemplazando de esta manera el Standard que viene por defecto como se muestra en la siguiente figura 65.

Figura 65

Degradado de sombras y texturas

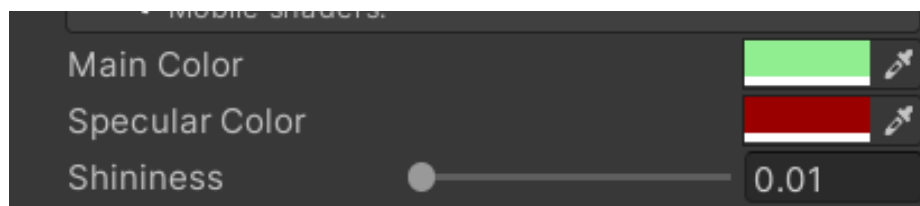


Nota. Selección de Legacy Shader para realizar el degradado de colores en las plantas.

Después de esto se colocarán los colores tanto en Main Color siendo el principal como en Specular Color siendo el secundario para dar el efecto que se necesita, la propiedad Shininess se recomienda en dejar al mínimo para que no afecte el control de los colores que hemos colocado, como se muestra a continuación en la figura 66.

Figura 66

Asignar los colores con los que realizará el degradado.



Nota. Para no afectar el control de los colores se puede colocar al mínimo la barra de progresión Shininess.

Después se asignará nuestro material al modelo 3D que necesitamos en este caso se aplica al 3D model de la planta “Almohadillas”, dando el siguiente resultado que se muestra a continuación en la figura 67.

Figura 67

Implementación de degradado en el objeto.

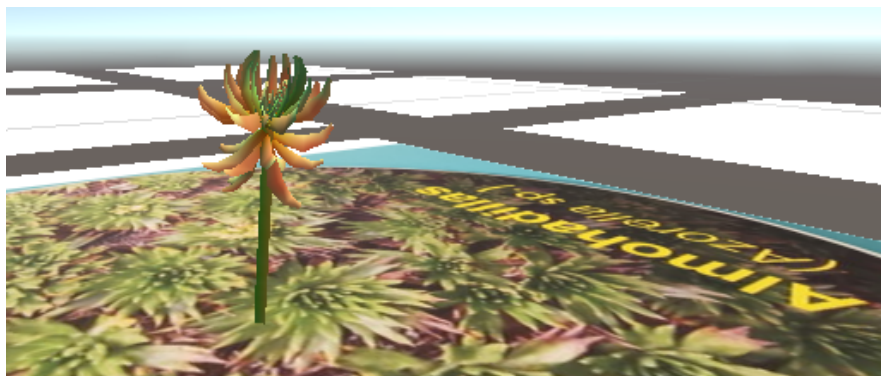


Nota. Se muestra apreciar el degradado realizado anteriormente implementando en el objeto.

La figura 68 muestra al objetivo visualizado desde otro perfil.

Figura 68

Objeto visualizado desde otra perspectiva.

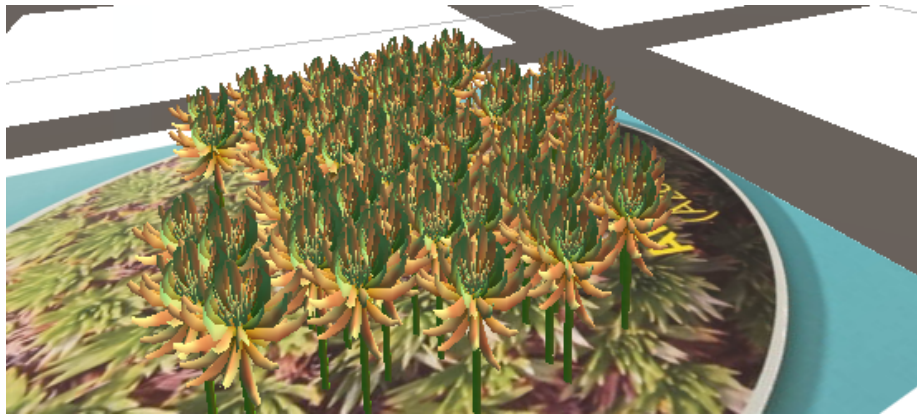


Nota. Degradado colocado en el objeto visualizado desde otro ángulo.

Cada réplica del prefab se creará siguiendo estrictamente las especificaciones y parámetros establecidos en el diseño anteriormente mostrado, asegurando así que cada copia sea una reproducción fiel del modelo original, como se muestra en la figura 69.

Figura 69

Réplica de los objetos



Nota. Objeto modelado replicado en un solo ambiente para el despliegue del objeto.

Para los circuitos de la Laguna se decidió utilizar diferentes imágenes que funcionarán como targets dentro del aplicativo, no se tendrán en cuenta las condiciones climáticas debido a que la toma de puntos de referencia fueron capturado únicamente en situaciones ideales, es decir, con un ambiente despejado con la finalidad de poder observar las montañas completamente a través del reconocimiento de Vuforia se reconozca la estructura de la montaña, como se muestra en la siguiente figura 70.

Figura 70

Toma de referencias en la Laguna de Limpiopungo

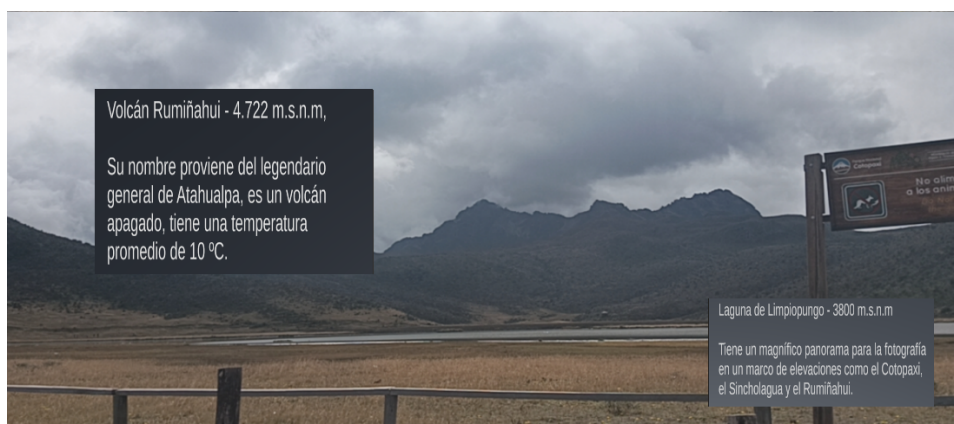


Nota. Prueba del aplicativo en la Laguna de Limpiopungo

Una vez probado que funcionó el convertir la imagen en .png para que reconozca la estructura de la montaña y la Laguna de Limpiopungo se procedió a añadir información de las mismas, tal y cómo se muestra en la siguiente figura 71.

Figura 71

Información de la Laguna de Limpiopungo



Nota. Información agregada al reconocimiento de la Laguna de Limpiopungo y Volcán Rumiñahui

Para la implementación de la ubicación dentro del Parque Nacional Cotopaxi, debido a que no es posible usar geolocalización por la falta de disponibilidad de internet, se ha utilizado los Image Target a los carteles presentes en la Laguna de Limpiopungo y en el Museo del Parque Nacional Cotopaxi, tal y cómo se muestra en la siguiente figura 72.

Figura 72

Ubicación dentro de los circuitos turísticos.

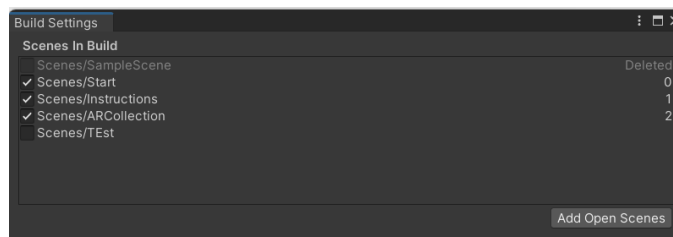


Nota. Ubicación usando como target los carteles presentes en la Laguna de Limpiopungo y en el Museo en el Parque Nacional Cotopaxi

Una vez se haya culminando con las colecciones de realidad aumentada "ARCollection", se debe agregar en la configuraciones de construcción "Build Settings" para posteriormente poder generar el instalador, tal y cómo se muestra en la figura 73.

Figura 73

Configuraciones de Build Settings

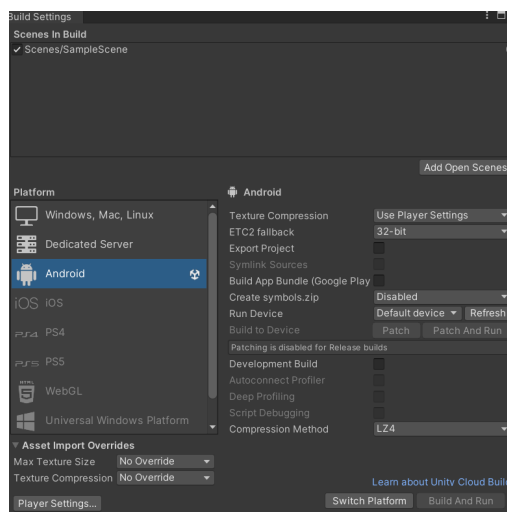


Nota. Escenas del aplicativo listas para compilarlas

Es necesario generar el instalador para que pueda ser ejecutado en cualquier dispositivo móvil para generar el primer aplicativo. Para lo cuál es necesario realizar los siguientes cambios, en primer lugar se tiene que cambiar de plataforma, debido a que Unity trabaja por defecto con aplicaciones para PC, por consiguiente, es necesario cambiar a la plataforma Android, este proceso se realiza en las configuraciones de construcción o Build Settings como se muestra en la figura 74.

Figura 74

Build Setting del programa

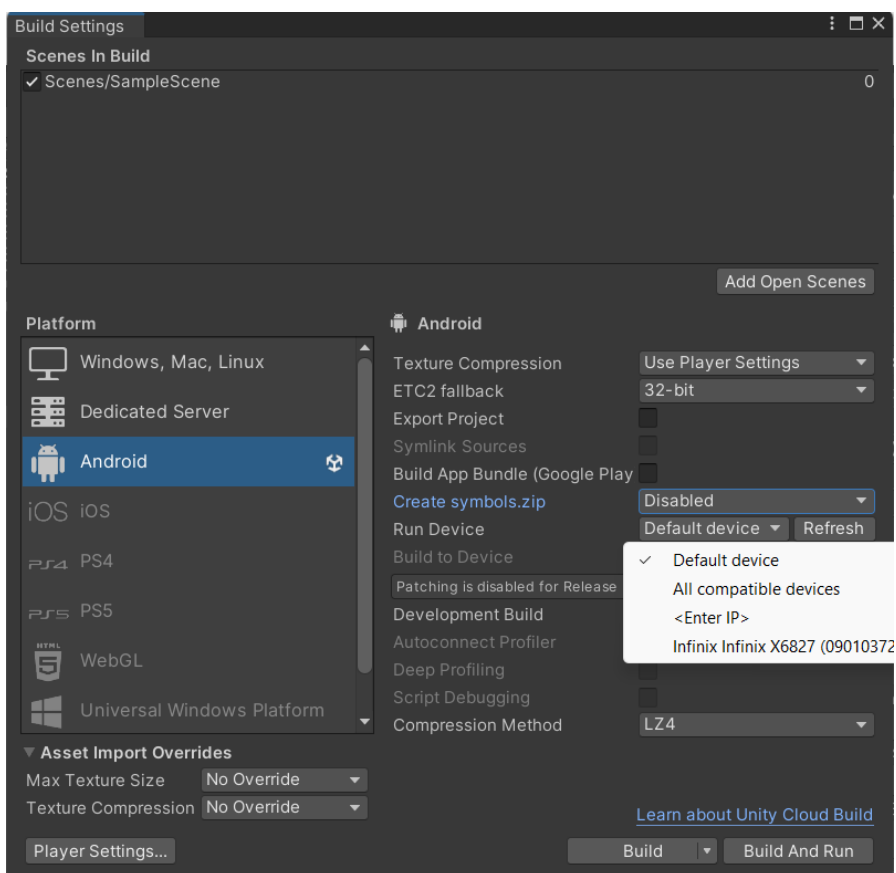


Nota. Configuraciones previas para la construcción del aplicativo.

Una vez cambiada la plataforma deberemos añadir la presente escena con nuestros modelos 3D para poder construir el .apk de nuestra aplicación, se puede construir para cualquier dispositivo android y probarlo con un emulador en el pc o a su vez se puede conectar algún dispositivo para poder construir el aplicativo móvil directamente en el dispositivo android conectado, la opción se escoge en “Run Device” como se muestra en la figura 75.

Figura 75

Dispositivo de ejecución



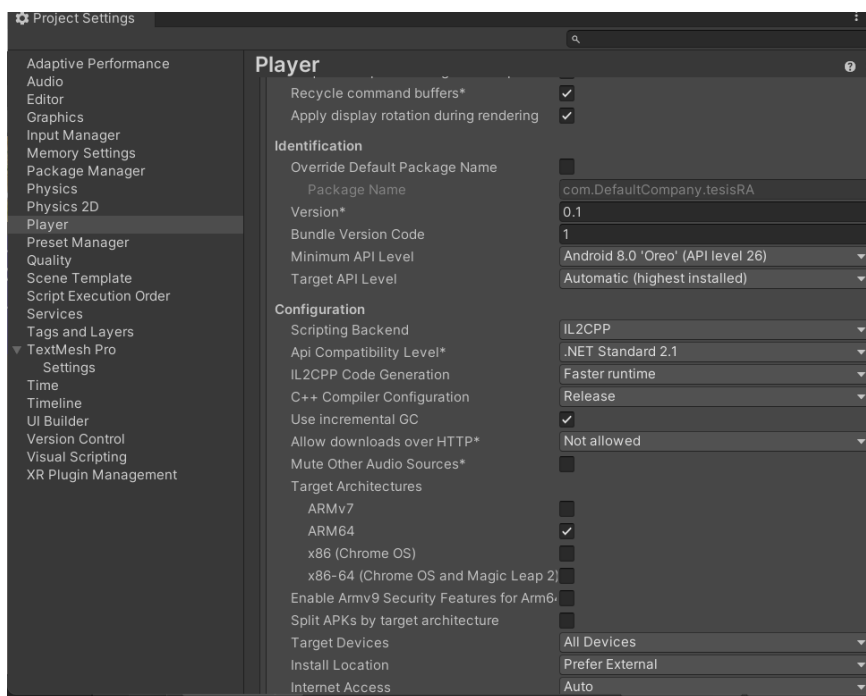
Nota. Selección del destino y tipo de archivo que será fabricado

Una vez seleccionado el dispositivo deberemos escoger las configuraciones de construcción del APK (Android Application Package) en la configuración de jugador (Player Settings), para después modificar dos características esenciales con el objetivo de mantener el

aplicativo funcional en cualquier dispositivo android, una de las características a tener en cuenta es la versión mínima permitida por vuforia actualmente, a día de hoy, la última versión permitida es Android 8.0 Oreo (API level 26), esta versión se colocará en las configuraciones del jugador, la segunda opción a modificarse es el Scripting Backend, este será modificado a “IL2CPP” que nos permitirá desbloquear las arquitecturas de destino o target architectures del aplicativo en donde podemos eliminar para desmarcar la arquitectura ARMv7 y dejar la versión ARM64 como se muestra en la figura 76.

Figura 76

Selección de versiones ARM



Nota. Es importante seleccionar las versiones correctas del motor de realidad aumentada ya que los dispositivos desactualizados no cuentan con nuevas tecnologías en torno a estas tecnologías.

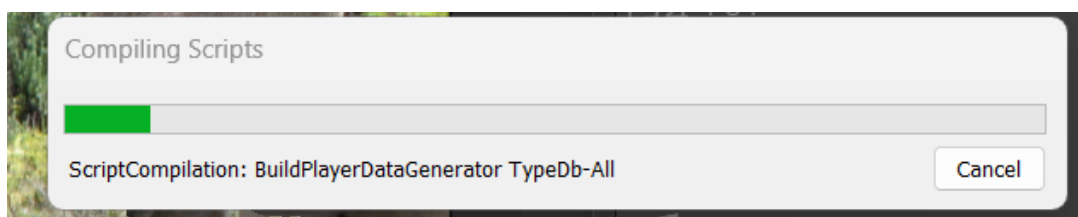
Una vez que se realizaron todas la configuraciones anteriormente mencionadas, es importante tomar en cuenta que el dispositivo a la cual se va a construir se encuentre

correctamente seleccionado para finalmente realizar la construcción del aplicativo móvil, este proceso se realiza con el botón Build and Run para que se pueda ejecutar el .apk.

Como se muestra a continuación en la figura, se observa una barra de progreso la cual indica que el aplicativo está siendo construido, es importante tener en cuenta que en este proceso pueden aparecer errores o inconvenientes inesperados.

Figura 77

Construcción del archivo .apk



Nota. En esta sección es importante poner suma atención en la construcción debido a posibles errores que presente.

De esta manera se obtiene una aplicación móvil que permite utilizar realidad aumentada dentro de entornos naturales protegidos sin alterar sus áreas y proporcionando un conocimiento detallado acerca de la biodiversidad propia del sitio, interactuando con ella para observar a detalle sus características.

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- En esta investigación, se ha realizado el desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada en áreas protegidas del Parque Nacional Cotopaxi, respaldando la hipótesis a cerca del aumento de conocimiento de la flora y fauna local, así como la interacción de los visitantes con los entornos virtuales inmersivos en los entornos reales del sitio.
- El uso de Blender para el modelado de objetos tridimensionales permite crear representaciones realistas de la biodiversidad presente en el parque, contribuyendo a una experiencia diferente y enriquecedora para los usuarios. La elección de Unity y Vuforia para la implementación de la Realidad Aumentada demostró ser acertada, ya que permite una detección precisa de elementos visuales y una interacción fluida con los entornos virtuales.
- Una característica distintiva de la aplicación es su capacidad para operar dentro de todas las limitaciones que genera un entorno real en áreas protegidas como el Parque Nacional Cotopaxi para operar en modo offline, lo que asegura que los visitantes puedan acceder a la experiencia de la Realidad Aumentada sin restricciones de conectividad. Esto respalda la idea de que la tecnología puede ser utilizada de manera efectiva en áreas remotas y áreas protegidas, como el Parque Nacional Cotopaxi, para educar y enriquecer la experiencia turística. La investigación y el desarrollo de la aplicación respaldan la idea de que la Realidad Aumentada puede jugar un papel significativo en la mejora de la experiencia turística y el conocimiento de la biodiversidad en lugares protegidos como el Parque Nacional Cotopaxi.

- La combinación de herramientas como Blender, Unity y Vuforia ha demostrado ser una estrategia eficaz para lograr este objetivo y abre la puerta a futuros desarrollos en contextos similares.

Recomendaciones

- **Diversificación de Contenido:** El contenido de AR debe abarcar una amplia variedad de especies de flora y fauna presentes en el Parque Nacional Cotopaxi. Esto garantizará que los usuarios tengan una experiencia completa y enriquecedora al explorar la biodiversidad del área protegida.
- **Interacción Educativa:** Incorpora elementos interactivos en la aplicación que permitan a los usuarios obtener información educativa adicional sobre las especies que se observan. Esto podría incluir datos sobre hábitats, comportamientos y estado de conservación.
- **Accesibilidad Universal:** La inclusión de opciones de audio y funciones de navegación intuitivas garantizará que todos los visitantes puedan disfrutar plenamente de la experiencia de Realidad Aumentada.

Bibliografía

Blender. (2023). Introducción — Blender Manual. Blender.

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

Callejas Cuervo, M., Quiroga Salamanca, J. G., & Alarcón Aldana, A. C. (2011). AMBIENTE INTERACTIVO PARA VISUALIZAR SITIOS TURÍSTICOS, MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA IMPLEMENTANDO LAYAR. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 21(2), 91–105.

Castillo Gallo, D. F. (2021, November 17). Que es Blender. Portal de Noticias de Tecnología, Ciencia, Android, iOS, Realidad Virtual, Aumentada y Mixta, Videojuegos, Todo Lo Mas Reciente En Tecnología Aquí En Niixer.Com.

<https://niixer.com/index.php/2021/11/16/que-es-blender/>

Cerón Cardona, A., & Bedoya Herrera, P. A. (2014). Manual basico de Unity 3D como apoyo al desarrollo turístico nacional [Tesis, Universidad tecnológica de Pereira].

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/d369858e-76de-40d6-a53d-75dc5657b1c6/content>

Durán, M. (2022, December 12). Qué es SDK, para qué sirve y en qué se diferencia con una API. HubSpot. <https://blog.hubspot.es/website/que-es-sdk>

Estrada Velasco, M. V., Núñez Villacis, J. A., Saltos Chávez, P. R., & Cunuhuay Cuchipe, W. C. (2021). Revisión Sistemática de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 7(4).

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2429>

Fernández Alles, M. T., & Cuadrado Marqués, R. (2014). “El impacto de las nuevas tecnologías en el sector turístico: Aplicación de la realidad aumentada al turismo cultural.”

International Journal of World of Tourism, 1(2), 11–18.

<https://doi.org/10.12795/ijwt.2014.i02.02>

Gómez Peralta, R. A., & Mora Saltos, J. A. (2020). Automatización de proceso de para el manejo de ingreso a cuartos tecnológicos utilizando la herramienta Jira Software, para los edificios principales en Guayaquil, Quito y Cuenca del Banco Guayaquil [Proyecto de Titulación, Universidad de Guayaquil].

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/52640/1/B-CISC-PTG-1891-2021%20G%C3%B3mez%20Peralta%20Ricardo%20Adolfo%20-%20Mora%20Saltos%20Jorge%20Aurelio.pdf>

Historia de las aplicaciones móviles. – arte interactivo. (2018, July 22).

<https://arteint.com/2018/07/22/historia-las-aplicaciones-moviles/>

Imbert-Bouchard Ribera, D., Molina Nayra, L., Martín Piñol Carolina, & Osàcar Marzal Eugeni. (1970). Turismo cultural y apps. Un breve panorama de la situación actual. Her&Mus. Heritage & Museography, 13(0).

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2021). Entradas y Salidas Internacionales.

Obtenido de Registro Estadístico:

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/entradas-y-salidas-internacionales/>

Leiva Olivencia, J. L. (2014). Realidad Aumentada bajo Tecnología Móvil basada en el Contexto Aplicada a Destinos Turísticos [Tesis doctoral, Universidad de Málaga].

https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/7617/TDR_LEIVA_OLIVENCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

López Solórzano, O. E. (2018). Aplicación web móvil para el control de actividades de proyectos de software Jira-Movil [Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala].

<https://core.ac.uk/download/pdf/154906811.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2015). Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Obtenido de Áreas protegidas Región Andes: Parque Nacional Cotopaxi:

<http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/areas-protegidas/parque-nacional-cotopaxi>.

Ministerio del Ambiente. (2021). Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Obtenido de Registro de Visitas Áreas Protegidas:

<http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/reporte-de-visitas#>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). Programas y Servicios. Obtenido de Áreas Protegidas: <https://www.ambiente.gob.ec/areasprotegidas-3>

Ouazzani, I. (2012). Manual de creación de videojuegos con Unity 3D [Tesis, Universidad Carlos III].

https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/16345/PFC_Iman_Ouazzani.pdf?sequence=1

Red Hat. (2023). ¿Qué es un SDK? Red Hat.

<https://www.redhat.com/es/topics/cloud-native-apps/what-is-SDK>

Reyes Leal, C. C., & Benitez Sanchez, J. J. (2020). Desarrollo de una aplicación que utiliza realidad aumentada para indicar sobre el correcto uso de los equipos más utilizados por los estudiantes de los laboratorios de telecomunicaciones ofrecidos por la universidad piloto de colombia [Tesis, Universidad Piloto de Colombia].

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9905/DESARROLLO%20DE%20UNA%20APLICACION%20QUE%20UTILIZA%20REALIDAD%20AUMENTADA%20PARA%20INDICAR%20SOBRE%20EL%20CORRECTO%20USO%20DE%20LOS%20E>

Anexos