

DESARROLLO DE UN AMBIENTE VIRTUAL PARA NIÑOS SOBRE LOS SITIOS
HISTÓRICOS DE LA CIUDAD DE TUNJA

LEIDY PAOLA AMAYA LEYVA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – TUNJA
DIVISIÓN DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS
TUNJA
2015

DESARROLLO DE UN AMBIENTE VIRTUAL PARA NIÑOS SOBRE LOS SITIOS
HISTÓRICOS DE LA CIUDAD DE TUNJA

LEIDY PAOLA AMAYA LEYVA

Trabajo de Grado para optar
Por el título de Ingeniera de Sistemas

DIRECTORA DEL PROYECTO
ING. LUZ SANTAMARÍA GRANADOS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – TUNJA
DIVISIÓN DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS
TUNJA
2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja 01 Junio de 2015

Solamente el autor es responsable de las ideas
y tesis expuestas en este trabajo.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico ante todo a Dios por permitirme vivir y guiarme por el camino más apropiado para mi futuro, a mis padres Marleny Leyva y Luis Torres que con su esfuerzo lograron que hoy en día sea una persona profesional, ya que ellos me dieron todo su amor y apoyo que siempre fue incondicional, gracias por la confianza que me dieron de que si podía cumplir con las metas propuestas a lo largo de este camino.

A mis hermanos Juan Diego y Daniela, porque siempre he contado con ellos para lo que necesite, gracias por la confianza y colaboración que me han brindado.

En general dedico este trabajo a todas las personas que siempre creyeron en mí y que de una u otra manera aportaron con la culminación de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento es para la Universidad Santo Tomás Tunja, en especial a la Facultad de Ingeniería de Sistemas y a los Ingenieros que con su experiencia y conocimiento ofrecido en cada una de las clases, he logrado la terminación de este proyecto.

A mi directora de Proyecto la Ingeniera Luz Santamaría Granados, quien con su dedicación y paciencia a lo largo de la realización del trabajo e culminado con satisfacción cada una de las actividades propuestas en el desarrollo del proyecto. Por ultimo un agradecimiento al Instituto de Cultura y Turismo de Tunja y al Archivo Digital de la Universidad, quien con la atención e información brindada se logró que el proyecto cumpliera con los objetivos propuestos.

CONTENIDO

RESUMEN.....	18
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.1 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACIÓN.....	12
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4 MARCO REFERENCIAL.....	14
4.1 MARCO TEÓRICO.....	14
4.1.1 Realidad virtual.....	14
4.1.2 Ambiente Virtual.....	17
4.1.3 Dispositivos móviles.....	17
4.1.4 Proyectos AVA con tecnología móvil.....	20
4.1.6 Patrimonio histórico y cultural de Tunja.....	26
4.1.7 Didáctica en el aprendizaje.....	29
4.2 MARCO CONCEPTUAL.....	31
4.2.1 Arquitectura del sistema.....	31
4.2.2 Framework de desarrollo para aplicaciones móvil.....	31
4.2.3 Sitios históricos de Tunja.....	32
4.2.3 Herramientas de modelado 3D.....	33
4.3 ESTADO DEL ARTE.....	36
4.3.1 Ambientes virtuales educativos.....	36
4.3.2 Plataformas móviles.....	37
4.3.3 Ambientes virtuales en dispositivos móviles.....	37
4.3.4 Realidad virtual con Unity.....	37
4.3.5 Proyectos de investigación.....	38
5. METODOLOGIA DEL PROYECTO.....	40
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	40
5.1.1 Método de investigación.....	40
5.2 HIPÓTESIS.....	40
5.2.1 Variables.....	40
5.3 POBLACIÓN.....	40
5.4 FUENTES.....	41
5.4.1 Fuentes Primaria.....	41
5.4.2 Fuentes Secundarias.....	41
5.5 INSTRUMENTOS.....	42
5.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	43

6 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	44
6.1 FASE 1 IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS HISTÓRICOS DE TUNJA	44
6.1.1 Etapa 1. Recopilación de documentos de sitios históricos.	44
6.1.2 Etapa 2. Definición sitios históricos que se van a modelar.	44
6.2 FASE 2. EXPLORACIÓN DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS	44
6.2.1 Etapa 1. Estudio comparativo	44
6.2.2 Etapa 2. Definición de plataformas y herramientas.	45
6.3 FASE 3. INGENIERÍA DEL SOFTWARE	45
6.3.1 Etapa 1. Metodología de desarrollo de software.	45
6.3.2 Etapa 2. Análisis de requerimientos	47
6.3.3 Etapa 3. Diseño	48
6.3.4 Etapa 4. Desarrollo	48
6.3.5 Etapa 5. Pruebas	48
6.3.6 Etapa 6. Implantación	49
7. EXPLICACIÓN DE RESULTADOS	51
7.1 FASE 1. IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS HISTÓRICOS DE TUNJA	51
7.2 FASE 2. EXPLORACIÓN DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS	52
7.3 FASE 3. INGENIERÍA DEL SOFTWARE	52
8. CONCLUSIONES	56
9. TRABAJO FUTURO	57
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas de modelamientos	15
Tabla 2: Herramientas de modelamiento	15
Tabla 3: Plataformas móviles.....	19
Tabla 4: Frameworks de desarrollo.....	20
Tabla 5. Modelo en cascada.....	22
Tabla 6. Modelo en Espiral	23
Tabla 7. Modelo SCRUM	23
Tabla 8. Modelo de Prototipos	24
Tabla 9: Fuentes Primarias.....	41
Tabla 10: Fuente Secundarias.....	41
Tabla 11. Características de modelamiento 3D y renderizado	69
Tabla 12. Comparación plataformas móviles.....	71
Tabla 13. Descripción de Herramientas.....	72
Tabla 14. Usuarios del Sistema	75
Tabla 15: Especificación Cosos de Uso Empezar recorrido	76
Tabla 16. Especificación Caso de Uso Seleccionar recorrido.....	76
Tabla 17. Especificación Caso de Uso Recorrer sitio histórico.....	77
Tabla 18. Especificación Caso de Uso Historia	77
Tabla 19. Especificación Caso de uso Ver créditos.....	77
Tabla 20. Especificación Caso de uso Salir de la aplicación	78
Tabla 21. Requerimiento no Funcional Seguridad y control de acceso	78
Tabla 22. Requerimiento no Funcional Mantenibilidad	78
Tabla 23. Requerimiento no Funcional Desempeño.....	79
Tabla 24. Requerimiento no Funcional Confiabilidad, robustez y recuperación	79
Tabla 25. Requerimientos de Interfaz Visualización	79
Tabla 26. Requerimientos de Interfaz Interacción.....	80
Tabla 27. Requerimientos de Interfaz Operación.....	80
Tabla 28. Requerimientos de Implementación Lenguaje	81
Tabla 29: Tamaños del Logo	86
Tabla 30. Comps.....	90
Tabla 31 Assets importados	116
Tabla 32: Funcionalidad.....	121
Tabla 33: Confiabilidad	122
Tabla 34: Usabilidad	122
Tabla 35: Eficiencia.....	123
Tabla 36: Portabilidad.....	123
Tabla 37: Mantenibilidad.....	123
Tabla 38 Checklist de Navegación.....	125
Tabla 39 Checklist de Contenido	125
Tabla 40. Checklist de seguridad.....	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Aplicación Macrosomas 3D	20
Figura 2: Aplicación Easy Anatomy	21
Figura 3: Quiz. Juego de Geografía	21
Figura 4: Aplicación México Vity GPS 3D	22
Figura 5: Casa del Fundador	26
Figura 6: Casa del Estribaldo Real Don Juan de Vargas	27
Figura 7: Plaza de Bolívar.....	27
Figura 8: El Mono de la Pila	28
Figura 9: Paredón de los Mártires.....	28
Figura 10: Los cojines de zaque	29
Figura 11: Pozo de Hunzahúa	29
Figura 12: Arquitectura del sistema	31
Figura 13: Blender	34
Figura 14: Unity.....	35
Figura 15: Fases de la investigación.....	43
Figura 16. Metodología SCRUM y VRML efectivo	46
Figura 17. Actividades del Proyecto (Product Backlog)	47
Figura 18: Etapas metodología VRML Efectivo	47
Figura 19 Norma ISO 9126	49
Figura 20. Resultado Encuesta.....	51
Figura 21 Resultado Pozo de Donato	52
Figura 22 Resultado Pozo de Donato	53
Figura 23. Resultado Paredón de los Mártires.....	53
Figura 24 Directora Instituto de Cultura y Turismo de Tunja.....	54
Figura 25. Registro Fotográfico.....	55
Figura 26: Mapa de la ubicación de los sitios históricos	62
Figura 27 Delimitación de la Población	63
Figura 28 Formulario Sitios Históricos de Tunja	64
Figura 29: Resultados Estadísticos pregunta 1	65
Figura 30: Resultados Estadísticos pregunta 2	65
Figura 31: Resultados Estadísticos pregunta 3	65
Figura 32: Resultados Estadísticos pregunta 4	66
Figura 33: Resultados Estadísticos pregunta 5	67
Figura 34: Resultados Estadísticos pregunta 6	67
Figura 35: Resultados Estadísticos pregunta 7	68
Figura 36: UV Mapping	70
Figura 37: Integración Unity/Android.....	73
Figura 38. Diagrama de Casos de uso	75
Figura 40 Diagrama de Secuencia.....	81
Figura 41 Sprints del Proyecto.....	82
Figura 42: Roles para el desarrollo del Proyecto	83
Figura 43: Tareas del Proyecto.....	85
Figura 44: Logo.....	85

Figura 45: Wireframe Menú	87
Figura 46: Wireframe Seleccionar Recorrido	87
Figura 47 Wireframe Historia	88
Figura 48: Wireframe Créditos	88
Figura 49: Imagen Sitios Históricos	89
Figura 50: Tareas Pila del Mono	91
Figura 51: Pila del Mono	93
Figura 53: Fuente Pila del Mono	93
Figura 52: Mono de la Pila	94
Figura 54. Diseño en Blender Mono	94
Figura 55: Diseño en Blender Fuente Pila del Mono.....	95
Figura 56: Diseño en Blender Plazoleta.....	95
Figura 57: Diseño en Blender otros Objetos	96
Figura 58 Diseño Final en Blender Pila del Mono	96
Figura 59 Tareas Pozo de Donato	98
Figura 60: Imágenes Pozo de Donato	100
Figura 61 Diseño en Blender Plano Pozo de Donato.....	101
Figura 62 Diseño en Blender Casa Pozo de Donato	101
Figura 63 Diseño en Blender Choza Pozo de Donato	102
Figura 64 Diseño en Blender Estatuas en Piedra Pozo de Donato.....	102
Figura 65 Diseño en Blender Objetos Pozo de Donato	103
Figura 66. Diseño en Blender Muro	103
Figura 67 Diseño en Blender Pozo de Donato.....	104
Figura 68 Tareas Paredón de los Mártires.....	105
Figura 69 Paredón de los Mártires.....	107
Figura 70 Monumentos Paredón de los Mártires	107
Figura 71. Casas Paredón de los Mártires.....	108
Figura 72. Diseño en Blender Casas Paredón de los Mártires	108
Figura 73 Diseño en Blender Terreno Paredón de los Mártires	109
Figura 74 Diseño en Blender Paredón de los Mártires	109
Figura 75 Diseño en Blender Piedra Paredón de los Mártires	110
Figura 76 Diseño en Blender Monumento Paredón de los Mártires.....	110
Figura 77 Diseño Blender Paredón de los Mártires	111
Figura 78: Configuraciones Unity para Android	113
Figura 79: Logos en Unity	114
Figura 80: Navegación de las Escenas.....	115
Figura 81 Ambientes virtuales Integrados a Unity.....	117
Figura 82. Script Menú.....	119
Figura 83 Script triggers.....	120
Figura 84. Resultado pruebas de Calidad.....	124
Figura 85 Instalación Aplicación	127
Figura 86 Pantalla Menú	127
Figura 87 Pantalla Seleccionar Recorrido.....	128
Figura 88 Pantalla Menú Recorrido Sitio Histórico.....	129
Figura 89 Uso de los Joystick	129

Figura 90 Pantalla Un poco de Historia 130
Figura 91 Pantalla Créditos 130

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A DEFINICIÓN DE SITIOS HISTÓRICOS	62
ANEXO B PLATAFORMAS	69
ANEXO C ANÁLISIS DE REQUISITOS.....	74
ANEXO D SPRINTS	82
ANEXO E PRUEBAS.....	121
ANEXO E MANUAL DEL USUARIO.....	1217

RESUMEN

El presente trabajo es para dar la posibilidad de que los niños conozcan de manera interactiva algunos de los sitios históricos de la ciudad de Tunja, dando la oportunidad de desarrollar un ambiente virtual para dispositivos móviles con plataforma Android, que muestre en 3D algunos de estos lugares.

En la ciudad de Tunja se encuentra un valioso patrimonio histórico y cultural donde los sitios históricos son de gran importancia y que para los niños el tema no es fácil de aprender puesto que les parece aburrido o encuentran mucha información difícil de entender, causando su desmotivación y el no deseo de aprender. Otro factor en contra es que debido a no tener una información sobre estos lugares o porque algunos turistas consideran a Tunja una ciudad de paso, la historia de Tunja pasa a segundo plano. Para hacer posible que esto cambie se requiere de estrategias tecnológicas que permitan promocionar tales sitios. En la actualidad se encuentran diferentes maneras para realizar una interacción con los diferentes sitios históricos, en esta ocasión se desarrolla una aplicación, modelando en 3D los sitios históricos más emblemáticos de la ciudad.

La metodología de investigación con la que cuenta el proyecto se basa en tres fases: En la primera fase se identifican los sitios históricos que se van a modelar realizando una recopilación de los documentos con los que cuenta la ciudad, también se cuenta con la colaboración del Instituto de Cultura y Turismo de la ciudad de Tunja quienes con entrevistas y encuestas ayudan a la determinación de los tres lugares más importantes y emblemáticos. Otro factor importante para la selección de los sitios históricos que se van a modelar es tener una definición detallada de los objetos con los que cuenta el entorno virtual y que las técnicas de modelado se ajusten a los sitios seleccionados. En este caso la Pila del Mono, el Pozo de Donato y el Paredón de los Mártires.

Como segunda fase se establece una exploración de las plataformas tecnológicas más adecuadas para el modelamiento en 3D, se realiza un estudio de las herramientas y plataformas que existen. Con un estudio comparativo de las diferentes plataformas y herramientas que se encuentran para el desarrollo del ambiente virtual, se definen las herramientas utilizadas como Unity y Blender, ya que son las herramientas que mejor se adaptan al desarrollo del proyecto.

En la tercera fase se tiene la Ingeniería de Software, donde se desarrolla el proceso de construcción del proyecto, en ella se describen las metodologías con las que se ejecuta y desarrolla el proyecto, tanto la metodología ágil de desarrollo de software SCRUM, como la metodología VRML efectivo para el diseño y modelamiento en 3D.

Como resultados y con la colaboración de la Secretaria de Cultura y Turismo de la ciudad de Tunja se seleccionaron los sitios históricos más emblemáticos de la ciudad, por medio de un cuestionario y entrevistas realizadas. Se diagnosticó las plataformas móviles para el desarrollo de aplicaciones con realidad virtual y se realizó el ambiente virtual para niños sobre estos lugares. Por último y gracias al semillero de investigación de Realidad Virtual y Videojuegos del grupo GIDINT, se dio a conocer el proyecto en el XIII encuentro regional de semilleros REDCOLSI.

ABSTRACT

The present work is to give the possibility for children to learn interactively some of the historical sites in Tunja city, giving the opportunity to develop a virtual environment for mobile devices with Android platform, 3D display some of these places.

In Tunja city is a valuable historical and cultural heritage where historic sites are of great importance and that for children the issue is not easy to learn because they feel bored or find much information difficult to understand, which makes them become unmotivated and unwilling to learn. Another negative factor is that due to not having information about these places or because some tourists consider passing a Tunja city, Tunja history fades into the background and it is not taken into account as important for the city. To do possible this is required technological strategies to promote such sites. At present there are different ways for interaction with different historical sites, this time an application is developed, 3D modeling the most iconic city landmarks.

The research methodology that counts the project is based on three phases: In the first phase historic sites to be modeled by performing a collection of documents with which the city is identified, it also has the support of Institute of culture and Tourism of the city of Tunja who interviews and surveys help determine the three most important landmarks. Another important factor for the selection of historic sites to be modeled is to have a detailed definition of the objects are there in the virtual environment and modeling techniques meet the selected sites. In this case the stack of monkey, the Pozo de Donato and the wall of the Martyrs.

As a second phase exploration of most suitable for 3D modeling technology platforms is established, a study of the tools and platforms that are performed. A comparative study of different platforms and tools found in the development of virtual environment tools used as Unity and Blender defined as are the tools best suited to the development of the project.

The third phase is the Software Engineering, where the process of construction of the project is developed, its methodologies with which it runs are described and developing the project, both the agile development methodology SCRUM software as the methodology VRML effective design and 3D modeling.

As a result and with the collaboration of the Ministry of Culture and Tourism of the city of Tunja the main historical sites in the city were selected through a questionnaire and interviews. A mobile platform for developing applications with virtual reality was diagnosed and the virtual environment for children on these sites was performed. Finally, thanks to seed researched and Virtual Reality Games of GIDINT group, unveiled the project seed XIII REDCOLSI regional meeting.

INTRODUCCIÓN

Tunja capital de Boyacá, conocida como la ciudad de tesoros escondidos cuenta con un gran patrimonio histórico, en el cual se encuentran varios escenarios que son de gran importancia para la ciudad, como la Pila del Mono, el Pozo de Donato y Paredón de los Mártires, donde muchos de los niños no conocen su historia que por muchos años ha tenido la ciudadanía tunjana.

Hoy en día los dispositivos móviles han tomado gran fuerza en la sociedad, tanto que el Ministerio de Tecnología de la Información y las Comunicaciones entregó en los diferentes colegios de Tunja tabletas que ayudan al crecimiento tecnológico de la ciudad (MinTIC, 2013); siendo así, los niños contarán con un ambiente virtual en 3D de la Pila del Mono, el Pozo de Donato y Paredón de los Mártires para dispositivos Android donde les permita conocer y explorar los diferentes sitios históricos, además de obtener información importante de cada uno de ellos, también cada niño podrá conocer acerca de la importancia histórica que tiene su ciudad de manera interactiva.

En el documento se encuentra información sobre la descripción del problema que identifica el por qué construir un ambiente virtual para niños sobre los sitios históricos, los objetivos del proyecto que conceptualizan las metas que se tienen y se define un marco referencial donde se fundamenta teóricamente el soporte de la realización del proyecto.

Para este proyecto, se cuenta con la colaboración de la Secretaria de Cultura y Turismo de la ciudad de Tunja, quien brindó la información de cada uno de los sitios históricos. Para el desarrollo del proyecto se implementaron fases donde se realiza una recopilación de documentos de los diferentes sitios históricos que existen, para así establecer cuáles son los más apropiados en el modelamiento en 3D. En segunda instancia se hace una exploración de las plataformas tecnológicas sobre los dispositivos móviles para identificar la más adecuada en la realización del ambiente virtual y por último se encuentra el desarrollo del proyecto donde se implementa la metodología de desarrollo del software.

Como aportes del desarrollo del proyecto, se da la posibilidad de que la sociedad ya sea de niños o de adultos tengan una mayor interés por la historia de la ciudad de Tunja, teniendo un ambiente virtual de cada uno de los lugares más emblemáticos de la ciudad donde de forma interactiva pueden visualizar estos sitios para así ayudar al Instituto de Cultura y Turismo de la ciudad de Tunja en promover la cultura e historia a la que muchos están ignorando por falta de conocimiento. Por otra parte a nivel educativo la aplicación facilita llamar la atención del usuario gracias al mundo virtual donde encuentra una motivación y atracción por el lugar.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tunja cuenta con un valioso patrimonio histórico y cultural donde se encuentran sitios que son de gran importancia para la ciudad y no son conocidos por las personas y mucho menos por los niños, ya sea por la falta de información o porque el tema no les interesa, otro factor importante es que debido a que los turistas consideran a Tunja “ciudad de paso” porque su verdadero destino son otros municipios como Villa de Leyva, Paipa, Chiquinquirá, entre otros. El Instituto de Cultura y Turismo de Tunja requiere de estrategias tecnológicas que le permitan promocionar los sitios históricos de la ciudad, estrategias que ayuden al conocimiento de estos lugares tan importantes y que de una u otra forma hacen parte del patrimonio histórico.

Se sabe que para los niños la historia no es un tema fácil de aprender puesto que les parece aburrido o encuentran mucha información difícil de entender, lo que hace que se desmotiven y no tengan la actitud de querer aprender. Hay diferentes maneras para aprender sobre historia y que para los niños sea más divertida, una de ellas es que puedan interactuar directamente con los sitios históricos que se desarrollan para que así tengan una mayor motivación de aprendizaje, como con temas de realidad virtual donde se desarrollan ambientes en 3D que dan a conocer de forma interactiva los distintos escenarios que se realizan.

Con el gran auge que tiene la tecnología, se facilita en la educación ambientes que son adecuados para la enseñanza de los niños, ya que atraen la atención de cada uno de ellos, dando la posibilidad de que vean de forma diferente los escenarios que se presentan. Teniendo en cuenta que hoy en día los dispositivos móviles ofrecen ventajas para el desarrollo en 3D, se desarrolla un ambiente virtual que esté dirigido a niños para que cada uno tenga la posibilidad de conocer de forma interactiva los diferentes sitios históricos de la ciudad de Tunja.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo desarrollar un ambiente virtual interactivo que permita a los niños conocer los sitios históricos más emblemáticos de la ciudad de Tunja?

1.1 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los sitios históricos más emblemáticos de la ciudad de Tunja y que puedan ser modelados en 3D?

¿Qué plataformas de realidad virtual existen para el desarrollo en dispositivos móviles?

¿Cómo desarrollar escenarios virtuales que funcionen en dispositivos móviles?

2. JUSTIFICACIÓN

En la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Santo Tomás, el tema de realidad virtual ha tenido un gran progreso al desarrollar diferentes proyectos que han generado un gran impacto, teniendo en cuenta que hoy en día la tecnología es fundamental en la formación de los niños, implementar recursos tecnológicos que incorporen herramientas que desarrollen estrategias de enseñanza como la utilización de dispositivos móviles y así dar un buen uso de estos, creando aplicaciones que ayuden al conocimiento y buen desarrollo de los niños.

Ellos se benefician al mejorar el aprendizaje y les da la oportunidad de tener un acercamiento con la tecnología dando un uso adecuado de las tabletas, donde se resalta el compromiso de la industria de Tecnologías de Información y de las Universidades en contribuir a desarrollar contenidos digitales educativos para motivar a los niños en los procesos de enseñanza y aprendizaje en distintas áreas del conocimiento. Siendo tan importante la historia que tiene la ciudad de Tunja, se da la posibilidad de crear un ambiente virtual para dispositivos móviles que muestre de forma interactiva los diferentes sitios históricos, donde se da a conocer con un recorrido cada uno de los sitios más importantes con su respectiva información acerca de su historia, para facilitar el aprendizaje y enseñanza de cada uno de los niños. Con la realización de este proyecto, los niños tendrán la posibilidad de tener una forma diferente de aprender sobre historia, interactuando directamente con cada uno de los sitios históricos. Como trabajo futuro se puede desarrollar ambientes virtuales que fomenten el turismo de la ciudad para tener un amplio conocimiento sobre la historia y cultura de Tunja.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un ambiente virtual para niños, sobre los sitios históricos de la ciudad de Tunja

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los sitios históricos más emblemáticos de Tunja que puedan ser modelados en escenarios virtuales.

Determinar las plataformas de realidad virtual sobre dispositivos móviles más adecuadas con el diseño de este tipo de escenarios.

Desarrollar el ambiente virtual de los escenarios históricos de Tunja que sea funcional con dispositivos móviles.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 Realidad virtual. Se establece un conjunto de técnicas que aproximan la visualización de objetos y acciones en tres dimensiones de forma que tenga un parecido con la realidad y este sea interactivo para que le permita al usuario moverse dentro del espacio tridimensional a través de un computador. En la actualidad, la Realidad Virtual ha tomado gran acogida ya que se aplica más allá de los videojuegos a campos tan importantes como la medicina. El entorno de Realidad Virtual permite una visión de 360 grados, para que todos los usuarios puedan ver desde cualquier punto de vista lo que se encuentra dentro de un ambiente, proporcionando una representación de cualquier circunstancia imaginable, que no se distinga del mundo real (Rua & Alvito, 2011).

Un ambiente virtual es una simulación que se realiza por medio de un computador, donde la información se integra en una secuencia de imágenes y el usuario no puede intervenir, estos ambientes virtuales son tridimensionales y dinámicos, con la posibilidad de explorar y experimentar de acuerdo a las situaciones generadas en la interacción con el mundo virtual (Narciso, Hernández, & Moreno, 2004).

- Tipos de realidad virtual. Según (Rua & Alvito, 2011) En la realidad virtual se destacan dos tipos de realidad virtual, que básicamente se diferencian en la participación que tienen los usuarios. A continuación se describe cada uno de los tipos:
 - Inmerso: Está unido a un ambiente tridimensional creado por computadoras, en el cual el usuario a través de cascos, guantes u otros dispositivos pueden tener interactividad con el mundo, capturan la posición y rotación de diferentes partes del cuerpo humano.
 - No inmerso: Es donde el usuario a través de una ventana del monitor puede interactuar en tiempo real con diferentes personas en espacios y ambientes que en realidad no existen, donde encontramos que es de bajo costo con respecto al Inmerso ya que se utilizan dispositivos como el teclado y el ratón.
- Técnicas de modelamientos. El modelado tridimensional se establece para crear elementos para juegos digitales, los mejores modeladores tienen un buen uso de estas técnicas para optimizar el proceso de renderizado y la aplicación de efectos dinámicos y ambientales (Thompson, 2009). En la

Tabla 1 se relacionan las técnicas de modelamiento más utilizadas para la construcción de objetos tridimensionales.

Tabla 1: Técnicas de modelamientos

Modelado Poligonal	Es el modelado en 3D más fácil de comprender ya que contiene maneras sencillas de modelar, con tres vértices conectados por tres lados que son los necesarios para formar una cara.
Modelado NURB	Se trata de otro método para definir vértices y lados. Los NURB son un desarrollo de las curvas de Bézier que ofrece una manera de describir y de formar curvas complejas mediante puntos de control que dictan como se dobla la curva.
Subdivisión de superficies	Es un refinamiento del modelado NURB Las se subdividen apare de una sencilla malla poligonal para crear una superficie más compleja. La técnica de subdividir ayuda a producir secuencias animadas de gran detalle.

Fuente: el autor basado en (Thompson, 2009)

- Herramientas de modelamiento. Son herramientas que permiten la construcción de objetos en 3D, estas herramientas facilitan desarrollar un diseño rápido y real que hacen que sea un modelado con gran calidad. Existen muchas herramientas que pueden ser descaradas gratuitamente, donde se encuentran algunos de los paquetes más utilizados. (Thompson, 2009). En la tabla 2 se relacionan algunas de ellas.

Tabla 2: Herramientas de modelamiento

3D Studio Max	Es de gran calidad y posee todas las funciones que se esperan encontrar contando con el apoyo de desarrolladores que crean varios plugins y así añadir más funciones. Es un paquete caro pero tiene excelente reputación
----------------------	--

Maya	Es un paquete de gran calidad muy utilizado para la realización de videojuegos, de animaciones, de cine y televisión. El precio de Maya es caro pero existe un Maya Personal Learning Edition, cuya descarga es gratuita en Autodesk.
Lightwave	Existe hace varios años, es utilizado para la generación de secuencias por ordenador en muchas películas.
ZBrush	Es un paquete interesante ya que permite pintar en tres dimensiones. La interfaz del programa permite al usuario generar formas en 3D con herramientas especiales.
Blender	Es de modelado de código abierto, cuenta con muchas de las funciones que tienen los productos que son pagos, la interfaz de usuario es un poco difícil de manejar pero tiene un rápido desarrollo
Wings 3D	Es un paquete de modelado de código abierto orientado al desarrollo de modelos de baja poligonalización, es de fácil manejo y cuenta con un gran apoyo en internet
<u>Milkshape 3D</u>	Es un programa gratuito principalmente para crear contenidos para modificaciones de juegos.
Unity	Es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Windows y OS X, y permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Wii, Wii U, iPad, iPhone y Android (Smit & Queiroz, 2013).

Fuente: El autor basado en (Thompson, 2009)

4.1.2 Ambiente Virtual. La realidad virtual describe una forma de interacción que hay entre el hombre y el computador. Los ambientes virtuales son lugares donde se experimenta nuevas realidades, donde encontramos diferentes objetos que podemos ver y manejar. La mayoría de estos ambientes son utilizados para la educación ya que el trabajo que hay entre los profesores y los estudiantes ayuda al desarrollo de nuevas experiencias de aprendizaje (Zapatero Guillén & Moreno Sáez, 2008).se encuentran 3 tipos de ambiente virtual descritos a continuación.

- **Multimedial.** Los objetos tienen movimiento, donde solo vemos su exploración de manera no interactiva.
- **2D.** Son objetos bidimensionales que no tienen profundidad solo un ancho y largo donde observamos los objetos planos.
- **3D.** Son objetos en tres dimensiones que tienen profundidad y movimiento, nos permite realizar tareas que son irreales.
- **Proyectos.** Se han desarrollados varios proyectos, entre ellos se tiene un ambiente virtual de la escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de los Andes donde se realiza un recorrido virtual por todas sus instalaciones (Gradecki, 1995). Para la construcción de este ambiente virtual se utilizó el modelo del proceso del reloj, utilizándose para su implementación, un conjunto de herramientas tales como 3D Studio Max, Anima3D, Java3D y el lenguaje para ambientes virtuales VRML. (Narciso, Hernández, & Moreno, 2004)

4.1.3 Dispositivos móviles. Los dispositivos como teléfonos inteligentes o tabletas han incrementado en los últimos años. En la actualidad tienen incorporado componentes de hardware y software que amplía y diversifica su función inicial, estos dispositivos están equipados con cámaras integradas, pantalla táctil, dispositivos de memoria extraíble y localizador GPS que hacen que la interacción con el dispositivo se más eficiente y agradable, desde el punto de vista del software puede incorporar aplicaciones como programas ofimáticos, reproductores de audio y vídeo, organizadores, videojuegos y navegadores web (PCWORLD, 2010). Aunque en la mayoría de los dispositivos están basados en pantallas táctiles en 2D, la interacción basada en cámara abre una nueva forma de que sean manipulados en 3D. En el mercado se encuentran tipos de dispositivos móviles como Smartphone, teléfonos móviles, y tabletas que son el futuro en acceso a la web y que hoy en día se convierten en auténticos aparatos multiusos (Roldan Lopez, 2012).

Con esta nueva tecnología estos dispositivos ofrecen posibilidades para el aprendizaje, donde los profesores tienen la oportunidad de explorar un nuevo

mundo, La tecnología móvil simplemente ha convertido en omnipresente, donde la gente usa el dispositivo móvil como la columna vertebral de su consumo diario de los medios, y la mayoría de las personas ya los utiliza para la escuela, universidad o trabajo, independientemente de si se les permite. (Aberdour, 2013).

- Tipos de Dispositivos móviles. En la actualidad se encuentran diferentes tipos de dispositivos móviles entre ellos según (McWherter & Gowell, 2012) se encuentran:
 - PDAs. (Personal Digital Assitant), es una computadora diseñada para llevar en la mano, las características que tiene es que es moderna, con pantalla sensible al tacto y con conexión a internet.
 - Teléfonos móviles. Dispositivo inalámbrico con su principal función de comunicación por voz, y con el paso del tiempo se añadieron más funciones como mensajería instantánea, cámara fotográfica, juegos entre otros.
 - Smartphones o teléfonos inteligentes. Se distinguen por la pantalla táctil, cuentan con sistema operativo y con conectividad a internet.
 - Características de los dispositivos móviles. Se encuentran diversas características en el mundo de los dispositivos móviles, donde se relacionan algunos de los elementos de carácter general (Arroyo, 2011).
 - Visualización: Hacen llegar al usuario los contenidos, donde se observa la profundidad, el color y el tamaño de la pantalla.
 - Interacción: Los elementos que se encuentran son aquellos que permiten la comunicación que hay con el dispositivo como el teclado, el aumento de tamaño de visualización y la interacción a través de la voz.
 - Conectividad: una de las características más importantes de los dispositivos es la navegación donde la mayoría tiene WiFi para conectarse y permitir la navegación o dispositivos con plan de datos donde no requieren un punto de acceso, sino que es completamente independiente.
- Plataformas móviles. Las plataformas que se utilizan en los dispositivos móviles son las encargadas de dar servicios y de gestionar la interfaz de usuario, estos dispositivos móviles requieren de estas plataformas para que se adapten a las necesidades del usuario. En la tabla 3 se relaciona las plataformas más utilizadas en los dispositivos móviles (Zechner, 2011).

Tabla 3: Plataformas móviles.

Plataformas	Descripción
Android	Es una plataforma desarrollada por Google para dispositivos móviles, permitiendo solo el desarrollo de software en el lenguaje Java. En término gráficos android soporta OpenGL ES que es la librería para diseños en 3D.
iOS	Es de Apple el cual inicialmente fue diseñado para el iPhone, su interfaz de usuario se distingue por usar pantalla multitouch. El modelo iPhone 3G incorpora un procesador gráfico 3D PowerVR MBX, y soporta la especificación 1.1 de OpenGL ES.
Windows Phone	Desarrollado por Microsoft, el cual ha desarrollado 8 versiones. Se puede programar mediante la librería grafica de Microsoft y direct3D Mobile.
BlackBerry OS	Desarrollado por Research In Motion para BlackBerry. Su sistema permite la realización de multitareas, servicio de mensajería instantánea a través del sistema de PIN.
Symbian	Fue fabricado luego de la alianza de varias empresas del sector como Nokia, Samsung, Sony Ericsson, LG, Motorola, Lenovo. Estos dispositivos pueden programarse con M3G y OpenGL ES

Fuente: El autor basado en (Zechner, 2011)

- Frameworks de desarrollo. Los Frameworks son componentes del software creados por otros desarrolladores y que pueden ser integrados al proyecto que se esté realizando como lo son las librerías. En la tabla 4 se relacionan los diferentes Frameworks que son usados por las plataformas más utilizadas.

Tabla 4: Frameworks de desarrollo.

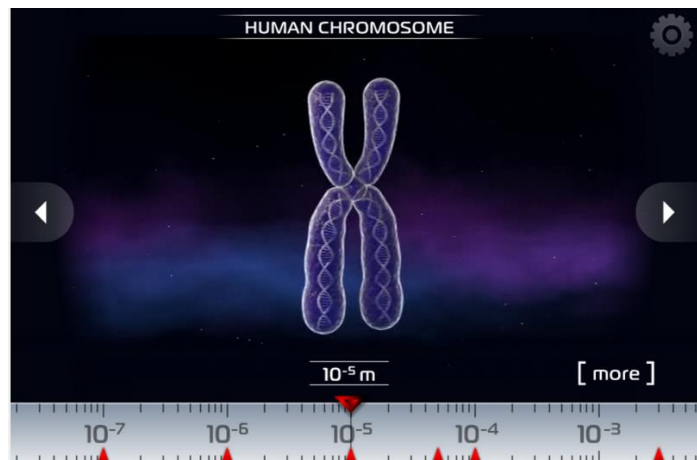
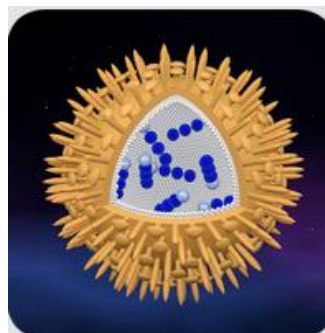
	Android	iOS	Windows Phone	BlackBerry OS	Symbian
Look	X				
MonoTouch		X			
Titanium	X	X	X	X	X
SenchaTouch	X	X			
PhoneGap	X	X		X	X
Query Mobile	X	X	X	X	X
JQPad		X			
Rhodes	X	X	X	X	X

Fuente: El autor basado en (Zechner, 2011)

4.1.4 Proyectos AVA con tecnología móvil. En la tienda virtual de android se encuentran varios proyectos en 3D que ayudan al aprendizaje de las personas mediante dispositivos móviles:

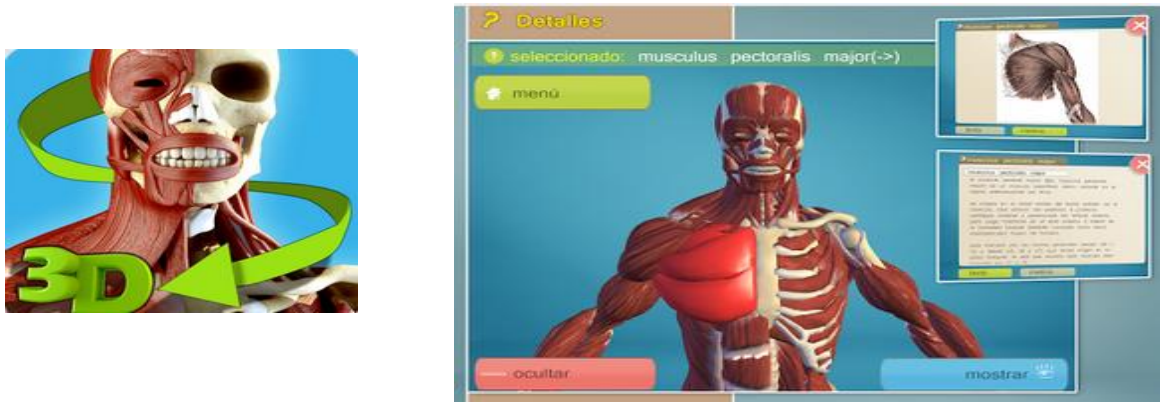
- Ciencia – Macrosomas 3D: Recrea en 3D cada uno de los modelos del universo como planetas, satélites, estrellas, galaxias y nebulosa. Está dirigida a alumnos y estudiantes y personas que les guste la astronomía. Figura 1 (Google Play, 2014).

Figura 1: Aplicación Macrosomas 3D



- Easy Anatomy: Es una manera fácil e interactiva para comprender la anatomía humana. Visualiza los músculos y huesos en 3D con ayuda de gráficos 2D. Figura 2 (Google Play, 2014).

Figura 2: Aplicación Easy Anatomy



- Quiz: Juego de geografía: es un juego de para obtener nuevos conocimientos por medio de concursos y carreras. Figura 3 (Google Play, 2014).

Figura 3: Quiz. Juego de Geografía



- México City Calle GPS ver 3D: Es un rack de folleto virtual de los viajes y lugares de Turismo del área metropolitana de la ciudad de México (Google Play, 2014).

Figura 4: Aplicación México Vity GPS 3D



4.1.5 Metodologías de desarrollo

Como primera instancia se hace una búsqueda de las metodologías de software que se utilizan para planificar y controlar el proceso de desarrollo del proyecto

En las siguientes tablas se relacionan algunas de las diferentes metodologías para el desarrollo de software.

Tabla 5. Modelo en cascada

<p>Modelo en cascada</p>	<p>Se da un enfoque secuencial, así el desarrollo del software. Trabaja perfectamente para los proyectos en los cuales los requisitos del proyecto se encuentran ya definidos claramente y no necesiten modificaciones (Velázquez Camacho, 2013).</p>
---------------------------------	---

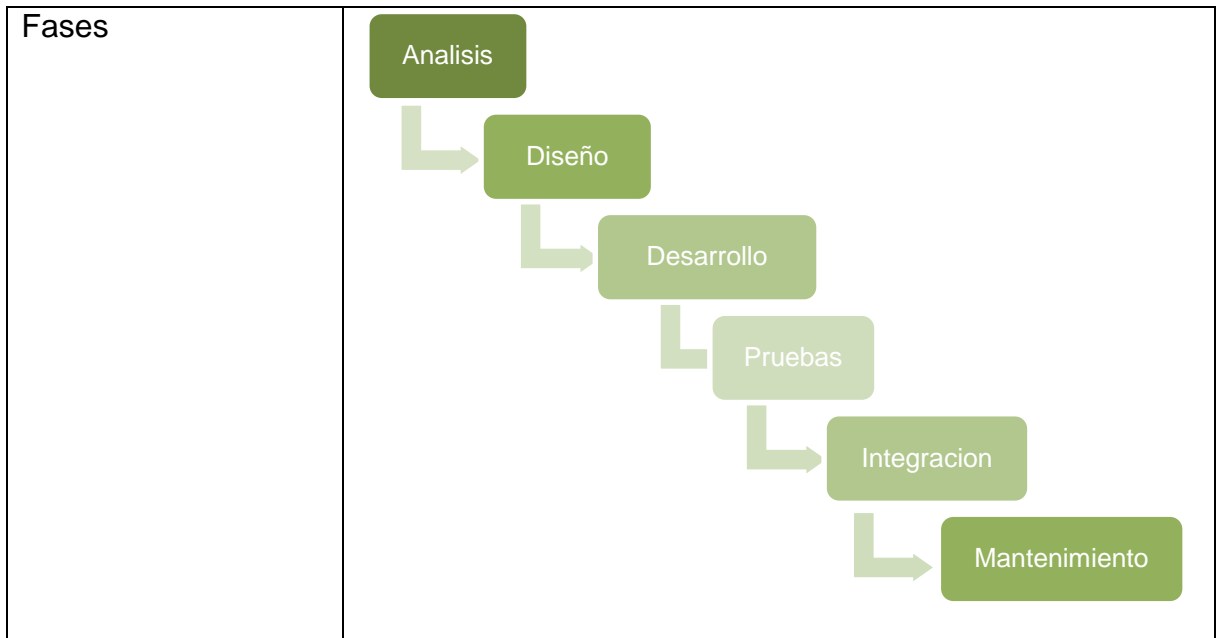


Tabla 6. Modelo en Espiral

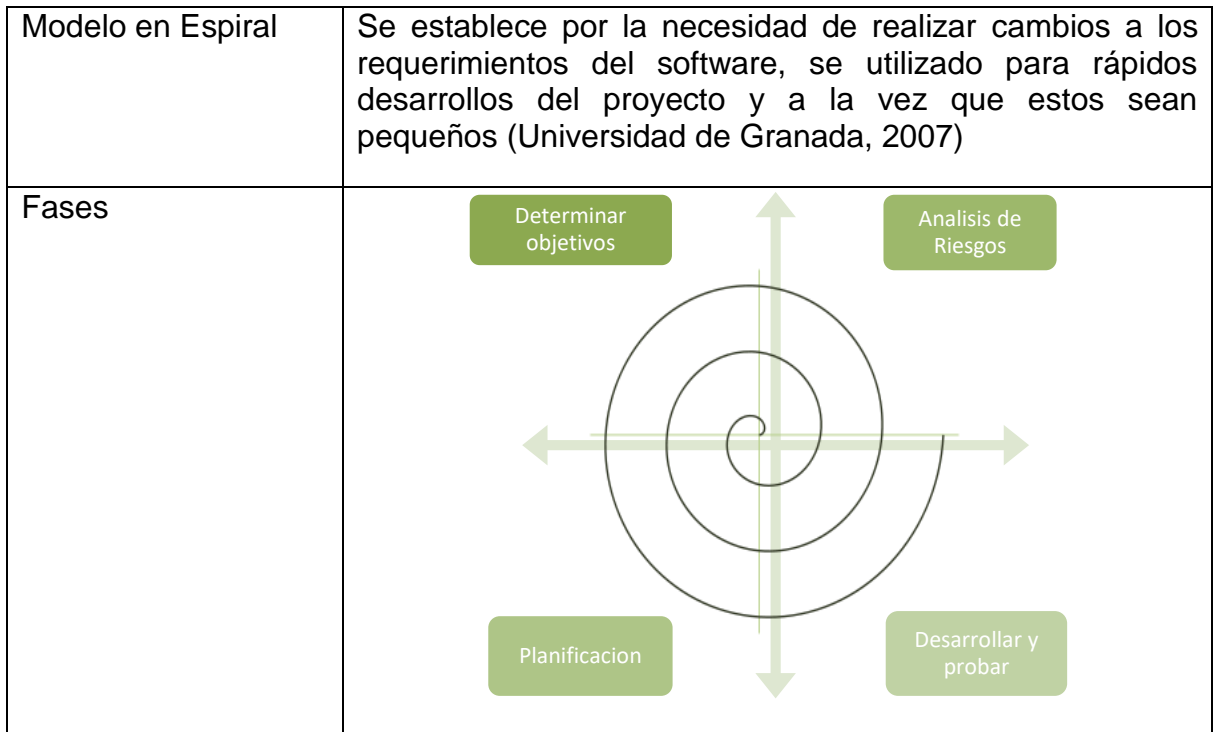


Tabla 7. Modelo SCRUM

<p>Modelo SCRUM (Scrum, 2013)</p>	<p>Esta metodología es ágil, basada en un proceso iterativo e incremental, donde se están realizando entregables de manera regular para así tener un seguimiento del desarrollo del proyecto (Blankenship, Bussa, & Millett, 2011).</p>
<p>Fases</p>	<p>El diagrama ilustra el proceso SCRUM. Comienza con un bloque 'Requisitos' que apunta hacia abajo a un bloque 'Tareas'. Una flecha horizontal apunta de 'Tareas' a un bloque 'Entregable', con la palabra 'Iteraciones' debajo de ella. Encima de esta flecha hay dos círculos concéntricos: el exterior está etiquetado como 'Reunión Mensual' y el interior como 'Reunión Diaria', indicando ciclos de retroalimentación durante el desarrollo iterativo.</p>

Tabla 8. Modelo de Prototipos

<p>Modelo de Prototipos</p>	<p>En esta metodología el cliente participa en el desarrollo del proyecto</p>
	<p>El diagrama muestra un ciclo iterativo de desarrollo de prototipos. Comienza con 'Inicio' que apunta a un bloque 'Requisitos'. Una flecha apunta de 'Requisitos' a 'Diseño', luego a 'Construcción de Prototipo', y finalmente a 'Evaluación del Prototipo'. Desde 'Evaluación del Prototipo', una flecha apunta a 'Refinamiento del Prototipo', que a su vez apunta a 'Fin' y 'Producto'. Una flecha también apunta de 'Producto' de vuelta a 'Requisitos', completando el ciclo iterativo.</p>

- Metodologías ágiles para el desarrollo de software móvil. En las metodologías ágiles para el desarrollo de software son revisadas en la literatura durante la última década. El desarrollo de aplicaciones móviles difiere del desarrollo de software tradicional en muchos aspectos, lo que provoca que las metodologías usadas para estos entornos también difieran de las del software clásico. Esto es porque el software móvil tiene que satisfacer una serie de requerimientos y condicionantes que lo hace más complejo entre ellas (Blanco, Camarero, Fumero, & Wertersk, 2009) da a conocer las siguientes:
 - Canal radio: consideraciones tales como la disponibilidad, las desconexiones, la variabilidad del ancho de banda, la heterogeneidad de redes o los riesgos de seguridad han de tenerse especialmente en cuenta en este entorno de comunicaciones móviles.
 - Movilidad: influyen consideraciones como la migración de direcciones, alta latencia debido a cambio de estación base.
 - Portabilidad: la portabilidad de los dispositivos implica una serie de limitaciones físicas directamente relacionadas con el factor de forma de los mismos, como el tamaño de las pantallas o del teclado, limitando también el número de teclas y su disposición.
 - Fragmentación de la industria: la existencia de una considerable variedad de estándares, protocolos y tecnologías de red diferentes añaden complejidad al escenario del desarrollo móvil.
 - Capacidades limitadas de los terminales: se incluyen factores como la baja potencia de cálculo o gráfica, los riesgos en la integridad de datos, las interfaces de usuario poco funcionales, la baja capacidad de almacenamiento, la duración de las baterías o la dificultad para el uso de periféricos en movilidad.
 - Diseño: desde el punto de vista del desarrollo, el diseño multitarea y la interrupción de tareas es clave para el éxito de las aplicaciones de escritorio; pero la oportunidad y frecuencia de éstas es mucho mayor que en el software tradicional, debido al entorno móvil que manejan, complicando la limitación de estos dispositivos.
 - Usabilidad: las necesidades específicas de amplios y variados grupos de usuarios, combinados con la diversidad de plataformas tecnológicas y dispositivos, hacen que el diseño para todos se convierta en un requisito que genera una complejidad creciente difícil de acotar.

- Time-to-market: en un sector con un dinamismo propio, dentro de una industria en pleno cambio, los requisitos que se imponen en términos de tiempo de lanzamiento son muy estrictos y añaden no poca dificultad en la gestión de los procesos de desarrollo.

4.1.6 Patrimonio histórico y cultural de Tunja. La ciudad de Tunja es la capital del departamento de Boyacá, fundada por Gonzalo Suárez Rendón en 1539, Tunja conserva, como legado histórico, construcciones de la época, donde es posible encontrar templos, conventos y casas, que mezclan estilos góticos, isabelinos, románticos, mudéjares y barrocos. En dichas piezas arquitectónicas se destaca la influencia del mestizaje, en el cual se refleja la flora y la fauna de la región. Los símbolos con los que cuenta son el escudo Armas de Tunja, escudo heráldico de forma hispano-francesa cuartelado en cruz y escudete triangulado de punta. (Gobernación De Boyacá, 2013).

La ciudad de Tunja a recibidos diferentes nombres como TCHUNZA era el nombre que daban los Chibchas al Cacicato de los Zaques, cuyo extenso territorio comprendía los pueblos de Hunza en donde se encontraba el cercado de Quimuinza, capital sede del Zaque, Ramiriquí, Turmequé, Tibaná, Somondoco, Lenguzaque, Tuta, Motavita, Sora y otros pueblos pequeños.

- Sitios históricos. La ciudad de Tunja cuenta con una gran historia donde se encuentran sitios históricos de importancia para la ciudad.
- Casa del Fundador: Propiedad de Gonzalo Suarez Rendón, es una casona estilo colonial, actualmente funciona la sede del gobierno local y el museo de historia boyacense

Figura 5: Casa del Fundador



- Casa del Estrihaldo Real Don Juan de Vargas: Es una mansión de estilo mudéjar con jardín andaluz colombiana ubicada en el Centro Histórico de Tunja, Boyacá y utilizada como sede del Museo Colonial de la ciudad

Figura 6: Casa del Estrihaldo Real Don Juan de Vargas



- Plaza de Bolívar: Es la plaza principal de la ciudad de Tunja. Está ubicada en el centro de la ciudad.

Figura 7: Plaza de Bolívar



- El Mono de la Pila: También conocida como el Mono de la Pila, donde el Mono representa el Dios del silencio situado en el Centro Histórico de Tunja, fue el lugar donde los habitantes de la ciudad se proveyeron del agua de esta pila pública

Figura 8: El Mono de la Pila



- Paredón de los Mártires: Ubicado en el Norte del Bosque de la República, construido en homenaje a los próceres que perdieron la vida, durante la época de la reconquista española.

Figura 9: Paredón de los Mártires



- Los cojines de zaque: Donde los antiguos indígenas tenían su lugar de adoración al sol.

Figura 10: Los cojines de zaque



- Pozo de Hunzahúa: Hoy en día llamado Pozo de Donato, es un parque y museo arqueológico de la cultura muisca.

Figura 11: Pozo de Hunzahúa



4.1.7 Didáctica en el aprendizaje. Para un planteamiento didáctico adecuado se deben tener en cuenta pasos como:

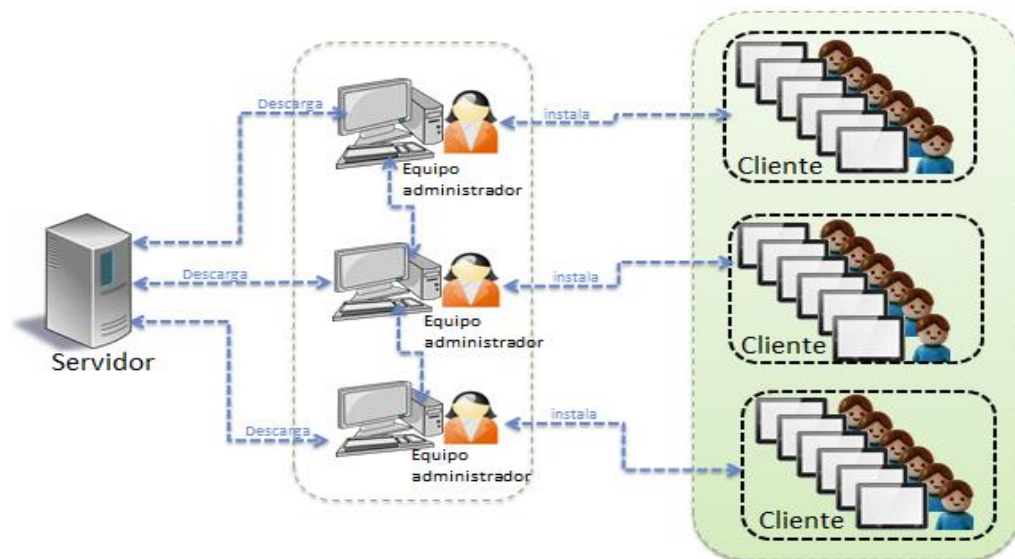
Determinar los objetivos, seleccionar los contenidos secuenciarlos correctamente, determinar qué actividades son las más adecuadas en cada momento del proceso educativo, que actividades hay que prever para ampliación y refuerzo, y, por último, establecer los criterios y estrategias que se tienen para una evaluación.

- Estrategias para la enseñanza de historia. Para una buena enseñanza sobre historia se debe tener en cuenta los siguientes aspectos. (Prats, 2001)
 - Exponer lo más importante de un hecho histórico.
 - Sintetizar las informaciones complejas para tener una explicación coherente y equilibrada.
 - Para lograr la comprensión de la historia, explicar las consecuencias que se derivan de las acciones humanas en un determinado hecho.
 - Para comprender los hechos y situarlos en su contexto es necesario saber ubicar los acontecimientos.
 - Que los niños adquieran una comprensión extensa.
 - Seleccionar la información relevante.
 - Es importante que para los que a los niños la historia no sea una serie de datos que deben aprenderse de memoria. Es más interesante que comprendan el tema que se está explicando.

4.2 MARCO CONCEPTUAL

4.2.1 Arquitectura del sistema. Se realiza una estructura conceptual del sistema desde el punto de vista del diseño que se va a desarrollar, donde el servidor sincroniza las imágenes, controla la colisión de las imágenes y hace la comunicación con los clientes que visualiza el mundo virtual. El cliente se comunica con el servidor. A continuación se muestra el diseño correspondiente al desarrollo del ambiente virtual. En la figura 12 se muestra la arquitectura cliente servidor del sistema propuesto en el proyecto.

Figura 12: Arquitectura del sistema



4.2.2 Framework de desarrollo para aplicaciones móvil. Unity es la herramienta para el desarrollo de aplicaciones móviles ya que es la más utilizada para el desarrollo en dispositivos móviles con Android. Por su fácil manejo y la calidad que tiene a la hora del desarrollo en 3D, con su gran motor que tiene, se realizan buenos rendimientos, donde también incluye diferentes herramientas de optimización para obtener mejores resultados. Especificación que debe tener el equipo (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2012).

- Computador con Windows: XP en adelante, Tarjeta gráfica con DirectX 9.
- Unity Versión 4.3
- SDK (Software Development Kit), es un kit de desarrollo de software. Con él podremos desarrollar aplicaciones y ejecutar un emulador del sistema Android de la versión que sea. Todas las aplicaciones Android se desarrollan en lenguaje Java con este kit.

4.2.3 Sitios históricos de Tunja. La ciudad Tunja cuenta con un diseño arquitectónico original donde se refleja una muestra del renacimiento más rico de la época hispánica, donde cuenta con una gran cantidad de sitios históricos que cuentan los diferentes acontecimientos que sucedieron en cada uno de estos lugares (Prats, 2001). Para la realización del proyecto solo se tendrán en cuenta tres sitios históricos en los que se encuentran los siguientes:

- Pozo de Hunzahúa. Una de las lagunas sagradas de los Muisca en Tunja y que hoy es supervivencia de este pueblo aborigen, fue la de Hunzahúa. Llamada también POZO DE DONATO, nombre que recibió en la época colonial como recurso del fracasado intento de desagüe que hizo el capitán español Jerónimo Donato de Rojas en el siglo XVII. Es una pequeña laguna con fuentes friáticas, cuyas aguas corren profundas en el subsuelo de Tunja y cuyos orígenes primigenios se pierden en el tiempo y en las supervivencias míticas y arqueológicas (López Ocampo, 1997).
 - Características. Se encuentra una laguna de aguas frías y profundas bordeada en piedra. A su alrededor se hallan senderos en piedra, bohíos y algunas de las columnas del legendario templo solar de Goranchacha, Monolitos que datan de la época precolombina. Los bohíos conservan los diseños arquitectónicos de las comunidades al igual que algunos objetos encontrados. En el islote se encuentra una réplica en miniatura del parque en conjunto
 - Ubicación. Se encuentra localizada hacia el norte de la ciudad de Tunja, en los predios de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Pila del Mono. Esta plazoleta resguarda uno de los tesoros más significativos de Tunja, una Pila del siglo XVI, que señala la cotidianidad de la sociedad de aquella época y las transformaciones de la ciudad ante los cambios surgidos por la Independencia y la Modernidad.

La Pila del Mono o también conocida como el Mono de la Pila. Este monumento se levantó en la plaza principal y por tres siglos, fue el lugar donde los habitantes de la ciudad se proveyeron del agua de esta pila pública, proveniente de las veredas Barón Germania y Tras del Alto. El Mono representa el Dios del silencio. Tiene el dedo índice derecho sobre los labios, indicándoles a las aguadoras de abstenerse de conversar

- Ubicación. Situado en el Centro Histórico de Tunja

- Paredón de Los Mártires. Uno de los monumentos históricos de Tunja que es testimonio en especial, del Régimen del Terror en la guerra de Independencia en el Nuevo Reino de Granada. consta del muro original en adobe donde fueron asesinados los Gobernadores de la Provincia de Tunja: José Cayetano Vásquez, Juan Nepomuceno Niño, Joaquín Camacho y el Teniente Coronel José Ramón Lineros el 29 de noviembre de 1816, declarados culpables de la revolución en contra del régimen español.

Los hechos sucedieron un día de mercado, en el cual se celebró un desfile popular que cruzó por la Iglesia de San Laureano llevando consigo a los mártires, que fueron obligados a arrodillarse para recibir la absolución. Sus restos mortales fueron enterrados en una fosa común en la Iglesia de San Laureano y después llevados a la Catedral de Tunja. En honor a ellos se encuentra una inscripción que dice: "Eternamente vive quien muere por la patria".

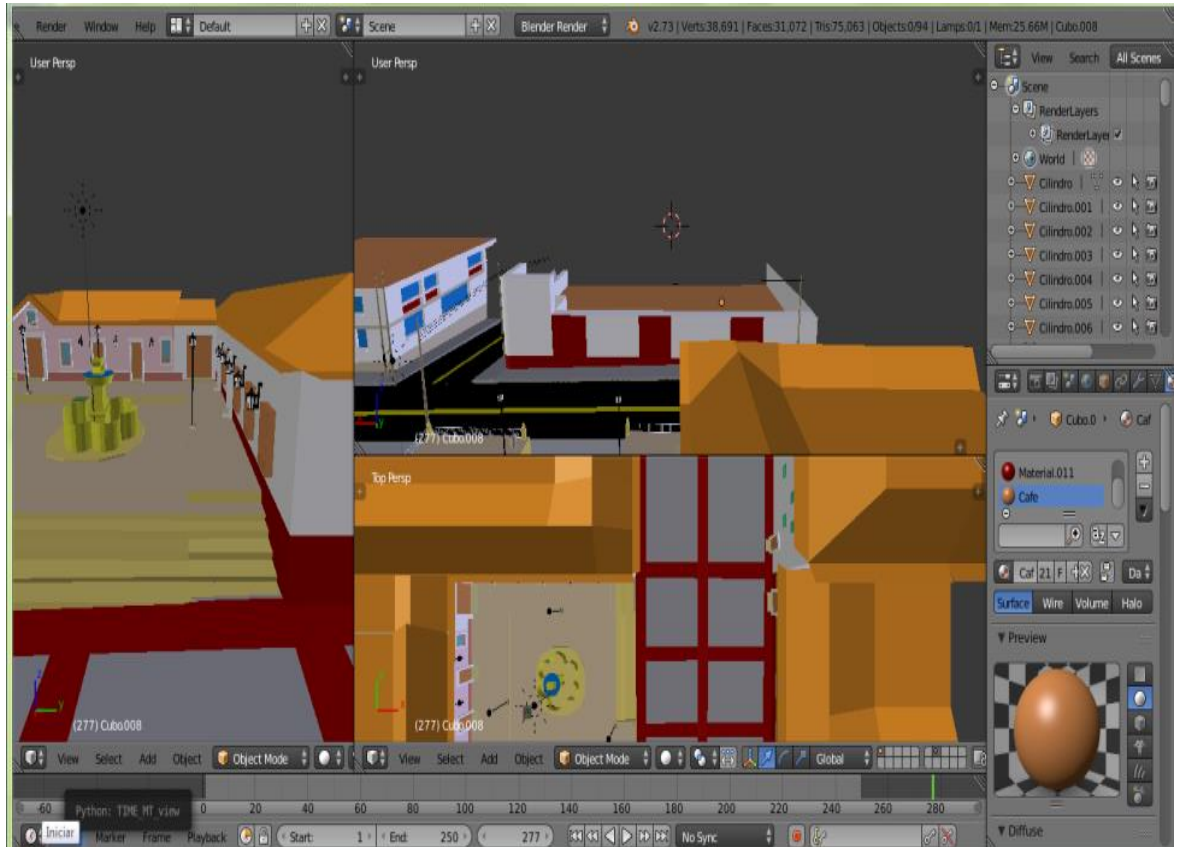
- Ubicación. Se encuentra ubicado en el costado norte del Bosque de la República.

4.2.3 Herramientas de modelado 3D. Para la realización del ambiente virtual se tienen en cuenta las siguientes herramientas

- Blender: Es una herramienta que lleva a cabo una amplia gama de tareas en 3D que proporciona un amplio espectro de modelado, texturizado, iluminación, animación y funcionalidad, gracias a su arquitectura abierta también proporciona interoperabilidad entre las diferentes plataformas donde su contenido es de código abierto y está disponible en sistemas operativos bajo la licencia Pública General de GNU (Flavell, 2010) . Blender está diseñado para representar, escenas 3D, mediante motores gráficos, los cuales pueden ser de varios tipos. Blender trae por defecto tres motores gráficos de pre-renderizado y uno de tiempo real pero además de esos motores gráficos, Blender facilita la creación de un flujo de trabajo con otros externos. Para ello se pueden exportar las escenas a esos otros motores. Pero también existen añadidos que permiten trabajar en Blender usando esos motores como si estuviesen integrados en Blender. (Fisher, 2014)

En la figura 13 de arquitectura de blender se evidencia los modelos en 3D.

Figura 13: Blender



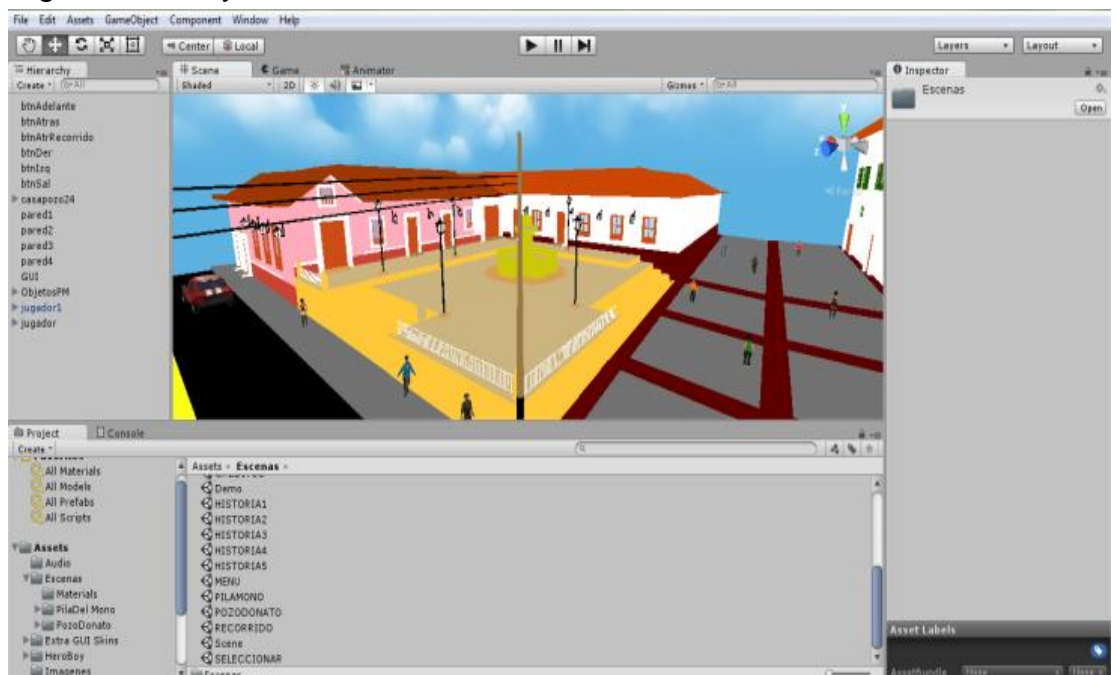
Fuente: el autor herramienta Blender

Para la creación de Juegos Blender permite crearlos las funciones justas como: la capacidad de puerto sus modelos a cualquier motor de juego de terceros, crear o codificar su propia lógica del juego y soporte para todos OpenGL entre ellos según (Blender, 2013) se encuentran:

- Interfaz. Es el medio de interacción entre el usuario y blender, teniendo comunicación con el teclado y el mouse.
- Modelado. Se utiliza para crear una superficie que imita la forma de un objeto del mundo real, donde cada objeto tiene diferentes formas y tamaños y que se realizan con las diferentes herramientas de Blender.
- Iluminación. El iluminado es algo muy importante dentro de una escena ya que si es utilizado adecuadamente las convertir en algo muy real, cuando la escena no tiene una buena iluminación no tendrá buenos resultados.

- Materiales. En Blender los materiales pueden tener diferentes texturas que muestran de lo que está hecho el objeto.
 - Texturas. Es un método para agregar detalles a cada una de las superficies de los objetos.
 - Aparejos. Se utilizan para transformar un personaje, con métodos que permiten el desplazamiento de malla, con complementos especializados que crean cambios y deformaciones en estos personajes.
 - Animación. Son cambios en el tiempo sobre una escena, en blender estos cambios se guardan en keys, que son la marca de tiempo de algún estado, posición o configuración.
- Unity. Es un ambiente de desarrollo integrado utilizado para la creación de juegos y ambientes virtuales en 3D, se destaca por soportar múltiples plataformas y por la facilidad de uso donde los proyectos realizados por Unity se pueden ejecutar en consolas y sistemas operativos tales como Windows, Mac, Xbox 360, PlayStation 3, Wii, iPhone/iPad, Android, Chrome, Flash y Linux (Smit & Queiroz, 2013). Unity figura 14, consta de dos elementos principales: un editor para el desarrollo y diseño de contenidos y un motor de juego, los cuales permite que desde el mismo editor se puedan realizar acciones que invocan al motor de juego (Unity, 2013).

Figura 14: Unity



Fuente: el autor herramienta Unity

Unity es adorado en la industria de los juegos por la profundidad y calidad de sus optimizaciones y la velocidad y eficacia de sus flujos de trabajo, lo

cual permite a los usuarios de Unity producir contenido de alta gama en forma rápida.

- Renderizado. Soporta la API de gráficos DirectX 11, con shaders de cómputo que dan la capacidad de utilizar la GPU como CPU paralelo. Para obtener shaders más complejos se utiliza Shader Model 5.0, que añade más detalles a los modelos del mundo virtual que de esta realizando.
- Iluminación: Unity integra la herramienta Beast, que convierte las luces en texturas para obtener un gran rendimiento, donde añadir detalles y matices a cada una de las escenas es rápido y facilita la transición visual entre los objetos a distancias cercanas y lejanas.
- Efectos especiales. Unity cuenta con miles de efectos que transforman un juego en un producto refinado y muy pulido. Los destellos Bloom y Lens mejoran drásticamente la apariencia de la escena, los rayos de sol crean dispersión de luz radial y los Efectos de Profundidad o Campo agregan un frente o un fondo desenfocado.
- Audio. Unity proporciona grandes herramientas para escenas resonantes, donde se crea un audio con FMOD, una de las bibliotecas más usadas del mundo y juegos de herramientas para la creación y reproducción de audio interactivo.
- Materiales: Para importar y trabajar con materiales en Unity, se puede utilizar materiales creados con paquetes y así generar modelos 3D y configurarlos como activos reusables. Unity da la posibilidad de crear sus materiales o elegir entre los 100 shaders pre-construidos.
- Terrenos: En Unity se encuentra herramientas que permiten tallar, elevar y bajar los terrenos extensos y montañosos, donde los paisajes se verán vivos y realistas sin afectar en rendimiento.

4.3 ESTADO DEL ARTE

4.3.1 Ambientes virtuales educativos. La aplicación de nuevas tecnologías en la educación es cada vez más habitual, ya que están adecuadas para la enseñanza, facilitando llamar la atención del estudiante que tiene la posibilidad de interactuar completamente con el ambiente virtual. Lo que se busca es que el estudiante que se encuentra en un mundo inmerso al mundo virtual tenga la motivación y atracción de interactuar en los mundos virtuales. Los ambientes virtuales llevan aproximadamente quince años en estudio y Bricken y Byrne fueron quienes

empezaron a hacer los primeros experimentos, mostrando resultados positivos, donde los estudiantes aprendieron fácilmente y de manera motivada (García Ruiz, 2008). Siendo la realidad virtual un buen recurso para que los profesores motiven a los estudiantes y ellos concentren su atención dentro de un entorno a través de gráficos 3D, en donde los estudiantes interactúen con los objetos realizados, creando una experiencia única.

4.3.2 Plataformas móviles. El mercado de teléfonos inteligentes está creciendo a un ritmo notable, las personas que utilizan el teléfono inteligente van aumentando en el mundo. En la actualidad hay una gran cantidad de aplicaciones para teléfonos inteligentes, por lo tanto, varias plataformas móviles han mejorado para satisfacer tales condiciones. Las características en las plataformas móviles abiertas y cerradas en teléfonos de Android e iPhone. Android Utiliza Java para la programación de aplicaciones y C para la programación de librerías. Actualmente cuesta 25\$ (un único pago). Puede instalarse el sdk y paquetes adicionales para los IDEs en los sistemas operativos más utilizados. El iPhone utiliza el lenguaje Objective C. Actualmente cuesta 79€ al año y necesitas disponer de un equipo Mac para la programación, ya que el entorno de desarrollo es Xcode, un programa para OS X. Antes de publicarla hacen un análisis de calidad de la aplicación. (Charaf, 2011).

La seguridad para plataformas móviles como Android, iOS y Symbian, que cada vez son más similares a las plataformas para computadores, donde mediante la instalación de código malicioso como gusanos, troyanos que pueden propagarse fácilmente debido a los avances en los teléfonos inteligentes, están muy vulnerables a estos ataques. (Delac, Silic, & Krolo, 2011).

4.3.3 Ambientes virtuales en dispositivos móviles. Los dispositivos móviles han tenido un avance significativo, donde se han convertido en una pequeña plataforma de trabajo y diversión. Para el desarrollo en 3D en dispositivos móviles en entornos como iOS y Android donde se da a conocer una propuesta de desarrollar directamente en código nativo de cada dispositivo, para así aumentar el rendimiento de la aplicación y permitir crear aplicaciones completas (Gómez, y otros) .

Para dispositivos móviles se encuentran diversos proyectos como Virtual Village diseñado con fines de entretenimiento educativo, con actividades divertidas y planificadas, basados en rompecabezas y estrategia que tiene un motivo subyacente en todo con una mezcla de grupos étnicos y culturales. Otro juego que encontramos es el diseño de las palabras en inglés donde los estudiantes de primaria y secundaria por medio del juego puedan realizar las diferentes actividades se manera muy sencilla (Google Play, 2014).

4.3.4 Realidad virtual con Unity. Unity cuenta con componentes de Realidad virtual que se pueden usar en el aislamiento para así proporcionar experiencias de

realidad virtual totalmente inmersivos. Unity gran motor de videojuego multi-plataforma para la creación de contenido 3D interactivo que incluye una interfaz intuitiva y, al mismo tiempo permite el acceso de bajo nivel para los desarrolladores. A nivel de consumidor de hardware de realidad virtual combinada con Unity han empoderado recientemente aficionados, profesionales y académicos para crear rápidamente aplicaciones de realidad virtual, donde varias empresas de realidad virtual ahora apoyan plenamente el diseño en Unity, donde dan a conocer cómo construir rápidamente aplicaciones de realidad virtual de algunos de los líderes el desarrollo de realidad virtual, con conocimientos suficientes para empezar a construir aplicaciones de realidad virtual. (Jerald, Giokaris, Woodall, Hartbolt, Chandak, & Kuntz, 2014)

Con un gran número de motores de juego que se encuentra para plataformas móviles, donde se utilizan métodos básicos de desarrollo de software, se realiza un enfoque objetivo del diseño basado en el desarrollo de estos motores. Con los resultados obtenidos muestran que el desarrollo de un motor de juego utilizando un enfoque basado en el patrón de diseño proporciona un camino claro para la construcción de cada aspecto del motor con una perspectiva de alto nivel de diseño, siendo Unity un gran motor que cumple estas especificaciones según (Can & Peker, 2011).

Para Aplicaciones de Patrimonio Cultural se han explotado reconstrucciones 3D con el fin de transmitir mejor los contenidos, pero los entornos virtuales necesitan también nuevas soluciones para acceder de forma ágil posible camino. X3DOM, Blender Game Engine y OSG4WEB son tres herramientas diferentes capaces de realizar en línea, visualizaciones móviles y de escritorio, cada uno con ventajas y desventajas. En este artículo ofrecen una visión general de estas herramientas de navegación por medio de algunos estudios de casos con el fin de resaltar mejor los problemas y oportunidades. (Bhawar, Ayer , & Sahasrabudhe, 2013)

4.3.5 Proyectos de investigación. Se han desarrollado diferentes proyectos de investigación para la educación como videojuegos, proyectos de realidad aumentada y 3D, a continuación se mencionan algunos de ellos que tienen relación con historia.

El proyecto Aprender la historia de Singapur en un mundo virtual (Learning Singapore History in a virtual world), es una enseñanza para mejorar el aprendizaje de la Historia de Singapur por alumnos de Primaria. Al entrar en el mundo virtual, los estudiantes interactúan con los personajes históricos y aprenden a través de vídeos de animación, mini-juegos y concursos. Dando a conocer respuestas a las preguntas de ¿Cómo los participantes reaccionan al mundo virtual?, ¿Qué secciones de los materiales virtuales hicieron que encuentran interesante o atractiva?, y ¿Qué aspectos hizo aprendizaje interesante

atractiva? Teniendo como resultado buenos comentarios. (Fang, Tan, & Subramaniam, 2013).

El artículo (Virtual reality in restoration of historic buildings: 3d model projection of the restoration project of Alaca Imaret Câmî with intuitive and interactive application through hyper realism technology) La realidad virtual en la restauración de edificios históricos: modelo de proyección 3D del proyecto de restauración de Alaca Imaret CAMI con aplicación intuitiva e interactiva a través de la tecnología de hiperrealismo, comenta el enfoque hacia la restauración basada en la reconstrucción de la forma original y la función de un religioso monumento, de la Alaca Imaret CAMI al norte de Grecia. El estudio se centra en la investigación diligente del propio monumento, a través de sistemas audiovisuales que permitan la expansión de la restauración virtual e hiperrealista de un espacio virtual. Durante el uso de la aplicación, el visitante puede aprender todo sobre la historia de un monumento, a través de una experiencia interactiva, dando la oportunidad de aprender de una manera más detallada la historia del monumento. (Oudatzi, 2010)

Diseño de exhibiciones museográficas interactivas utilizando la realidad aumentada: tomar imágenes de las piezas arqueológicas, para construir un modelo 3D, tales modelos representan un mundo virtual. Una vez se tienen los objetos virtuales, los usuarios pueden interactuar con ellos como si fueran parte del mundo real (Ramirez, Ramos, Cruz, & Hernandez, 2013)

Viviendo el pasado: modelos 3D, realidad virtual y motores de juego como herramientas para el apoyo a la arqueología y la reconstrucción de los bienes culturales y patrimoniales en el estudio de la villa romana de Casal de Freiria. Museos y sitios históricos que consiste en la visualización y manipulación de objetos arqueológicos, un procedimiento bastante utilizado los museos virtuales. Donde también es conveniente para los proyectos de investigación que tienen por objeto la reconstrucción de edificios y ambientes que han desaparecido hace mucho tiempo (Rua & Alvito, 2011).

5. METODOLOGIA DEL PROYECTO

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se va a implementar es estudio aplicado, ya que se utilizan conocimientos obtenidos en investigaciones sobre realidad virtual en dispositivos móviles.

5.1.1 Método de investigación. El método de investigación que se desarrolla para este proyecto es el de razonamiento deductivo, ya que se encuentran diferentes temas de realidad virtual en dispositivos móviles que ayudan con la información que se necesita para el desarrollo del ambiente virtual.

5.2 HIPÓTESIS

El desarrollo de un ambiente virtual para dispositivos móviles, permitirá a los niños conocer de manera interactiva los sitios históricos más emblemáticos de Tunja.

5.2.1 Variables.

- Usabilidad. La interacción que se tiene en el ambiente virtual, la información que se brinda y los escenarios que se implementarán, satisfacen a los niños que harán el recorrido por los sitios históricos de Tunja.
- Portabilidad. La plataforma en la cual se desarrollará el proyecto es Android ya que es una de las plataformas más utilizadas.
- El número de sitios históricos. Se realiza una investigación sobre que sitios históricos son los más apropiados para el modelamiento en 3D ya que en todos no se pueden hacer recorridos virtuales.

5.3 POBLACIÓN

Niños de la ciudad de Tunja que tengan acceso a un dispositivo móvil para así resalta el compromiso que debe tener la industria de tecnología de información y las universidades de contribuir con contenidos educativos para que los niños tengan procesos de aprendizaje que ayuden al conocimiento en distintas áreas.

5.4 FUENTES

5.4.1 Fuentes Primaria. Las fuentes primarias proporcionan información que ayuda al proceso investigativo del proyecto donde en la tabla 9 se dan a conocer estas fuentes.

Tabla 9: Fuentes Primarias

Fuente	Descripción	Importancia
Secretaría de Turismo y Cultura de Tunja.	Organización gubernamental, que cuenta con toda la información turística y cultural de la ciudad de Tunja.	Es quien nos brinda la información necesaria de cada uno de los sitios históricos que se van a modelar, tanto como los acontecimientos históricos como fotografías.
Aplicaciones didácticas de la realidad virtual al museo pedagógico de arte infantil. Zapatero Guillén, Daniel; Moreno Sáez, Carmen	Es un paseo a tiempo real por el museo durante el cual el usuario puede interactuar con los objetos y al mismo tiempo con una herramienta apta para la docencia y la investigación	La semejanza que tiene con el proyecto a realizar sobre los sitios históricos de Tunja que ayuda al desarrollo del mismo-

5.4.2 Fuentes Secundarias. Las fuentes secundarias son una serie de libros y bases de datos especializadas en los diferentes temas de investigación acerca del proyecto. En la tabla 10 se encuentran los libros y bases de datos consultados.

Tabla 10: Fuente Secundarias.

Libros	Descripción	Importancia
THOMPSON, J. (2009). Videojuegos manual para diseñadores gráficos. Barcelona: Gustavo Gilli.	Libro que cuenta con 'un manual para el diseño de gráficos constituyendo un indicador en el proceso de exploración constante	Conocer los diferentes plataformas de modelamiento en 3D y como realizar los diferentes objetos con un buen diseño.

GRADECKI, J. (1995). Realidad Virtual. Construcción de Proyectos. Madrid: RA-MA.	Describe las diferentes etapas para la construcción de proyectos	El realizar cada etapa del proyecto con un buen manejo de las diferentes etapas que se implementan para así obtener resultados positivos al finalizar el proyecto.
ZECHNER, M. (2011). Desarrollo de juegos Android. Anaya.	Explica el desarrollo de aplicaciones para Android	Identificar las ventajas y desventajas que se tiene al desarrollar para Android.
Blakman, S. (2013) Beginning 3D Game Development with Unity 4	Desarrollo de juegos en Unity	Tener un buen conocimiento en el desarrollo de la principal plataforma en el desarrollo del proyecto
Bases de Datos	Descripción	Importancia
SCOPUS, IEEE Xplore, ScienceDirect y e-libro	Bases de Datos especializadas.	Tener referencias de proyectos ya realizados a partir de ambientes virtuales en dispositivos móviles.

5.5 INSTRUMENTOS

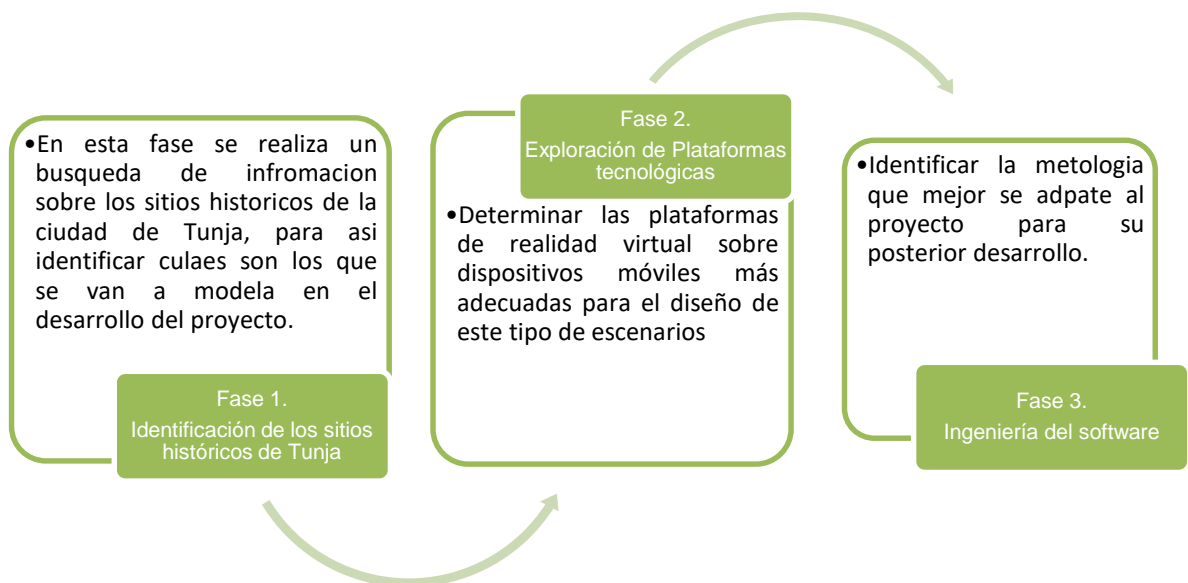
- Observación: Conocer los datos necesarios para la realización del proyecto
- Entrevista: se realiza a personas con conocimiento acerca de la historia de la ciudad de Tunja
- Cuestionario: Hacer un diagnóstico preliminar para conocer la opinión de las personas sobre el desarrollo de aplicaciones interactivas para conocer temas de historia.

- Lista de verificación (checklist): Para la verificación de cada una de las tareas que se realizan

5.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En la figura 15 se establecen las fases para la realización del proyecto.

Figura 15: Fases de la investigación



6 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

6.1 FASE 1 IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS HISTÓRICOS DE TUNJA

Se desarrolla la respectiva identificación para determinar qué sitios históricos son los más acordes para el desarrollo del proyecto, para esto se realiza una recopilación de los documentos con información acerca de los sitios históricos de la ciudad de Tunja con la colaboración del Instituto de Cultura y Turismo de la ciudad de Tunja.

6.1.1 Etapa 1. Recopilación de documentos de sitios históricos. Con la colaboración de la Secretaria de Cultura y Turismo de Tunja y los libros que nos facilitaron se recogió información sobre los diferentes sitios históricos que existen en la ciudad.

6.1.2 Etapa 2. Definición sitios históricos que se van a modelar. Conociendo los diferentes sitios históricos, se establecen cuáles son los sitios históricos que se modelaran en el ambiente virtual, teniendo en cuenta lo tecnológico, lo estético y la importancia de la realización de ese lugar.

Con los resultados obtenidos en la encuesta (véase anexo A) y con las características que tiene cada una para el modelamiento en 3D, se estableció que los sitios históricos que se van a modelar en la aplicación son:

Pila de Mono: Siendo una plazoleta de gran importancia y la técnica de modelado que es de fácil manejo.

Pozo de Donato: Por escenario que tiene hace que se pueda hacer un buen recorrido dentro del sitio histórico, también de gran importancia como lo muestra la encuesta.

Paredón de los Mártires. Es un lugar poco conocido pero de gran importancia, el fácil y liviano modelado hacen que se un sitio para desarrollar el escenario en 3D

6.2 FASE 2. EXPLORACIÓN DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS

Se realiza un estudio de las herramientas y plataformas que existen para así determinar cuáles son las más adecuadas para el desarrollo del proyecto.

6.2.1 Etapa 1. Estudio comparativo. Se realizó una comparación entre las diferentes plataformas y herramientas que se encuentran para el desarrollo del

ambiente virtual, investigando en los distintos libros y verificando su existencia (véase anexo B).

6.2.2 Etapa 2. Definición de plataformas y herramientas. Con el estudio anterior se identificó cada una de las herramientas utilizadas en este caso Unity y Blender, ya que son las herramientas que mejor se adaptan al desarrollo del proyecto, y se estableció que la plataforma para la que se desarrolla el proyecto es Android, por que las características que tiene son suficientes para la creación de ambientes virtuales 3D.

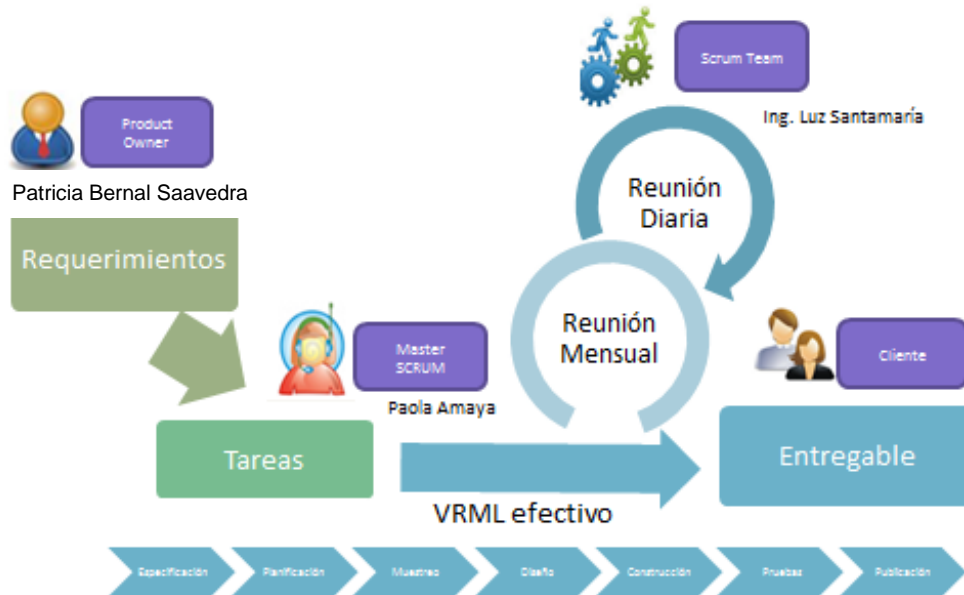
6.3 FASE 3. INGENIERÍA DEL SOFTWARE

En esta fase se describen las metodologías con las que se ejecutó y desarrolló el proyecto, tanto la metodología ágil de desarrollo de software, como la metodología VRML efectivo para el modelamiento en 3D. También se realiza el desarrollo del proyecto.

6.3.1 Etapa 1. Metodología de desarrollo de software. Se realiza una revisión de las metodologías para el desarrollo del proyecto haciendo una comparación entre cada una de estas, se observa que la metodología más apropiada para el desarrollo del proyecto es el Modelo SCRUM, ya que por su ágil desarrollo y las entregas que se deben realizar a medida que el proyecto avanza, ayudan a que se si se encuentra algún tipo de error, este sea comunicado apenas sea conocido, para poder corregirlo antes de que el proyecto esté totalmente terminado.

Para seguir las fases que tiene este metodología es necesario tener en cuenta que se debe implementar una metodología de desarrollo para el modelamiento en 3D, donde se crearan mundos virtuales y para esto se cuenta con la metodología más completa, VRML(Virtual Reality Modeling Language. "Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual"), que con sus 7 etapas estructura la realización de los diferentes objetos presentes en el mundo virtual. En la figura 16 se describe la metodología SCRUM al mismo tiempo interactuando con la metodología VRML efectivo.

Figura 16. Metodología SCRUM y VRML efectivo

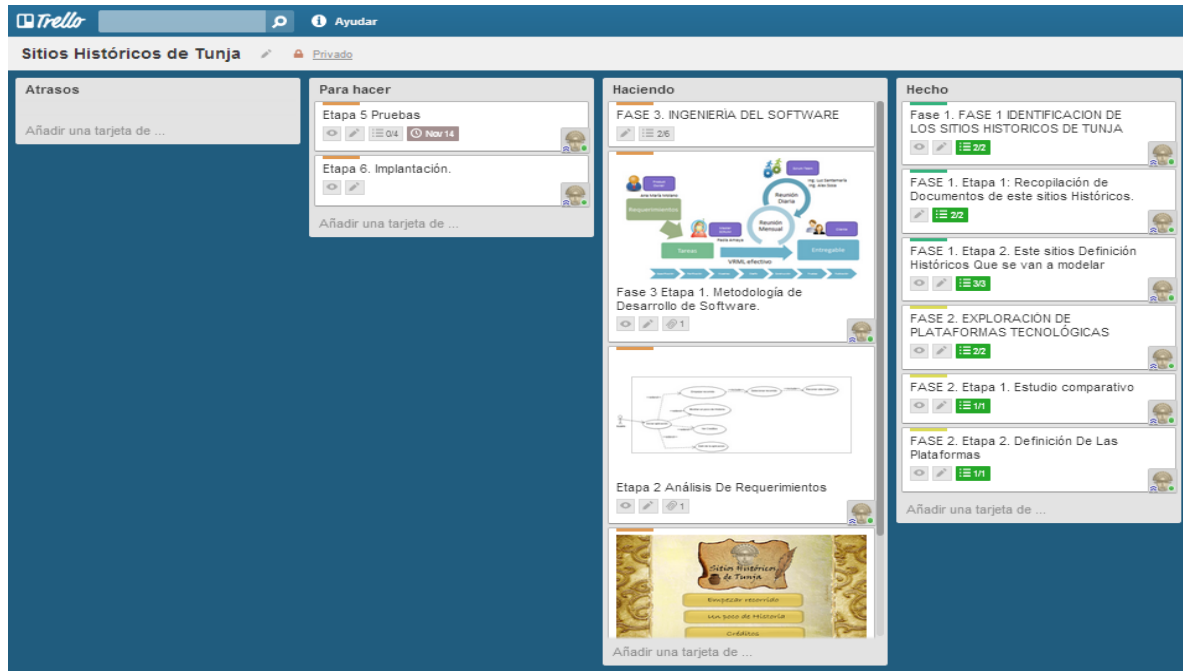


- Metodología SCRUM. En el ciclo de desarrollo de SCRUM se describen los roles que se desempeñan en la realización del proyecto (Blankenship, Bussa, & Millett, 2011), llamado también Product Backlog:
 - Product Owner. Es la persona que toma las decisiones en este caso la que recibe el proyecto es Patricia Bernal Saavedra, Directora Secretaria de Cultura y Turismo de Tunja
 - ScrumMaster: Es el encargado de comprobar que el modelo y metodología estén funcionando correctamente. Leidy Paola Amaya Leyva
 - ScrumTeam. Es un equipo pequeño y tiene autoridad para organizar y tomar decisiones. Ingeniera Luz Santamaría.

En la metodología SCRUM se desarrollan 6 Sprints, el sprint 0 es la Generación del Product Backlog del proyecto, el sprint 1 es para el desarrollo del menú de la aplicación, el sprint 2 el desarrollo del ambiente virtual de la Pila del Mono, el sprint 3 el ambiente virtual del Pozo de Donato, sprint 4 el ambiente virtual del paredón de los Mártires y el sprint 5 para la integración de blender a Unity. En el sprint 2, 3 y 4 que son el modelamiento de los ambientes virtuales se implementa la metodología VRML efectivo.

En la figura 17 se muestra las iteraciones de cada una de las actividades del proyecto (Product Backlog) con la herramienta Trello.

Figura 17. Actividades del Proyecto (Product Backlog)



Fuente: El autor Herramienta Trello.com

- VRML "Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual", figura 18: Es un conjunto para el modelamiento tridimensional que tiene la capacidad de dar comportamiento a los objetos y asignar diferentes animaciones (Emilio, 2010). El lenguaje VRML permite crear escenarios que están constituidos por elementos generados en 3D.

Figura 18: Etapas metodología VRML Efectivo



6.3.2 Etapa 2. Análisis de requerimientos. Los usuarios y clientes, los recursos necesarios y los requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto se encuentran detallados en (Véase Anexo C)

- Especificaciones del proyecto. Para la realización del mundo virtual de los sitios históricos Pozo de Donato, Pila del Mono y el Paredón de los Mártires, se cuenta con fotografías tomadas en cada uno de estos lugares históricos,

también con la colaboración de la Secretaria de Cultura y Turismo de Tunja, quien brinda la información histórica de estos lugares. La finalidad de realizar estos sitios históricos es que los niños conozcan más acerca de su ciudad, conozcan ese patrimonio tan importante con el que cuentan y que muchos de ellos no los conocen y si los conocen no saben que acontecimientos históricos sucedieron en esos lugares.

Cada sitio histórico se asemeja a la realidad, donde el usuario podrá realizar el recorrido observando cada objeto que se encuentra y teniendo la información necesaria tanto del objeto como del lugar en general. La construcción del proyecto tendrá un menú donde muestra una pequeña reseña histórica de la ciudad de Tunja.

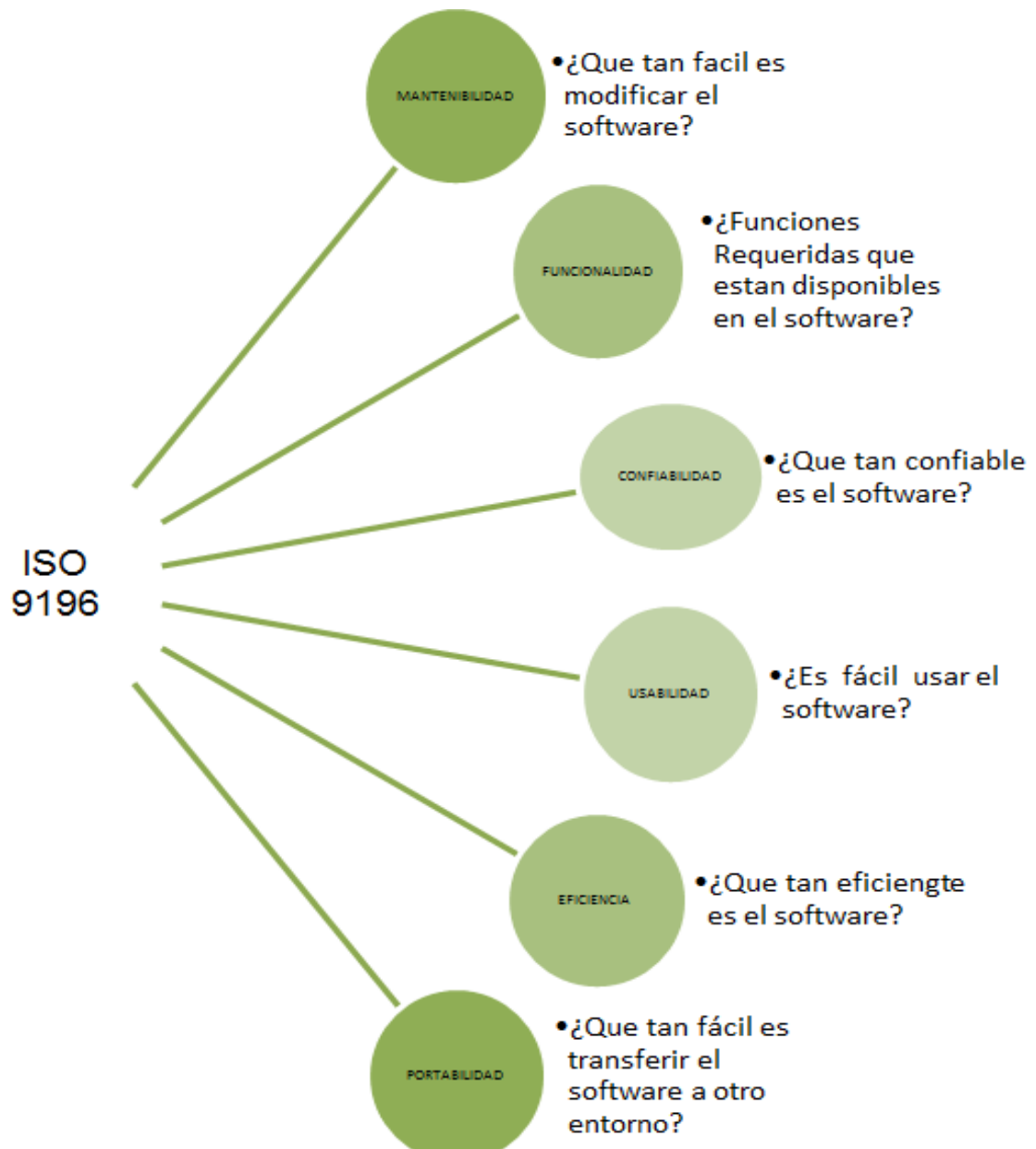
- Categoría. Educación, la aplicación que se desarrolla tiene enfoque educativo ya que ayuda a los niños a conocer los diferentes sitios históricos de la ciudad de Tunja.
- Control de la aplicación. Para el desarrollo del ambiente virtual se contara con un menú donde se seleccionan las diferentes acciones que desea realizar y para el recorrido de los sitios históricos se realiza caminando por los distintos espacios que se encuentran en el ambiente virtual.

6.3.3 Etapa 3. Diseño. Se identifican los objetos a modelar, se realiza una especificación de los atributos que se implementara en la aplicación, donde cada pantalla cuenta con los botones respectivos para tener una navegabilidad efectiva, por cada una de las pantallas realizadas. En el proceso de diseño de la interfaz de la aplicación no sólo se tiene en cuenta aspectos estéticos, también se busca que la aplicación sea atractiva. (Ver Anexo D)

6.3.4 Etapa 4. Desarrollo. Se implementan cada uno de los objetos en el escenario y se empieza con la construcción del proyecto. Se desarrollan once escenas, las cuales en tres se modelan los ambientes virtuales implementando la metodología VRML efectivo. (Ver Anexo D)

6.3.5 Etapa 5. Pruebas, se identifica algún tipo de error, realizando pruebas con el usuario y evaluando cada uno de los resultados. Se establecen las métricas de calidad basadas en la norma ISO 9196 de 1922 figura 19 (Véase anexo E).

Figura 19 Norma ISO 9126



Fuente el autor basado en (International Organization for Standardization, 2011)

6.3.6 Etapa 6. Implantación. Se pone a disposición la aplicación al usuario, esta se descarga de Google Play Store sin ningún costo.

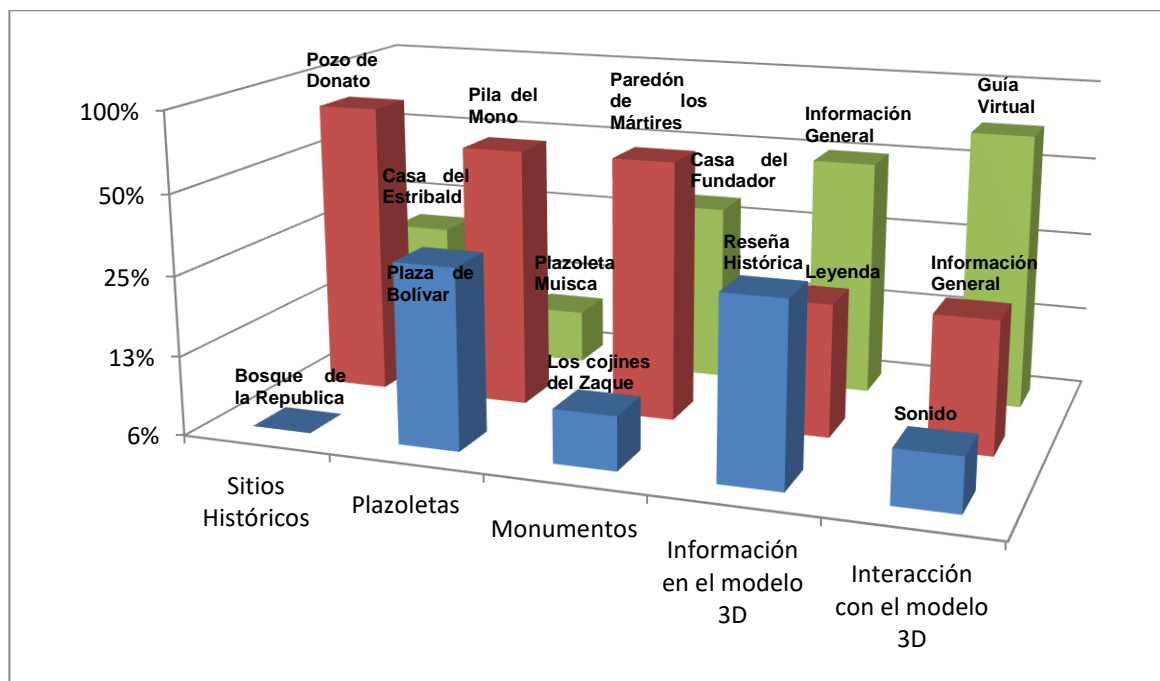
7. EXPLICACIÓN DE RESULTADOS

Para dar una explicación clara de lo realizado a lo largo del proyecto, se describen cada una de las fases que se desarrollaron, donde se tuvieron distintos criterios para que se obtuvieran con satisfacción los objetivos propuestos al comienzo de proyecto. Se evaluaron las diferentes metodologías y plataformas que hicieron que el proyecto culminara en su totalidad, a continuación se da a conocer la explicación de cada una de las fases desarrolladas.

7.1 FASE 1. IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS HISTÓRICOS DE TUNJA

Con la colaboración de la Secretaria de Cultura y Turismo de la ciudad de Tunja se seleccionaron los sitios históricos más emblemáticos de la ciudad, por medio de un cuestionario y entrevistas realizadas. Cada lugar histórico se dividió en Sitio histórico, plazoleta y monumento para así realizar uno de cada lugar, dando como resultado que la Pila del Mono, el Pozo de Donato y el Paredón de los Mártires son los más emblemáticos para la ciudad. Otro punto importante que se tuvo en cuenta y ayudo a la sección de los sitios históricos que iban a ser modelados, es que cada una de las escenas no se sobrecargara de objetos, ya que estos harán más difícil y lento su recorrido.

Figura 20. Resultado Encuesta



7.2 FASE 2. EXPLORACIÓN DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS

Con el estudio de las herramientas y plataformas se da el diagnóstico de plataformas móviles para el desarrollo de aplicaciones con realidad virtual. Encontrando que Blender, siendo gratuito y que cuenta con un modelado y renderizado muy bueno en el que los objetos realizados se exportan a Unity sin ningún problema, donde Unity el motor de videojuegos en el que se realiza la aplicación cuenta con grandes ventajas como desarrollar para diferentes plataformas en este caso para Android, escogida por ser la más usada y la que mejor se adapta al desarrollo del proyecto.

7.3 FASE 3. INGENIERÍA DEL SOFTWARE

Con la metodología SCRUM y VRML efectivo se realiza el Ambiente virtual para niños sobre los sitios históricos de la ciudad de Tunja, integrando cada uno de los modelos 3D realizados en Blender a Unity, donde después de ser instalado en el dispositivo móvil, el usuario tendrá el control total de la navegación, proporcionando libertad y de esta forma simular el mundo real recorriendo e informándose de la historia del lugar.

Figura 21 Resultado Pozo de Donato



Figura 22 Resultado Pozo de Donato

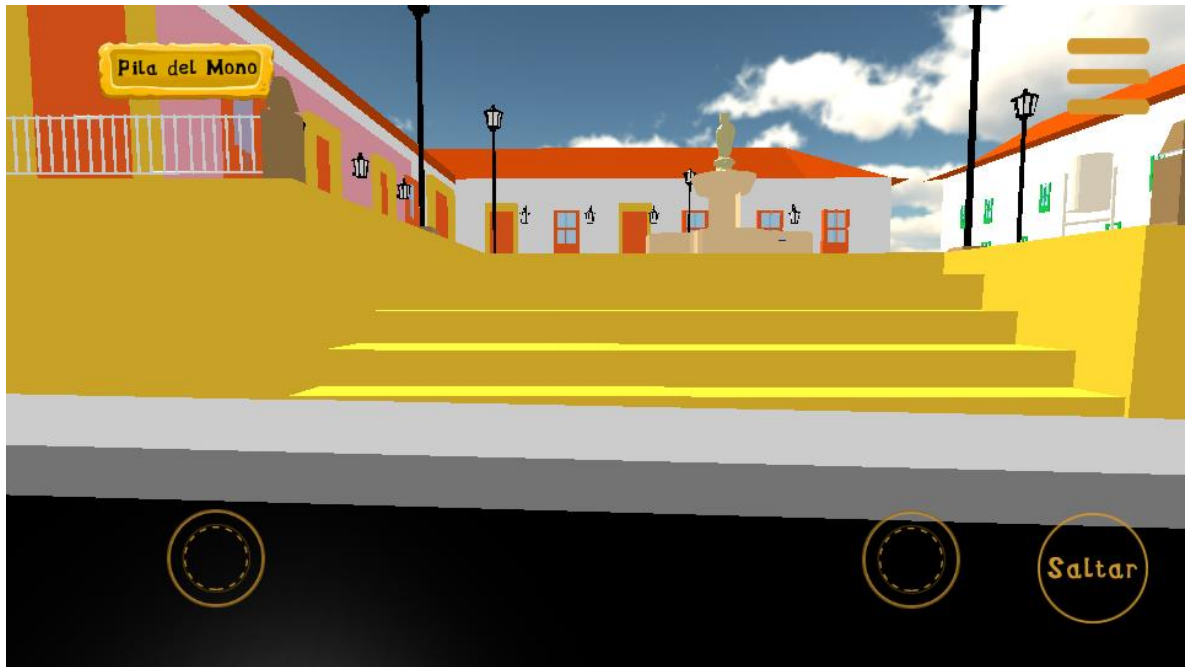
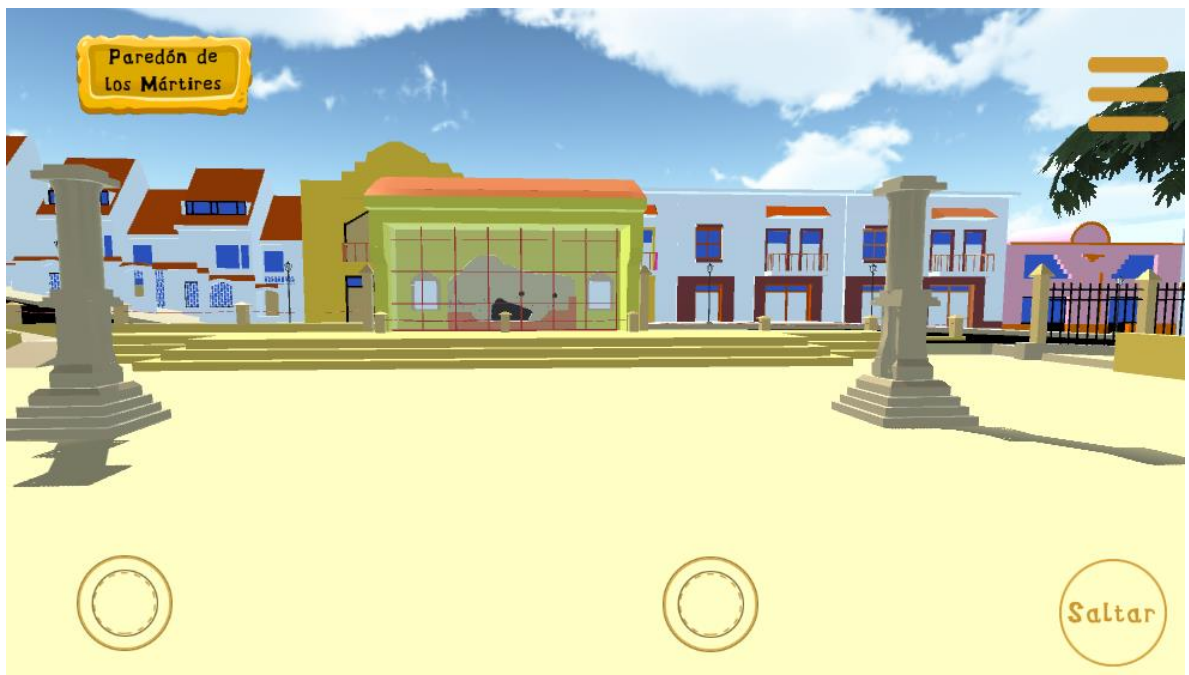


Figura 23. Resultado Paredón de los Mártires



Para la directora del Instituto de Cultura y Turismo de Tunja Patricia Bernal

Saavedra figura 24, la aplicación cumple los objetivos propuestos, siendo de agrado el recorrido que se realiza a través de cada sitio Histórico modelado.

Figura 24 Directora Instituto de Cultura y Turismo de Tunja



Para los niños la aplicación tuvo gran aceptación teniendo gran desempeño por parte de ellos disfrutando y aprendiendo la historia con la que cuenta cada lugar.

Figura 25. Registro Fotográfico



8. CONCLUSIONES

- En la identificación de los sitios históricos más emblemáticos de Tunja, se encontró que la ciudad cuenta con un gran patrimonio histórico y aunque las personas no vean lo valioso que es tener esta gran riqueza, si se hace necesario tener más iniciativas que lleven tanto a los adultos como a los niños a la investigación y a que tengan más en cuenta la cultura e historia de esta ciudad.
- Para la determinación de las plataformas de realidad virtual sobre los dispositivos móviles se concluyó que las más adecuadas con el diseño de este tipo de escenarios son NURBS y el modelado poligonal, siendo estas las técnicas de modelado más utilizadas en estos tipos de mundos virtuales. Para todos los modelos de los sitios históricos diseñados, fue posible aplicar las técnicas de renderizado y como principales plataformas móviles se tuvieron en cuenta a Windows Phone, Android, IOS.
- La integración que se desarrolló entre la metodología SCRUM y VRLM efectivo para el proceso de ejecución dio como resultado la culminación satisfactoria del proyecto.
- En el desarrollo del ambiente virtual de los escenarios históricos de Tunja que fuera funcional con dispositivos móviles, se tuvo como plataforma de desarrollo a Unity, utilizando técnicas con UV Mapping sobre mallas 3D, donde contiene una coordenada UV por cada vértice de cada cara.

9. TRABAJO FUTURO

Como trabajo futuro y observando que los dispositivos móviles cada vez toman fuerza en esta sociedad, se puede continuar desarrollando más ambientes virtuales que fomenten la cultura y el turismo en la ciudad, para que la comunidad ya sea de adultos o niños tengan un amplio conocimiento sobre la historia de la ciudad de Tunja. Con el semillero de investigación de realidad y videojuegos socializar el proyecto en eventos de investigación como REDCOLSI, para que este sea conocido y tenga un mayor reconocimiento.

Se implementarían los dispositivos 3D Oculus Rift, gafas de realidad virtual donde recrea una visión en 3D con gran profundidad dándole al usuario una sensación diferente, para esto se continuará con el fortalecimiento en la línea de investigación de realidad virtual y videojuegos. Hacer parte de la convocatoria nacional jóvenes investigadores e innovadores 2015

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- López Ocampo, J. (1997). *Tunja: cuna y taller de la libertad*. Bogotá: Ancora.
- Aberdour, M. (2013). *Moodle For Mobile Learning*. Birmingham: Packt Publishing.
- Arroyo, N. (2011). *Información en el móvil*. España: UOC.
- Bhawar, P., Ayer , N., & Sahasrabudhe, S. (2013). Methodology to Create Optimized 3D Models Using Blender for Android Devices. *IEEE Xplore*, 139-142.
- Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., & Wartersk, A. (2009). *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles*. Recuperado el 22 de Marzo de 2013, de Características y requerimientos específicos del entorno móvil.: <http://www.adamwesterski.com/>
- Blankenship, J., Bussa, M., & Millett, S. (2011). *Pro Agile .NET Development with Scrum*. Apress.
- Blender. (11 de 02 de 2013). *Blender*. Recuperado el 11 de 08 de 2014, de www.blender.org
- Can, T., & Peker, A. G. (2011). A design goal and design pattern based approach for development of game engines for mobile platforms. *IEEE Xplore*, 114-120.
- Charaf, H. (2011). Developing Mobile Applications for Multiple Platforms. *IEEE Xplore*, 2.
- Delac, G., Silic, M., & Krolo, J. (2011). Emerging security threats for mobile platforms. *IEEE Xplore*, 1468 - 1473.
- Emilio, J. (2010). *Metodología de Desarrollo VRML*. Recuperado el 12 de 03 de 2014, de <http://www.jose-emilio.com/estudios/m1metodologia.htm>
- Fang, L., Tan, J., & Subramaniam, S. (2013). Learning Singapore History in a virtual world. *IEEE Xplore*, 1-10.
- Fisher, G. (2014). *Blender 3D Basics Beginner's Guide Second Edition*. Birmingham: Packt Publishing.

- Flavell, L. (2010). *Beginning Blender Open Source 3D Modeling, Animation, and Game Design*. Apress.
- Garcia Ruiz, M. Á. (2008). *La Tecnología de Realidad Virtual en la Educación*. Recuperado el 12 de Mayo de 2013, de http://www.hrl.uoit.ca/~miguelga/Realidad_virtual_educacion_Iridia.pdf
- Gobernación De Boyacá. (2013). *Secretaría de Cultura y Turismo de Boyacá*. Recuperado el 07 de 09 de 2014, de <http://boyaca.gov.co/SecCultura/>
- Gómez, D., De La Calle, M., Trujillo, A., Santana, J., Perdomo, K., Suárez, J., y otros. (s.f.). *Glob3 Mobile: hacia un SIG 3D para entornos*. Recuperado el 12 de Abril de 2013
- Google Play. (2014). *Play Store*. Recuperado el 11 de 09 de 21014, de Google Play: <https://play.google.com/store>
- Gradecki, J. (1995). *Realidad Virtual. Construcción de Proyectos*. Madrid: RA-MA.
- International Organization for Standardization. (2011). *ISO*. Recuperado el 22 de 03 de 2015, de <http://www.iso.org/iso/home.html>
- Jerald, J., Giokaris, P., Woodall, D., Hartbolt, A., Chandak, A., & Kuntz, S. (2014). *Developing Virtual Reality Applications with Unity*. *IEEE Xplore*, 1-3.
- McWherter, J., & Gowell, S. (2012). *Professional Mobile Application Development*. Wrox.
- MinTIC. (26 de Agosto de 2013). *Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/>
- Narciso, F. E., Hernández, D., & Moreno, Y. (2004). *Ambiente virtual de la escuela de ingeniería de sistemas de la universidad de Los Andes*. Venezuela: Red Universidad de los Andes.
- Oudatzi, K. (2010). Virtual reality in restoration of historic buildings: 3d model projection of the restoration project of Alaca Imaret Câmi with intuitive and interactive application through hyper realism technology. *IEEE Xplore*, 361-364.
- PCWORLD. (2010). *Realidad Virtual en Dispositivos Móviles*. PCWORLD.
- Prats, J. (12 de Febrero de 2001). *Diseñar Historia: Notas para una didáctica renovadora*. Merida: Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología.

- Quinche, J., & Gonzales, F. (2011). *Entornos Virtuales 3D, Alternativa Pedagógica para el*. Recuperado el 18 de Mayo de 2013, de Uniminuto Formación: <http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v4n2/art06.pdf>
- Ramirez, M., Ramos, E., Cruz, O., & Hernandez, J. (2013). *Design of interactive Museographic exhibits using*. Obtenido de IEEE Xplore
- Roldan Lopez, N. D. (07 de Marzo de 2012). *Dispositivos Móviles*. Recuperado el 12 de 07 de 2014, de La hora de la educacion: <http://www.e-learning-social.com/ndroldan/blog/6441>
- Rua, H., & Alvito, P. (Diciembre de 2011). *Living the past: 3D models, virtual reality and game engines*. Recuperado el 17 de 03 de 2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440311002494>
- SAMPIERI, R. H. (1991). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw - Hill Interamericana De México.
- Scrum. (2013). *Scrum.org*. Recuperado el 25 de 07 de 2014, de www.scrum.org
- Smit, M., & Queiroz, C. (2013). *Unity 4.x Cookbook*. UK: Packt Publishing.
- Sue, & Blakman. (2013). *Beginning 3D Game Development with Unity 4*.
- Thompson, J. (2009). *Videojuegos manual para diseñadores gráficos*. Barcelona: Gustavo Gilli.
- Tomás Girones, J. (2011). *El gran libro de Android*. Barcelona: Marcombo.
- Trigas Gallego, M. (2014). *Openaccess.UOC*. Recuperado el 22 de 08 de 2014, de Gestion de Proteyectos Informáticos Metodologia Scrum: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTF_C0612memoria.pdf
- Unity. (2013). *Unity*. Recuperado el 12 de 08 de 2014, de Unity 3D: <http://spanish.Unity3d.com/>
- Universidad de Granada. (2007). *Modelo en espiral*. Recuperado el 23 de 02 de 2014, de Dpto LSI: <http://lsi.ugr.es/~mvega/docis/espiral.pdf>
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. (2012). *El framework de glob3 mobile*. Recuperado el 15 de Mayo de 2013, de An Open Source Virtual Globe Framework for iOS, Android: http://www.glob3mobile.com/wp-content/uploads/2012/07/glob3_mobile_COMGEO2012.pdf

Velázquez Camacho, J. D. (2013). *Desarrollo en Cascada (Waterfall) VS Desarrollo Agile-SCRUM*. Recuperado el 02 de 07 de 2014, de Northware: <http://www.northware.mx/wp-content/uploads/2013/04/Desarrollo-cascada-vs-Desarrollo-Agile.pdf>

Viaja Por Colombia. (20 de Enero de 2009). *Atractivos Turisticos de Boyacá*. Recuperado el 15 de Julio de 2013, de www.viajaporcolomba.com/boyaca/sitio/tunja/215.html

Zapatero Guillén, D., & Moreno Sáez, C. (2008). *Aplicaciones didácticas de la realidad virtual al museo pedagógico de arte infantil*. España: Universidad Complutense de Madrid.

Zechner, M. (2011). *Desarrollo de juegos Android*. Madrid: Gupo Anaya.

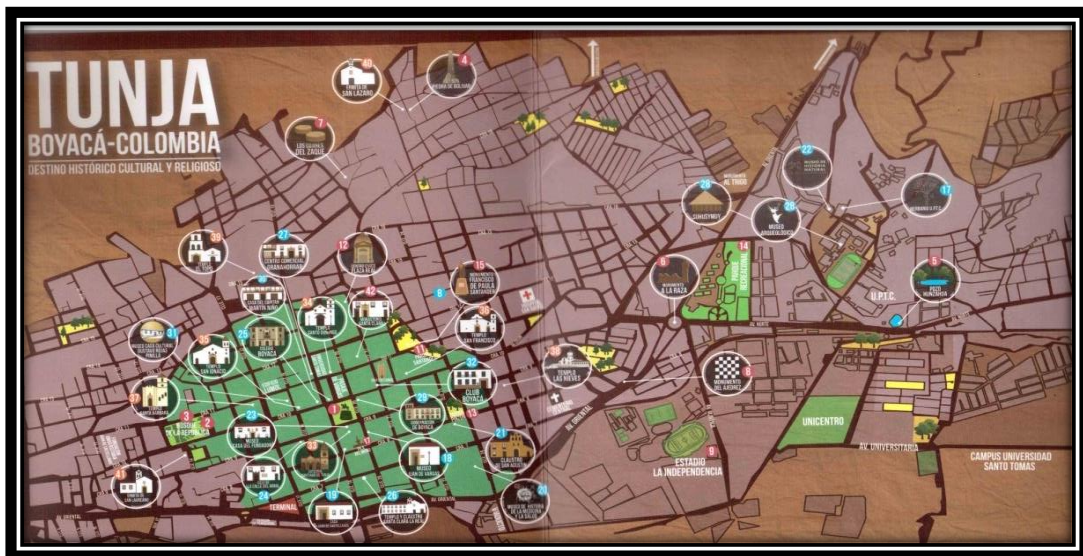
ANEXOS

ANEXO A DEFINICIÓN DE SITIOS HISTÓRICOS

Definición sitios históricos que se van a modelar: Se identifican los sitios históricos más apropiados para el modelamiento en 3D.

Conocimiento de cada uno de los sitios históricos de la ciudad de Tunja que se observan en la figura 26.

Figura 26: Mapa de la ubicación de los sitios históricos



Fuente: Secretaria de Turismo y Cultura de Tunja

Se establece que son tres los sitios históricos que se van a modelar teniendo en cuenta las plazoletas, Monumentos y lugares Históricos, donde se realiza el diseño del más emblemático de cada uno.

Monumentos: los cojines del Zaque, Paredón de los Mártires y Casa del Fundador

Lugares Históricos: Bosque de la república, Pozo de Donato y Plazoleta Muisca

Elaboración de Instrumentos

El tipo de instrumento de medición que se utiliza para la recolección de datos es el de cuestionarios donde según (SAMPIERI, 1991) en su libro metodología de la investigación es el instrumento más utilizado, donde consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables, donde se utilizan preguntas cerradas que contienen respuestas delimitadas. Estas preguntas fueron enviadas por correo electrónico facilitando así la comunicación con los encuestadores.

Las preguntas desarrolladas para el cuestionario son para la identificación de los sitios históricos más emblemáticos de la ciudad de Tunja, donde se selecciona la muestra más apropiada para la investigación.

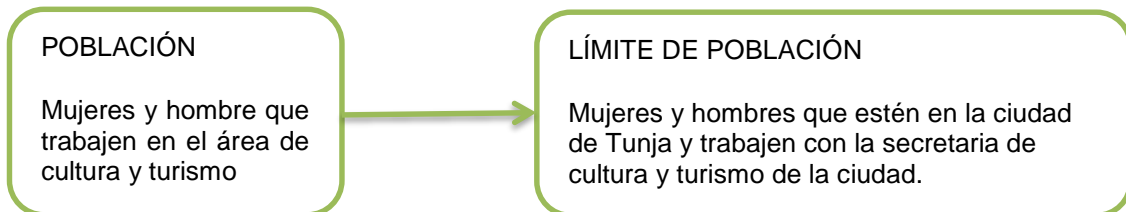
Selección de la muestra

- Pregunta de investigación: ¿Cuáles son los sitios históricos más emblemáticos de la ciudad de Tunja?
- Unidad de análisis: Mujeres y hombre que trabajen en el área de cultura y turismo.

Delimitación de la población

En la figura 27 se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados

Figura 27 Delimitación de la Población



Selección de la Muestra

Se utiliza el muestreo probabilístico ya que es esencial en los diseños de investigación por encuestas en donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población, donde n es el número de personas encuestadas, en este caso 10 ($n=10$).

Recolección de los datos

Definir la forma idónea de recolectar los datos de acuerdo al contexto de la investigación. En la figura 28 Se implementa el cuestionario que cuenta con 7 preguntas de tipo cerradas.

Figura 28 Formulario Sitios Históricos de Tunja

Formulario Sitios Históricos de Tunja

DESARROLLO DE UN AMBIENTE VIRTUAL PARA NIÑOS SOBRE LOS SITIOS HISTÓRICOS DE LA CIUDAD DE TUNJA

Encuesta para identificar cuales son los sitios históricos mas emblemáticos de la ciudad de Tunja para el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles.

***Obligatorio**

De los siguientes sitios históricos cual es el más representativo para la cultura Boyacense *

Bosque de la Republica

Pozo de Donato

Casa del Estribano Real Don Juan de Vargas

Otro:

De las siguientes Plazoletas cual es la más representativa para la cultura Boyacense *

Plaza de Bolívar

Pila del Mono

Plazoleta Muisca

Otro:

De los siguientes monumentos cual es el más representativo para la cultura Boyacense *

Los cojines del zaque

Paredón de Los Mártires

Casa del Fundador

Otro:

Como le gustaría que fuera la interacción del ambiente virtual con el usuario *

Sonido

Cuadros de informacion

Guía Virtual

Otro:

Que tipo de información complementaria le gustaria ver en el modelo 3D

Reseña Historica

Leyenda

Información General

Otro:

De los siguientes servicios cual podría ser útil para la aplicación *

Ubicación geográfica

Información turística

Cuestionario de preguntas

Otro:

El acceso al ambiente virtual le gustaría que fuera (Lugar de Descarga) *

Repositorio de aplicaciones móviles (Play Store, App Store)

Acceso red de la Universidad

Pagina Web

Otro:

Fuente: El autor herramienta drive.google.com

Análisis de los datos

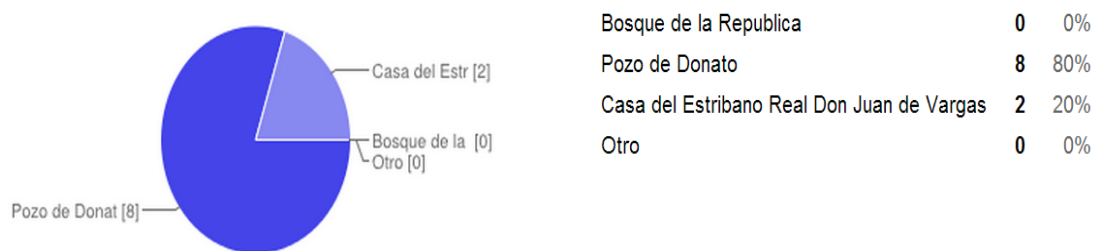
Comprender el concepto de cada una de las preguntas

Número de personas encuestadas 10

Resultados estadísticos obtenidos por cada pregunta realizada, de la figura 29 a la figura 35.

Figura 29: Resultados Estadísticos pregunta 1

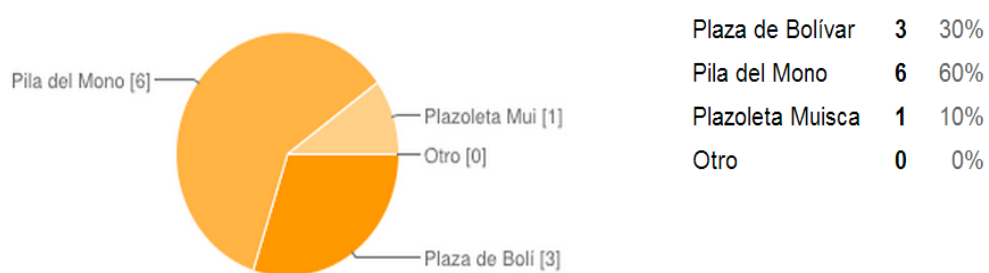
De los siguientes sitios históricos cual es el más representativo para la cultura Boyacense



El mayor porcentaje esta para el Pozo de Donato, siendo el más representativo para las personas encuestadas de la Secretaria de Cultura y Turismo de Tunja.

Figura 30: Resultados Estadísticos pregunta 2

De las siguientes Plazoletas cual es la más representativa para la cultura Boyacense



De las tres plazoletas seleccionadas para saber cuál es la mejor para ser modelada en 3D, los encuestadores con un porcentaje del 60% decidieron que la pila del Mono es la más representativa para la cultura Boyacense.

Figura 31: Resultados Estadísticos pregunta 3

De los siguientes monumentos cual es el más representativo para la cultura Boyacense



Con un porcentaje del 60% el monumento seleccionado es el Paredón de los Mártires.

Figura 32: Resultados Estadísticos pregunta 4

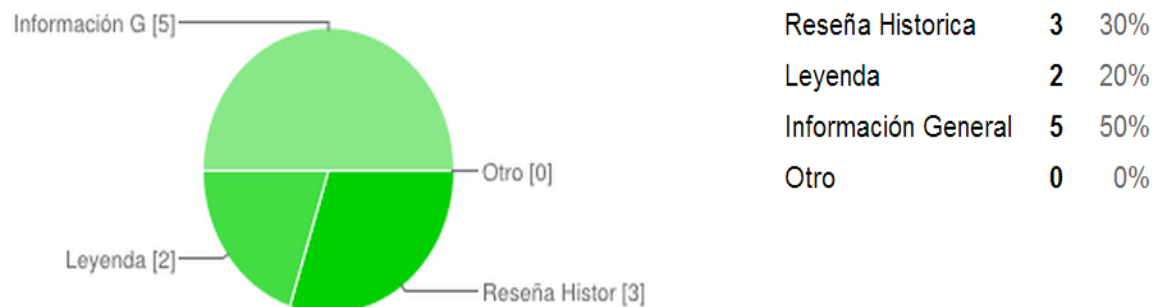
Como le gustaría que fuera la interacción del ambiente virtual con el usuario



A los encuestados les interesa más que en el Ambiente Virtual tenga una guía virtual (70%).

Figura 33: Resultados Estadísticos pregunta 5

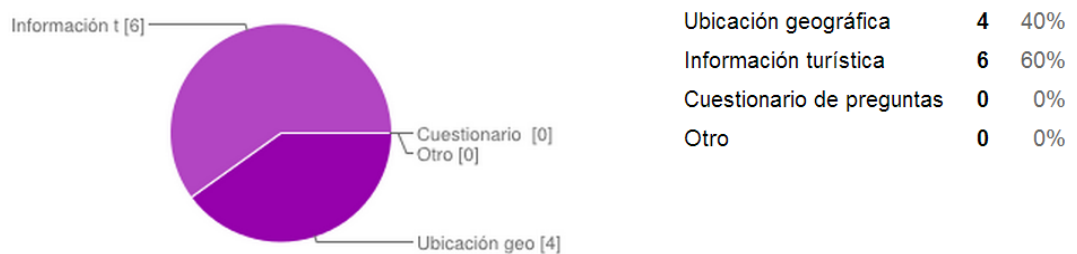
Que tipo de información complementaria le gustaria ver en el modelo 3D



En el ambiente virtual, a los encuestados les interesa ver en el ambiente virtual sobre información general obteniendo un 50% sobre las demás respuestas.

Figura 34: Resultados Estadísticos pregunta 6

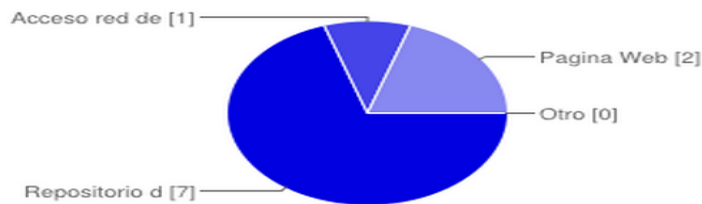
De los siguientes servicios cual podría ser útil para la aplicación



El servicio que sería más útil para la aplicación y que fue escogido por los encuestados con el 60% es el de información turística

Figura 35: Resultados Estadísticos pregunta 7

El acceso al ambiente virtual le gustaría que fuera (Lugar de Descarga)



Repositorio de aplicaciones móviles (Play Store, App Store)	7	70%
Acceso red de la Universidad	1	10%
Pagina Web	2	20%
Otro	0	0%

El lugar de descarga que es escogido para que la aplicación sea instalada en cada uno de los dispositivos móviles, es el repositorio de aplicaciones móviles con el 70% del 100% de los encuestados.

La realización de esta encuesta era con el fin de identificar los sitios históricos que se van a modelar en el ambiente virtual, pero también por parte de la secretaria de Cultura y Turismo de Tunja nos revelo datos importantes que ayudan a sustentar los sitios históricos escogidos, como la importancia que tiene cada uno de los sitios para la ciudad.

Después de identificar cuáles son los sitios históricos con mayor importancia para la secretaria de Cultura y turismo de Tunja, se hace un enfoque hacia el modelamiento en 3D, donde se tiene en cuenta:

- Una definición detallada de los objetos que contendrá el Entorno Virtual.
- El diseño del Entorno Virtual debe tener en cuenta la dureza de los objetos, la ubicación, los colores, las texturas, la iluminación y el tamaño de los objetos.
- Que las técnicas de modelado se ajusten a los sitios seleccionados

Cumpliendo lo anterior los sitios históricos seleccionados para el desarrollo del proyecto son: Pila del Mono, Pozo de Donato y Paredón de los Mártires.

ANEXO B PLATAFORMAS

¿Por qué Unity 3D? Unity 3D es una herramienta para la creación de videojuegos y utilizada por muchos usuarios. Con su gran motor de desarrollo para la creación de videojuegos interactivos 2D y 3D y con la metodología flexible con la que cuenta hace que el desarrollo de la aplicación, gracias a que con Unity es posible exportar proyectos a 17 plataformas distintas, siendo Windows, Mac, Android e iOS las más conocidas. Unity admite tres lenguajes de programación de forma nativa, C # (pronunciado C-Sharp), un lenguaje estándar de la industria similar a Java o C ++; UnityScript , un lenguaje diseñado específicamente para su uso con la Unidad y el modelo de JavaScript; Boo , un lenguaje .NET con sintaxis similar a Python.

Su diversidad y fiabilidad la convierten en una gran apuesta de futuro. Aunque Unity proporciona una gran versatilidad en cuanto a la mecánica del videojuego, las físicas y algunos elementos gráficos como la iluminación, texturas, etc. no es un programa que proporcione funcionalidades de modelado de objetos en 3D. Por ello los modelos que se utilizan en un videojuego creado con Unity, normalmente se importan desde otros programas de modelado y animación 3D. Los más conocidos son: Autodesk 3D Studio Max, Autodesk Maya, Cinema 4D y Blender. Para este proyecto el programa de creación de modelos 3D y animaciones que he escogido es Blender.

En la tabla 11 se compara las diferentes técnicas, renderizado y plataformas para el desarrollo de cada uno de los sitios históricos

Tabla 11. Características de modelamiento 3D y renderizado

Sitios históricos	Técnicas de modelado	Renderizado	Plataforma móvil
Pila del Mono	NURBS	Si	Windows, Phone, Blackberry, Android, Symbian, iOS
Paredón de los Mártires	NURBS	Si	Windows, Phone, Blackberry, Android, Symbian, iOS
Pozo de Donato	NURBS	Si	Windows, Phone, Blackberry, Android, Symbian,

Texturas con UV Mapping en Unity: es un conjunto de coordenadas UV para toda la malla 3D. Donde contiene una coordenada UV por cada vértice de cada cara. Las coordenadas se editan en modo Edición. Al seleccionar caras en el modelo 3D sus vértices UV correspondientes para el canal UV seleccionado aparecen en el UV/Image Editor. La figura 36 muestra un ejemplo realizado en Blender.

Figura 36: UV Mapping



Fuente: El autor herramienta Unity

Curvas.

BÉZIERS

Las curvas Bézier son unas las más usadas para el diseño de letras o de logotipos. También son usadas frecuentemente en animación, como caminos para el movimiento de los objetos o como curvas para variar las propiedades de los objetos en función del tiempo. Hay tres tipos de Handles

- Libre: Puede usarse de la manera en la que desee.
- Alineado: Las agarraderas siempre están en línea recta.
- Auto :Esta agarradera tiene automáticamente asignada por Blender una longitud y dirección para asegurar el resultado más suave

NURBS

Se definen a través de polinomios racionales, pueden ser más exactas que las de Bezier, así, un círculo de Bezier es una aproximación polinómica a un círculo, mientras que un círculo NURBS es un círculo, Las partes de una NURBS son:

- **Knots:** Las propias NURBS se definen a través de un vector que define paraméricamente a la curva.
- **Orden:** A más orden, más suavidad en el seguimiento de la curva. Viene a indicar la complejidad de la curva.
- **Peso:** A más peso por vértice, más influencia de ese vértice.

Modelado Poligonal

Son ampliamente utilizados, debido a su velocidad de procesamiento y a la exactitud de definición que permite.

Autosuavizado: Esta opción suaviza las caras que forman superficies sin aristas. Todas las caras que formen entre si un ángulo menor que el indicado serán suavizadas mientras que el resto de las aristas serán consideradas como "duras", con bordes afilados. Esto es muy útil y de hecho, resulta imprescindible para representar superficies que combinan suavidad con cortes duros. Un buen ejemplo es el cilindro.

Plataformas móviles

En la tabla 12 se describen las características de las principales plataformas móviles disponibles en la actualidad.

Tabla 12. Comparación plataformas móviles

	Apple	Android	Windows Phone 7
Compañía	Apple	Open Handset Alliance	Windows
Núcleo del SO	MAC OS X	Linux	Windows CE
CPU soportada	ARM	ARM, MIPS, Power, x86	ARM
Lenguaje de Programación	Objective-C, C++	Java, C++, C	C++

Licencia del Software	Propietaria	Software Libre	Propietaria
Edad de la plataforma	Adolecente	Joven	Joven
Motor del navegador web	WebKit	WebKit	Pocket Explorer Internet
Soporte flash	No	Si	No
HTML5	Si	Si	No
Tienda de aplicaciones	App Store	Android Market	Windows Marketplace
Facilidad de Uso	Excelente	Excelente	Excelente
Interfaz personalizable	No	Si	Si
Soporte de Memoria externa	No	Si	No
Tipo de pantalla	Capacitativa	Capacitativa /resistiva	Capacitativa
Aplicaciones nativas	Si	Si	Si

Fuente: el autor basado en (Tomás Girones, 2011)

En la tabla 13 se observa un cuadro comparativo de las herramientas más importantes para dispositivos móviles, para así facilitar la realización de alguna tarea que requiera la aplicación

Tabla 13. Descripción de Herramientas

Herramienta	PLATAFORMA SOFTWARE			DISPOSITIVO MÓVIL	
	IDE	OS	Lenguaje	Tipo	OS

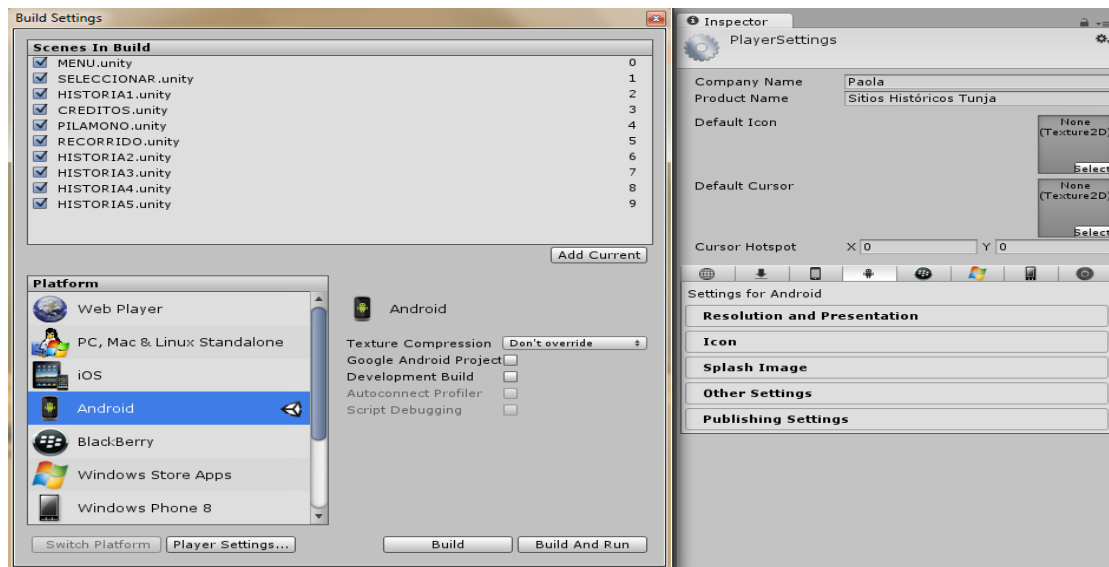
Android SDK	Eclipse, MEME	multiplataforma	Java	Smartphon, tabletas	Android OS
Windows Mobile SDK	IDE MEME	multiplataforma	Visual Studio	Smartphone marca: Sony Ericsson, Motorola Samsung LG	Windows MOBILE
iOS SDK	XCode	iOS, Xlion OS	Objective -C	Iphone,IPAD	Phone OS, IPAD OS

Fuente: el autor basado en (Tomás Girones, 2011)

Una de las características de desarrollar en Unity para Android es que Unity tiene un gran motor y es el más utilizado a la hora de desarrollar juegos para android gracias a su gran rederizado y efectos especiales que tiene, otro factor importante es que es totalmente gratis, lo que hace que se pueda trabajar sin ningún inconveniente.

En la figura 37 se realiza la Integración con las plataformas mencionadas UNITY / ANDROID

Figura 37: Integración Unity/Android



ANEXO C ANÁLISIS DE REQUISITOS

Requisitos y Características del Proyecto

1. Propósito

El sistema consiste en el diseño en 3D de algunos de los sitios históricos de la ciudad de Tunja, para que así de forma interactiva el usuario pueda ver y encontrar información importante de cada uno de los lugares. Para poder tener acceso al sistema, el ambiente virtual debe estar instalado en los diferentes dispositivos móviles con plataforma Android.

2. Alcance

El ambiente virtual se realiza para dispositivos móviles con plataforma Android, donde se realiza un recorrido de el Pozo de Donato, la pila del Mono y el paredón de los mártires, dando información acerca de los sucesos más importantes, que se presentaron en cada uno de los sitios históricos

3. Descripción

El ambiente virtual se realiza para niños y se basa en conocer algunos de los sitios históricos más importantes de la ciudad de Tunja como el Pozo de Donato, Pila del Mono y Paredón de los Mártires, realizando un recorrido por cada uno de estos lugares y dando la información correspondiente al lugar que se está visitando. Se contará con un menú para que el usuario seleccione el lugar que quiere recorrer y tiene la posibilidad de saber un poco sobre la historia de Tunja.

Para la realización del proyecto se utiliza la herramienta Unity y se cuenta con la colaboración de la Secretaria de Turismo y Cultura de Boyacá quien ofrece la información necesaria de cada uno de los sitios históricos que se van a modelar en 3D.

4. Usuarios del Sistema

Para este sistema se contará solo con un usuario, en la tabla 14 se observa que es quien realiza el recorrido por los sitios históricos, donde nos indica las restricciones o funcionalidades que debe cumplir la aplicación.

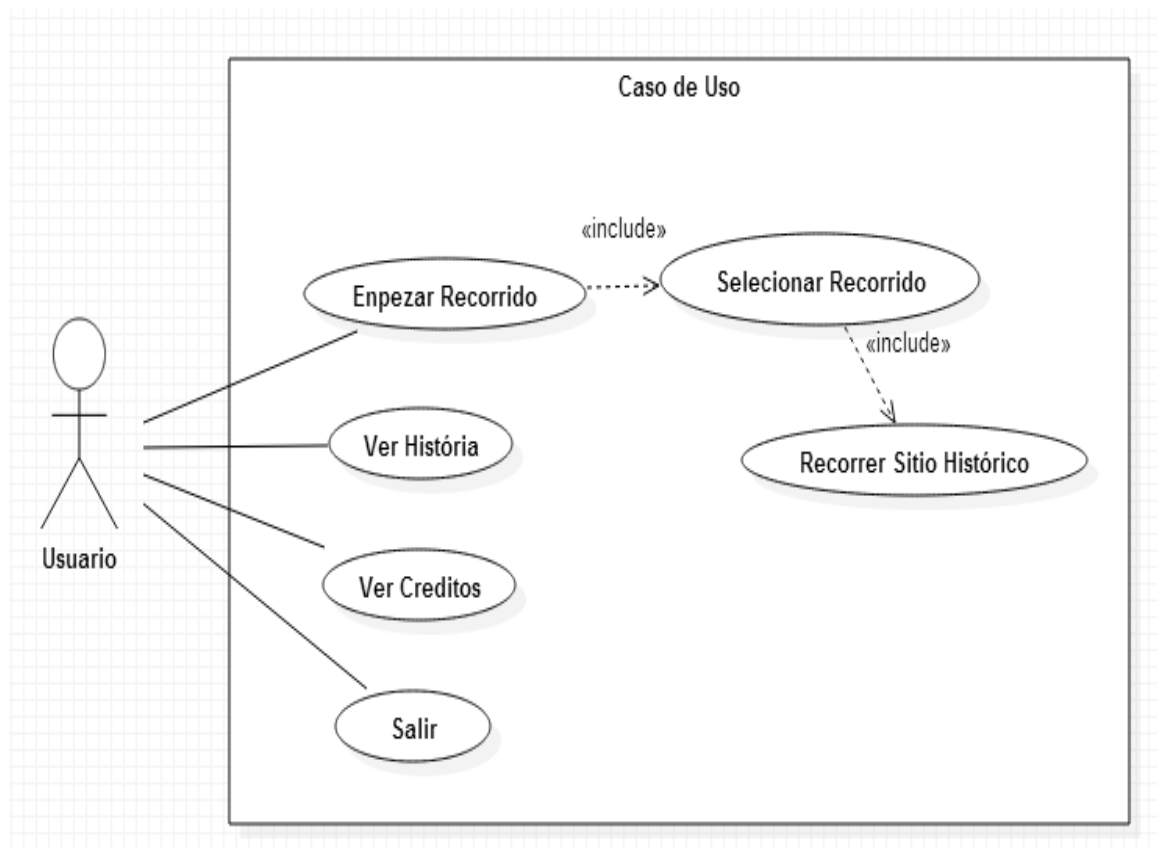
Tabla 14. Usuarios del Sistema

Actor	Actividad
Usuario	Iniciar aplicación Seleccionar el sitio histórico que desea recorrer Realizar recorrido

Requerimientos Funcionales:

Los requisitos funcionales de una aplicación se relacionan con los procesos que el sistema debe realizar, en la figura 38 se especifica lo que tiene que hacer el software.

Figura 38. Diagrama de Casos de uso



Especificación de los casos de uso

Tabla 15: Especificación Cosos de Uso Empezar recorrido

002	Identificador del requerimiento	Nombre del caso de uso: Empezar recorrido
Clasificación: Funcional		
Descripción: El caso de uso empezar recorrido se usa cuando el usuario desea realizar el recorrido por alguno de los sitios históricos		
Precondiciones		El usuario debe haber iniciado la aplicación
Curso básico de eventos		Regresar al menú.
Pos condiciones		El usuario accede sin ningún problema a seleccionar el recorrido que desea hacer.

Tabla 16. Especificación Caso de Uso Seleccionar recorrido

003	Identificador del requerimiento	Nombre del caso de uso: Seleccionar recorrido
Clasificación: Funcional		
Descripción: El caso de uso seleccionar recorrido se usa para que el usuario seleccione que sitio histórico quiere recorrer.		
Precondiciones		El usuario debe haber seleccionado empezar recorrido
Curso básico de eventos		Seleccionar recorrido <ul style="list-style-type: none"> • Pozo de Donato • Pila del Mono • Paredón de los Mártires Regresar a empezar recorrido.
Caminos alternativos		Ninguno
Pos condiciones		El usuario debe empezar el recorrido

Tabla 17. Especificación Caso de Uso Recorrer sitio histórico

004	Identificador del requerimiento	Nombre del caso de uso: Recorrer sitio histórico
Clasificación: Funcional		
Descripción: El caso de uso Recorrer sitio histórico se usa para que el usuario realice el recorrido del sitio histórico y obtenga la información de los acontecimientos más importantes.		
Precondiciones		El usuario debe haber seleccionado el sitio histórico que desea recorrer
Curso básico de eventos		Recorrer el sitio histórico.
Caminos alternativos		Ninguno
Pos condiciones		El usuario accede a realizar el recorrido del sitio histórico

Tabla 18. Especificación Caso de Uso Historia

005	Identificador del requerimiento	Nombre del caso de uso: Mostrar un poco de Historia
Clasificación: Funcional		
Descripción: El caso de uso Mostrar un poco de Historia es donde el usuario ve información general de la historia de la ciudad de Tunja.		
Precondiciones		Ninguno
Curso básico de eventos		Abrir aplicación Acceder al menú
Caminos alternativos		El usuario debe haber iniciado la aplicación
Pos condiciones		El usuario ve la historia de la ciudad de Tunja.

Tabla 19. Especificación Caso de uso Ver créditos

006	Identificador del requerimiento	Nombre del caso de uso: Ver créditos
Clasificación: Funcional		
Descripción: El caso de uso ver créditos el usuario ve información de la realización de la aplicación.		
Precondiciones		El usuario debe haber iniciado la aplicación

Curso básico de eventos	Abrir aplicación Acceder al menú
Pos condiciones	El usuario ve los créditos de la aplicación

Tabla 20. Especificación Caso de uso Salir de la aplicación

007	Identificador del requerimiento	Nombre del caso de uso: Salir de la aplicación
Clasificación: Funcional		
Descripción. El caso de uso Salir de la aplicación el usuario cierra completamente la aplicación.		
Precondiciones		El usuario debe haber iniciado la aplicación
Curso básico de eventos		Abrir aplicación Acceder al menú
Pos condiciones		La aplicación es cerrada

Requerimientos no Funcionales:

Los requisitos no funcionales se refieren a las características que tiene el sistema, estos requerimientos se utilizan para delimitar los requisitos funcionales dentro de lo cual se establecen los siguientes.

Tabla 21. Requerimiento no Funcional Seguridad y control de acceso

001	Identificador del requerimiento	Nombre: Seguridad y control de acceso
Descripción:		
La aplicación debe asegurar que el ingreso sea eficiente, rápido y ágil.		

Tabla 22. Requerimiento no Funcional Mantenibilidad

002	Identificador del requerimiento	Nombre: Mantenibilidad
Descripción:		

Se debe garantizar el buen funcionamiento de la aplicación, realizando ajustes a los inconvenientes que se presenten.
Criterios De Aceptación
Herramientas de autorización.

Tabla 23. Requerimiento no Funcional Desempeño

003	Identificador del requerimiento	Nombre: Desempeño
Descripción:		
La aplicación debe realizar todas las operaciones necesarias para realizar un buen diseño.		
Criterios de Aceptación		
Realizar un buen tiempo de respuesta ante una solicitud de consulta.		

Tabla 24. Requerimiento no Funcional Confiabilidad, robustez y recuperación

004	Identificador del requerimiento	Nombre: Confiabilidad, robustez y recuperación
Descripción:		
La aplicación debe poseer los mecanismos y procedimientos necesarios para mantenerse disponible.		
Criterios de Aceptación		
Garantizar la restauración de la aplicación en un tiempo no mayor a una hora.		

Requerimientos de Interfaz

Tabla 25. Requerimientos de Interfaz Visualización

001	Identificador del requerimiento	Nombre: Visualización
<p>Descripción:</p> <p>La visualización del entorno virtual de Unity incorpora el concepto de cámara para representar el punto de vista que el usuario tiene. El usuario se concibe como una cámara que observa el modelo, recorriendo los sitios históricos teniendo un enfoque real.</p>		
<p>Criterios de Aceptación</p> <p>Cada sitio histórico modelado se podrá observar desde una sola pantalla teniendo herramientas como: Orbitar, desplazar, zoom, caminar y girar.</p>		

Tabla 26. Requerimientos de Interfaz Interacción

002	Identificador del requerimiento	Nombre: Interacción
<p>Descripción:</p> <p>La interacción que hay entre el entorno virtual y el usuario es muy dinámica, donde el usuario de manera creativa recorre el sitio histórico de forma fácil.</p>		
<p>Criterios de Aceptación</p> <p>El entorno virtual garantizara un manejo ágil y rápido por parte del usuario.</p>		

Tabla 27. Requerimientos de Interfaz Operación

003	Identificador del requerimiento	Nombre: Operación
<p>Descripción:</p> <p>Se debe garantizar que el entorno virtual implemente estilos parecidos a los de la realidad, para que el usuario se familiarice fácilmente con el mismo.</p>		
<p>Criterios de Aceptación:</p> <p>El del usuario debe cumplir los estándares de manipulación establecidos por la herramienta.</p>		

Requerimientos de Implementación

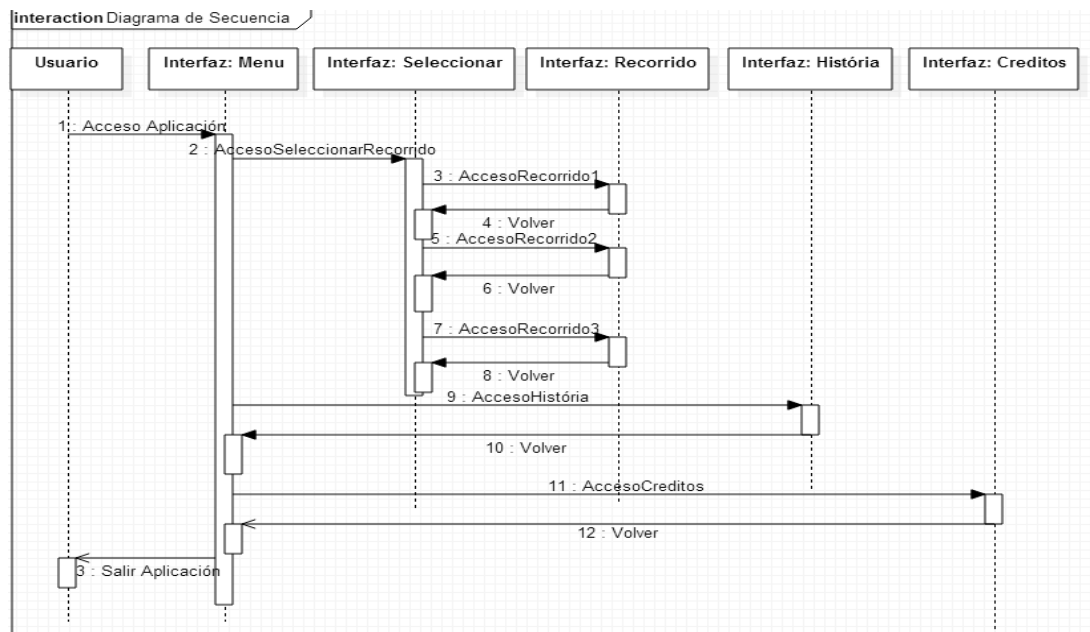
Tabla 28. Requerimientos de Implementación Lenguaje

001	Identificador del requerimiento	Nombre: Lenguaje
Descripción:		
Se debe desarrollar en una herramienta que agrupe el conjunto de tecnologías necesarias para implementar y ejecutar en forma segura el entorno virtual.		
La herramienta que se utilizara es Unity donde se tendrá un fácil manejo al desarrollar el modelo en 3D.		

Diagrama de Secuencia

El diagrama de secuencia aparece la interacción entre el sistema y el usuario, mostrando la arquitectura basada en Cliente – Servidor. En ella se representa la ejecución y las funcionalidades de la creación simple de una escena en un escenario determinado.

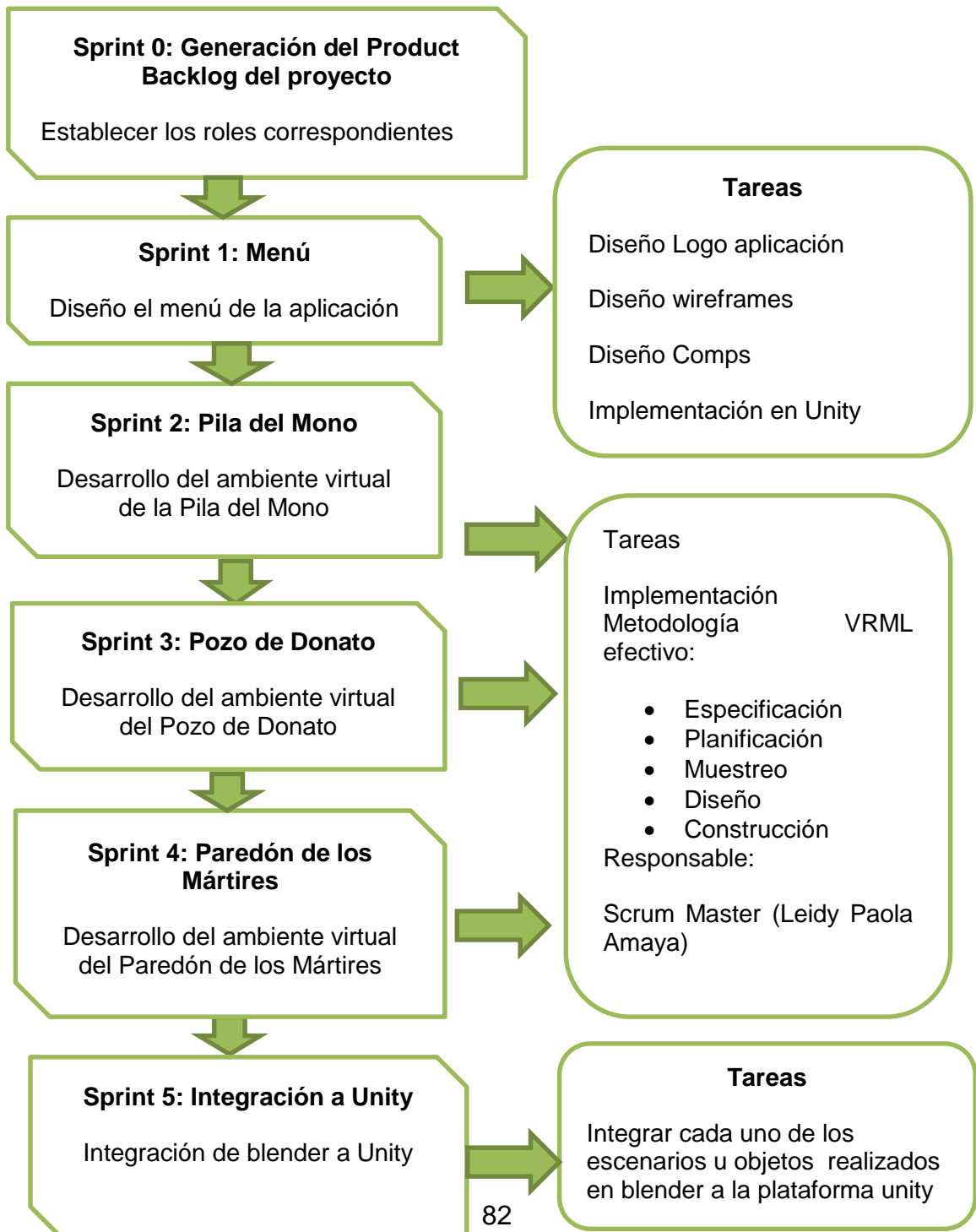
Figura 39 Diagrama de Secuencia



ANEXO D SPRINTS

Para el desarrollo del proyecto se desarrollan 6 Sprints. En la figura 41 se muestra cada uno, para así implementarlos en el ambiente virtual.

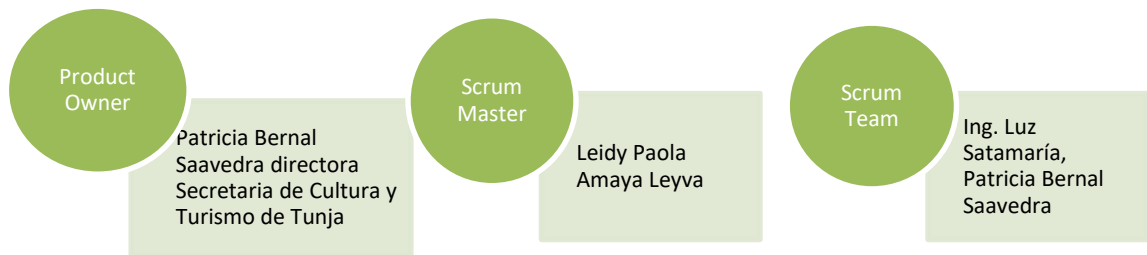
Figura 40 Sprints del Proyecto



Sprint 0: Generación del Product Backlog del proyecto

Para esta metodología se tienen que establecer ciertos roles donde se desempeña como cabeza del proyecto o dueño del producto (Product Owner), encargado de realizar una lista de funciones a realizar (Product Backlog). Luego se realiza mensualmente una reunión rápida de planeación con el equipo de trabajo (Scrum Team), en este encuentro se examinan las tareas realizadas y faltantes, y se proponen metas a cumplir para la próxima reunión. (Trigas Gallego, 2014). Los roles que se tienen en cuenta para la realización del proyecto se muestran en la figura 42

Figura 41: Roles para el desarrollo del Proyecto



Instalación Herramientas.

Las herramientas que se instalan para el desarrollo del proyecto son Unity 5.0 y Blender 2.73 utilizado para el modelamiento de los ambientes virtuales.

Para ejecutar el código en dispositivos android con Unity se debe realizar las siguientes configuraciones:

1. Descargar el SDK de Android: Descargar y descomprimir el último SDK de Android.
2. Instalación del SDK de Android: Al momento de la instalación asegurarse de agregar al menos una plataforma de Android con el nivel API igual o superior a 9 y los controladores USB.
3. Obtener el dispositivo reconocido por el sistema: Si el dispositivo no se reconoce usar automáticamente los controladores desde el SDK de Android, esto

se hace a través del Administrador de dispositivos de Windows. Activar la "Depuración USB" en el dispositivo.

4. Agregar la ruta del SDK de Android para Unity: La primera vez que se genera un proyecto para Android hay que seleccionar la carpeta raíz de la instalación SDK.

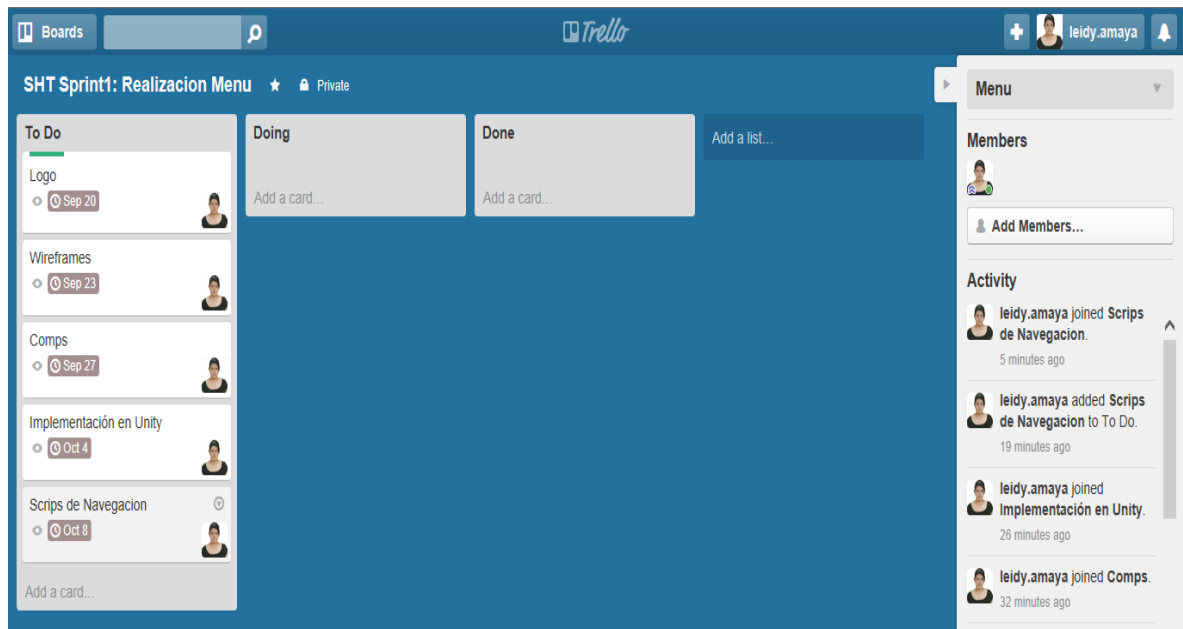
Sprint 1: Menú

En este sprint se realiza el diseño del menú de la aplicación, para esto se determinan diferentes tareas que identifican los procesos para la realización de este sprint. Para el diseño del menú de la aplicación se debe tener en cuenta:

- Tipografías: Usar una tipografía clara, donde la idea es crear un diseño ordenado.
- Colores y texturas: Es importante crear un contraste entre los elementos que conforman la aplicación, teniendo en cuenta los detalles.
- Iconografía: El icono debe ser una imagen que sea simple y fácil de distinguir.
- Tamaños y escalas del icono: 36x36dp, 48x48dp, 72x72dp, 96x96dp, 144x144dp.
- Barra de Acciones: Son muy importantes para la navegación que se desea tener dentro de la aplicación, donde cada uno de ellos representará una única acción determinada.
- Botones: En android se utilizarán dos tipos de botones: el básico y el sin bordes, ambos pueden contener además de textos, imágenes descriptivas de lo que se quiere hacer.

En la siguiente figura se establecen las tareas que se van a realizar utilizando trello, herramienta que permite que cualquier usuario vea lo que se está haciendo en un momento determinado, ofreciendo para ello un panel de información bastante completo e intuitivo. En trello, figura 43 se establecen las fechas y el tiempo necesario para terminar cada una de las tareas y clasificarlas si son tareas para hacer, si se están haciendo o si ya se han terminado.

Figura 42: Tareas del Proyecto



Fuente: El autor herramienta trello.com

Para el diseño del logo se utiliza photoshop editor de gráficos donde se realizan diferentes efectos para así tener una buen logo y editarlo según el tamaño que especifica android. El logo figura 44 es inspirado en la historia y cultura que tiene Tunja haciendo referencia a los muiscas que estuvieron en esa época.

Figura 43: Logo



Para la aplicación es necesario diseñar el logo en diferentes tamaños, para que así cuando la aplicación es instalada, dependiendo el tamaño de la pantalla del dispositivo se instale la más adecuada. En la tabla 29 se establecen cada una de las imágenes con su respectivo tamaño.

Tabla 29: Tamaños del Logo

Logo	Tamaño
	36x36dp
	48x48dp
	72x72dp
	96x96dp
	144x144dp

WIREFRAMES

Se desarrolla cada una de las pantallas que va tener la aplicación, dando a conocer aspectos generales del sistema. A continuación se muestran los wireframes desarrollados en la herramienta cacao.

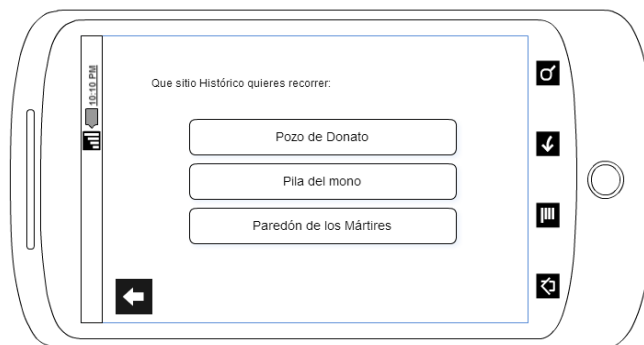
En la figura 45 se realiza la pantalla del menú donde se encuentra los botones de empezar recorrido, un poco de historia, créditos y salir.

Figura 44: Wireframe Menú



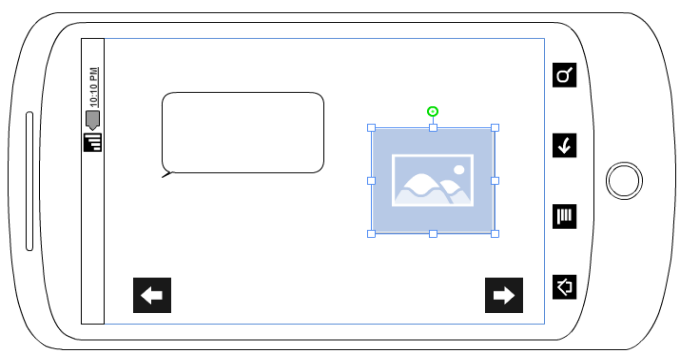
Para la selección del escenario que se quiere recorrer se cuenta con un botón por cada uno de los escenarios como se muestra en la figura 46. Con otro botón para regresar al menú.

Figura 45: Wireframe Seleccionar Recorrido



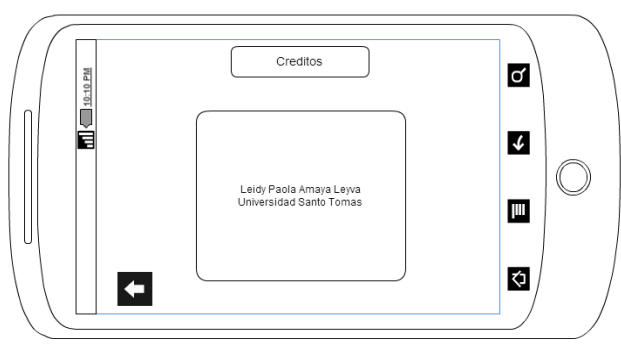
En la figura 47 se muestra la pantalla de un poco de historia donde el usuario conoce mas acerca de la Ciudad de Tunja.

Figura 46 Wireframe Historia



Los creditos que son donde se da a conocer acerca de las personas que contribuyeron en la realización del proyecto. Figura 48.

Figura 47: Wireframe Créditos



COMPS

Se da a conocer como son utilizados los assets gráficos de la aplicación. Cada comp se realiza con los colores e imágenes que va llevar la aplicación, realizando una escena por cada una de las interfaces. En la tabla 30 se muestran las imágenes de cada pantalla.

Se desarrolla una imagen donde se integra el título y el logo de la aplicación figura 49.

Figura 48: Imagen Sitios Históricos



Tabla 30. Comps

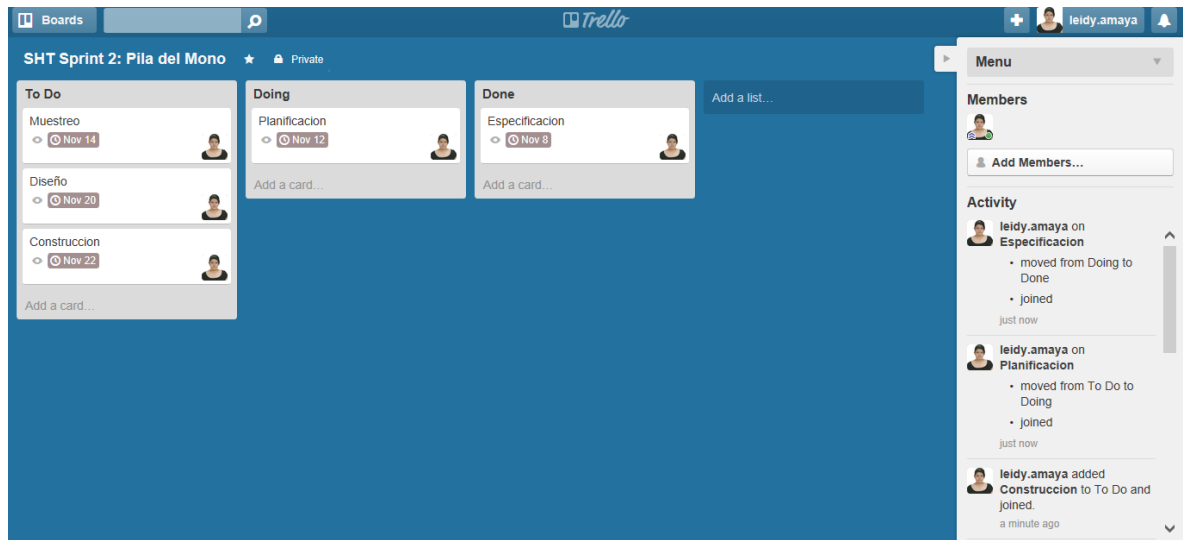
<p>Menú</p> 	<p>Seleccionar Recorrido</p> 
<p>Un poco de Historia 1</p> 	<p>Créditos</p> 

Sprint 2: Pila del Mono

En este sprint se realiza el escenario del ambiente virtual de la Pila del Mono, utilizando la metodología VRML efectivo donde se desarrollan cada una de las etapas de la metodología

En la figura 50 se observa las tareas que se realizan para la implementación metodología VRML efectivo

Figura 49: Tareas Pila del Mono



Fuente: El autor herramienta trello.com

A continuación se procederá a la descripción de cada una de las etapas para el desarrollo del ambiente virtual de la Pila del Mono:

- Especificación.

Se desarrolla el escenario de la pila del Mono donde el usuario recorre el sitio y encuentra información histórica del lugar.

Información que se encuentra en el ambiente virtual

“Monumento y plazoleta situado en el Centro Histórico de Tunja”

“Plazoleta cercana a la plaza de Bolívar“

“Es el rincón urbanístico más bello de la ciudad”

“Fue el lugar donde los habitantes de la ciudad se proveyeron del agua de esta pila publica”

“El Mono representa el Dios del Silencio”

“Obra del escultor Diego Morales”

“Tiene el dedo índice derecho sobre los labios, indicándoles a las aguadoras de abstenerse de conversar”

- Planificación.

En esta etapa del desarrollo del ambiente virtual de la Pila del Mono el objetivo es crear un modelo en el que el usuario pueda interactuar con el ambiente sin ningún problema de manera fácil y sencilla. Para el desarrollo del ambiente se cuenta con la colaboración del secretario de Turismo quien da a conocer la historia del lugar y algunas fotografías para realizar el modelamiento de cada uno de los objetos que se encuentran en el lugar. También se tomaron fotografías del lugar donde se identifican los diferentes objetos que se encuentran en el escenario, para empezar la construcción de cada uno de ellos utilizando la herramienta blender para así luego integrarlo a Unity.

- Muestreo

En esta etapa se identifican los objetos que se encuentran en el ambiente virtual y que se tienen que modelar, realizando los esquemas de la fuente, el Mono, la plazoleta y cada una de las casas que están alrededor. Se establecen cada uno de los espacios y las dimensiones que tiene el ambiente, se determinan las distancias entre los elementos más importantes. Para modelar cada uno de los objetos se utilizan las técnicas de modelado en 3D como NURB.

- Mono
- Fuente
- Casas
- Lámpara
- Postes de luz
- Caneca de Basura
- Escalones

Imágenes para el desarrollo del escenario, Fotografías Pila del Mono

Figura 50: Pila del Mono



Figura 51: Fuente Pila del Mono



Figura 52: Mono de la Pila



- Diseño

Se realiza un diseño de cada uno de los objetos que se encuentran en el escenario, con herramienta blender se realiza el escenario de la pila del Mono.

Figura 53. Diseño en Blender Mono

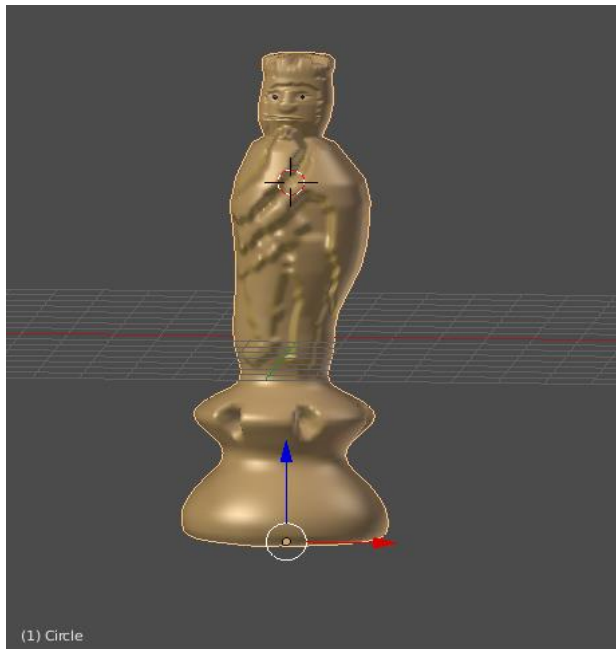


Figura 54: Diseño en Blender Fuente Pila del Mono

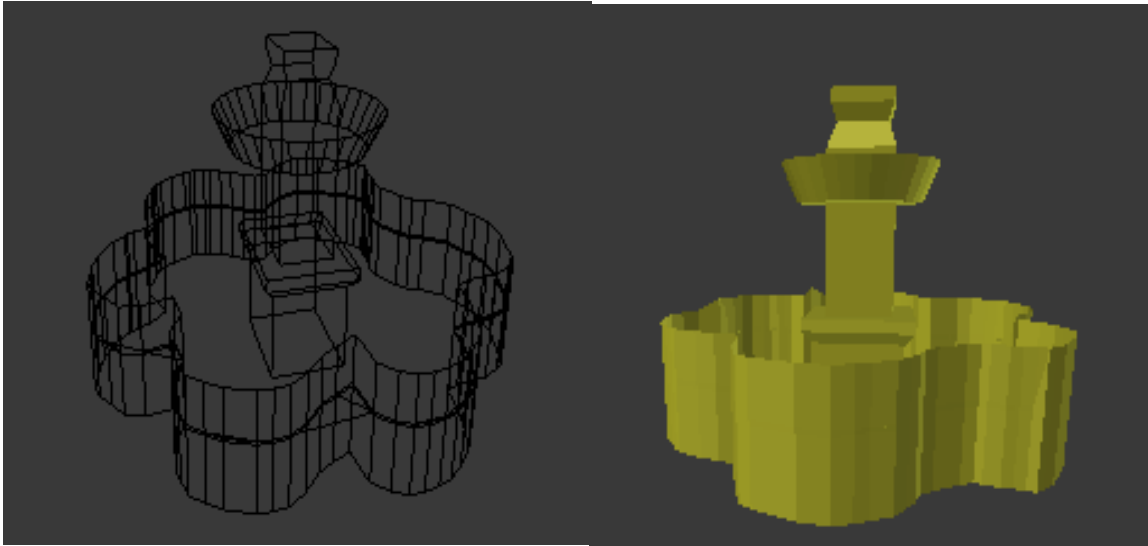


Figura 55: Diseño en Blender Plazoleta

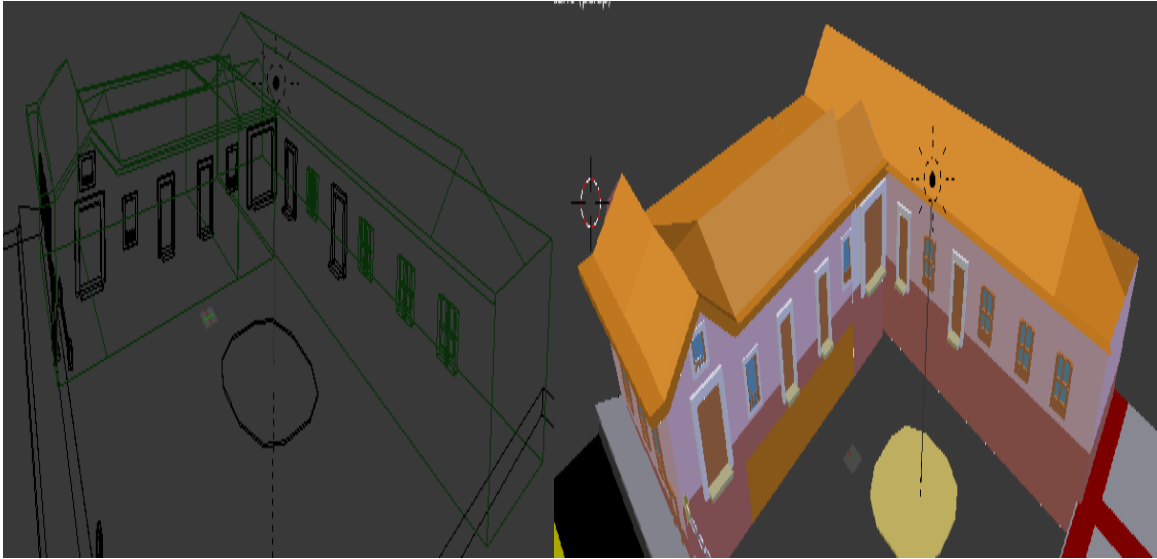
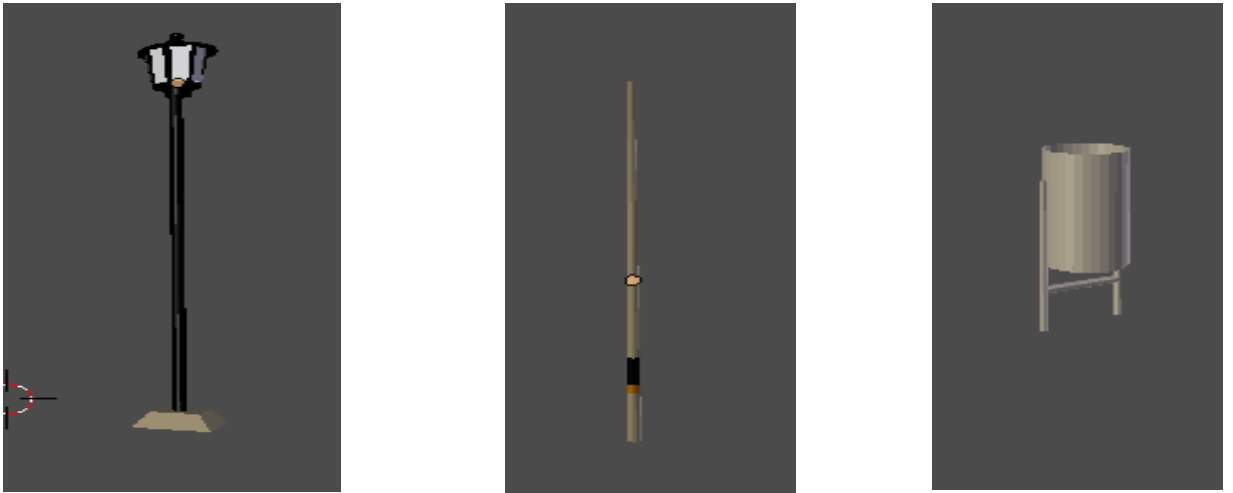


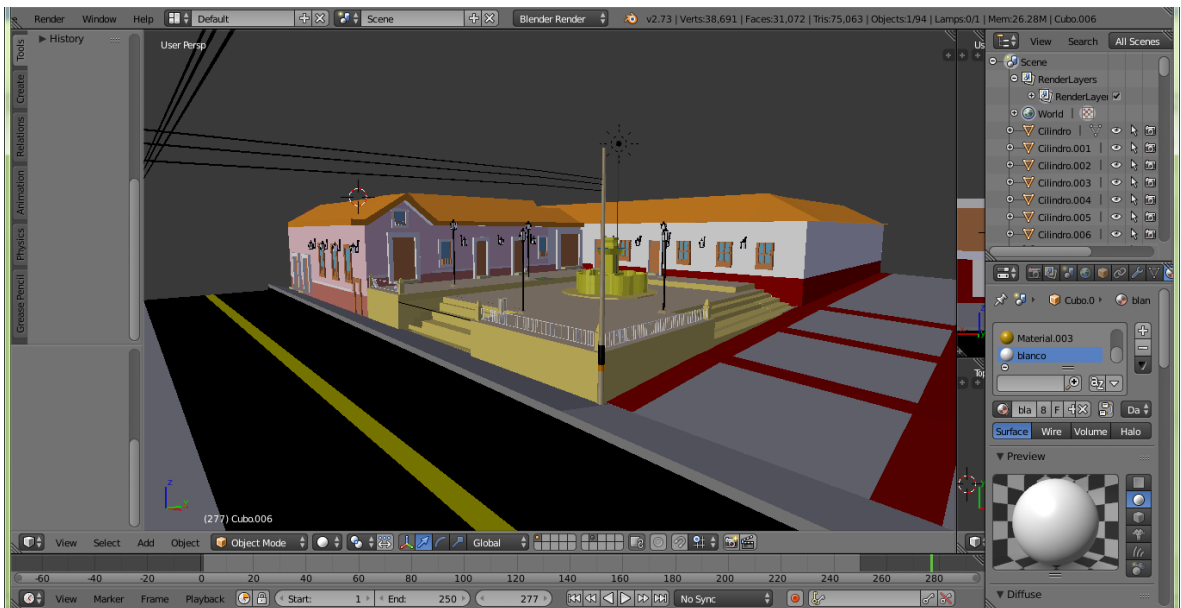
Figura 56: Diseño en Blender otros Objetos



- Construcción

En la figura 58 se tiene el ambiente virtual terminado, con cada uno de los objetos que la componen.

Figura 57 Diseño Final en Blender Pila del Mono



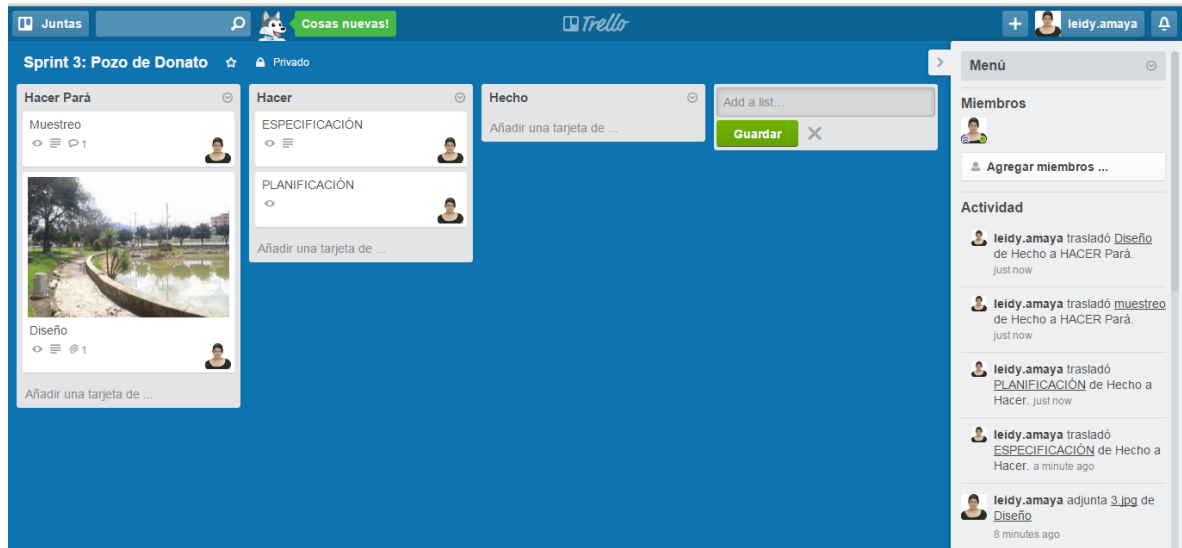
Terminado el ambiente virtual hecho en blender se realiza la integración a Unity creando una nueva escena llamada "PILAMONO". Esta integración se realiza en el sprint 5.

Sprint 3: Pozo de Donato

En este sprint se realiza el escenario del ambiente virtual del Pozo de Donato, utilizando la metodología VRML efectivo donde se desarrollan cada una de las etapas de la metodología

En la figura 59 se observa las tareas que se realizan para la implementación metodología VRML efectivo

Figura 58 Tareas Pozo de Donato



Fuente: El autor Herramienta Trello.com

A continuación se procederá a la descripción de cada una de las etapas para el desarrollo del ambiente virtual del Pozo de Donato:

- Especificación.

El desarrollo del escenario del Pozo de Donato se implementa para que el usuario recorra el sitio y encuentra información histórica del lugar.

Información que se encuentra en el ambiente virtual

“Está situado en el Norte de Tunja”

“El Zaque más antiguo de Tunja, se llamó Hunzahúa, oriundo de Ramiriquí. “

“Hunzahúa se enamoró de su hermana, pero la madre no le dio la mano de su hija porque estaba prohibido tener enlaces con sus propias hermanas”

“Hija y madre se hallaban sentadas junto a una enorme olla de arcilla que estaba llena de chicha“

“La cacica regaño a su hija por el enlace con su propio hermano“

“Comenzó una fuerte discusión entre ambas, donde la madre tomo un palo que servía para revolver la chicha“

“Lanzo un garrotazo a la muchacha, y el golpe pego en la olla“

La vasija se volvió pedazos y la chicha se derramo en el suelo formando un pequeño lago de agua.”

“A la llegada de los conquistadores de Hunza, los chibchas echaron muchos tesoros de oro y esmeraldas en el Pozo”

La leyenda dice que en el fondo del “Pozo de Donato” hay una larga y gruesa viga de oro tendida horizontalmente por debajo de la tierra desde el lago hasta la Catedral de Tunja”

- Planificación.

En el desarrollo del ambiente virtual del Pozo de Donato, se crea el escenario donde el usuario interactúa con el ambiente virtual. Para el desarrollo del ambiente se cuenta con la colaboración del secretario de Turismo quien da a conocer la historia del lugar y algunas fotografías para realizar el modelamiento de cada uno de los objetos que se encuentran en el lugar.

- Muestreo

En esta etapa se identifican los objetos que se encuentran en el ambiente virtual y que se tienen que modelar. Este ambiente virtual cuenta con varios objetos entre ellos tenemos:

- Pozo
- Chozas
- Arboles
- Estatuas en piedra
- Terreno
- Casa
- Sillas
- Lámparas
- Botes de basura
- Rejas
- Muros

En la figura 60 se muestran las fotografías para el diseño de cada uno de los objetos.

Figura 59: Imágenes Pozo de Donato



- Diseño

Para modelar cada uno de los objetos se utilizan las técnicas de modelado en 3D como NURB.

Figura 60 Diseño en Blender Plano Pozo de Donato

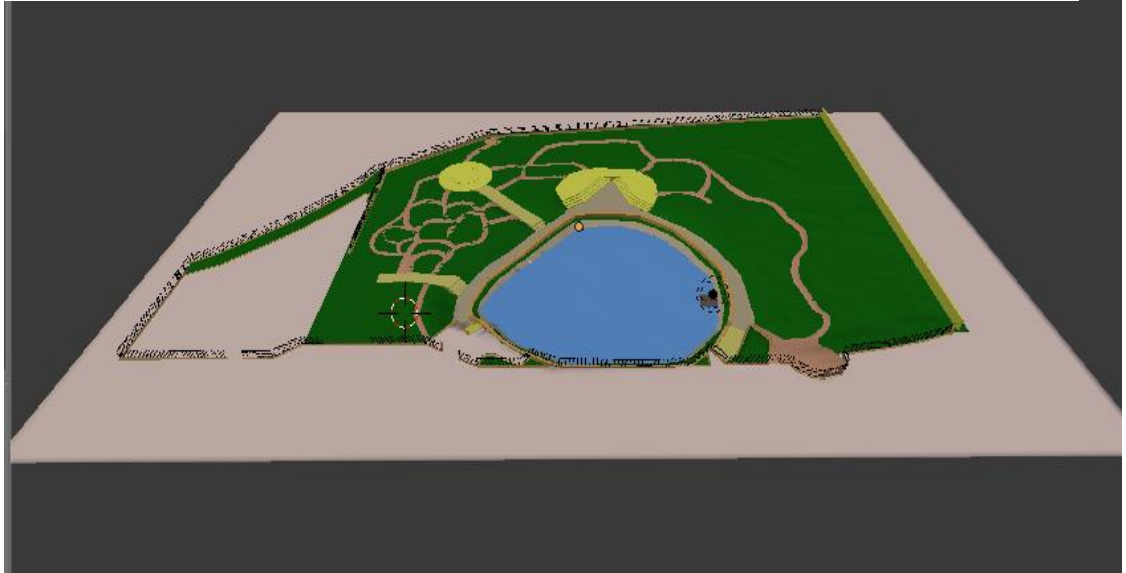


Figura 61 Diseño en Blender Casa Pozo de Donato

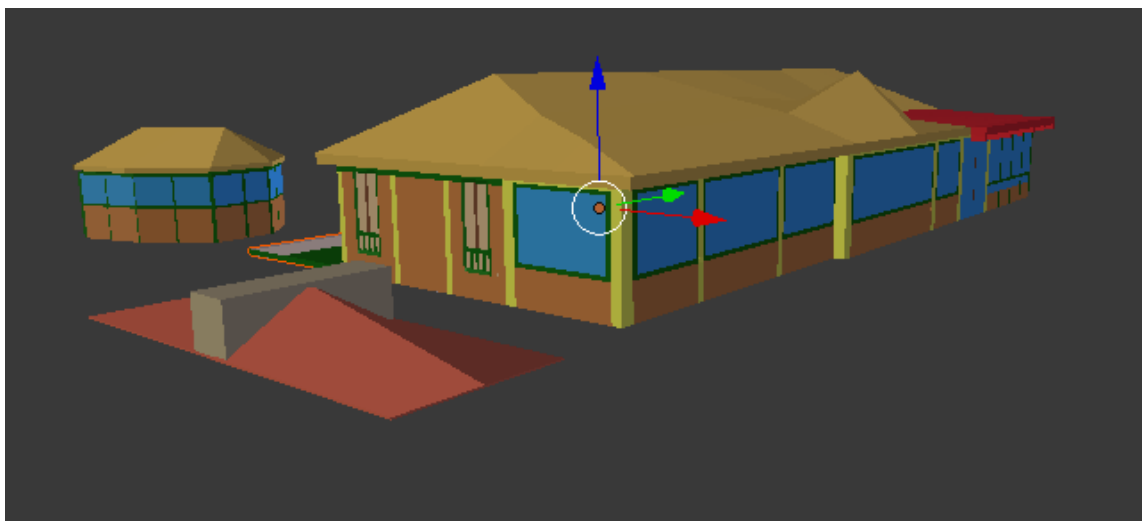


Figura 62 Diseño en Blender Choza Pozo de Donato



Figura 63 Diseño en Blender Estatuas en Piedra Pozo de Donato

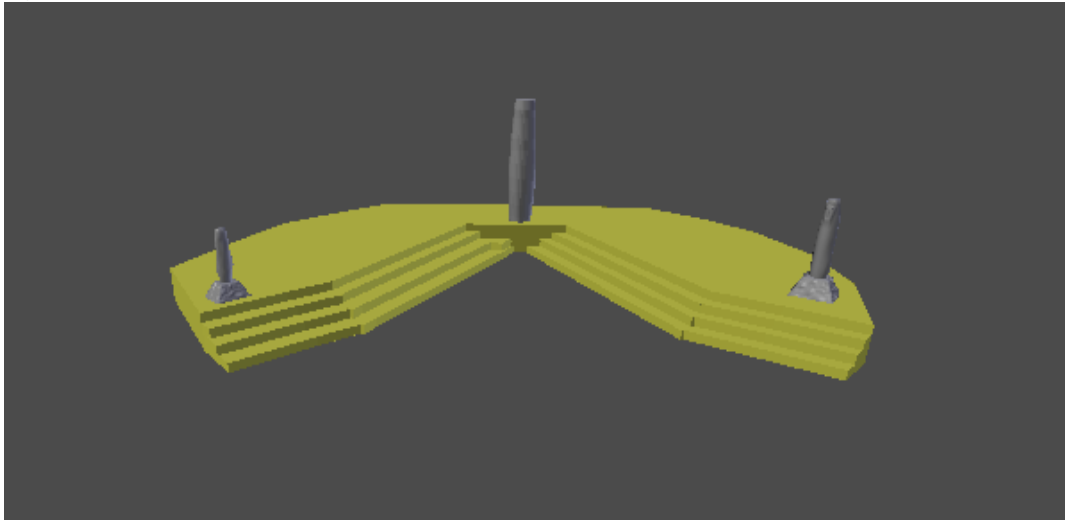


Figura 64 Diseño en Blender Objetos Pozo de Donato

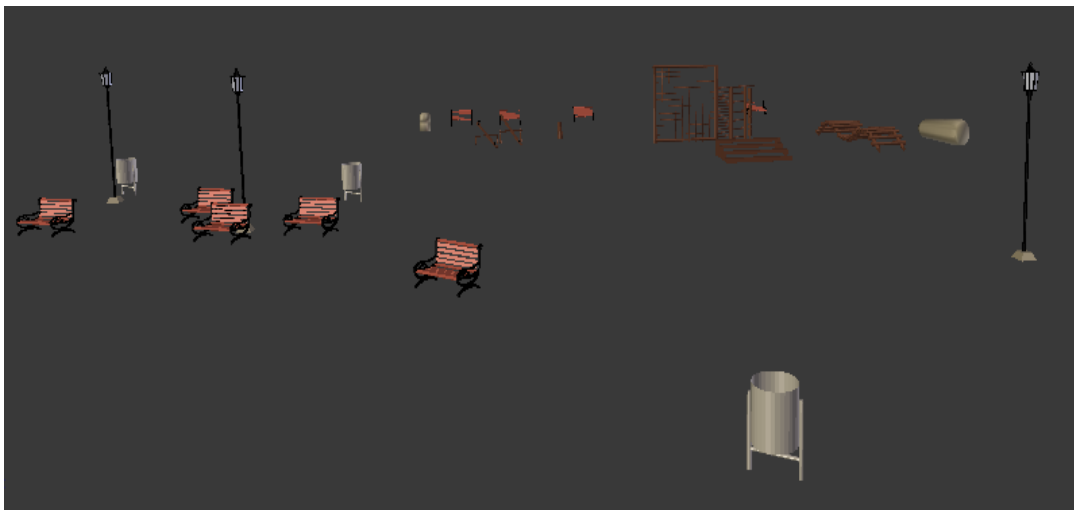
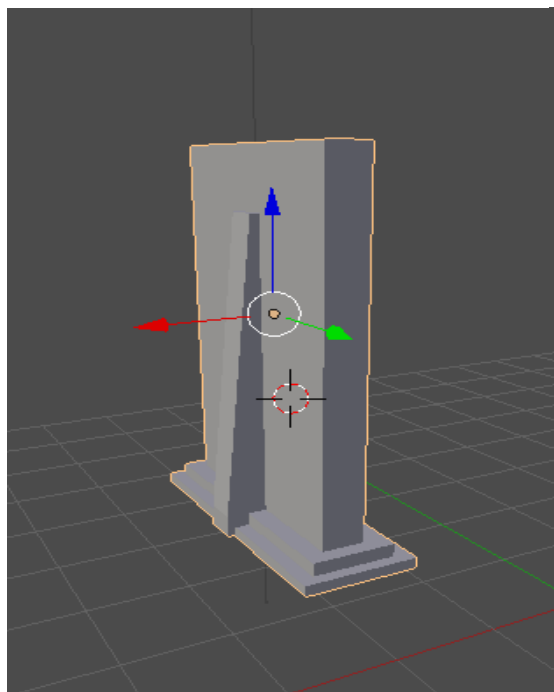


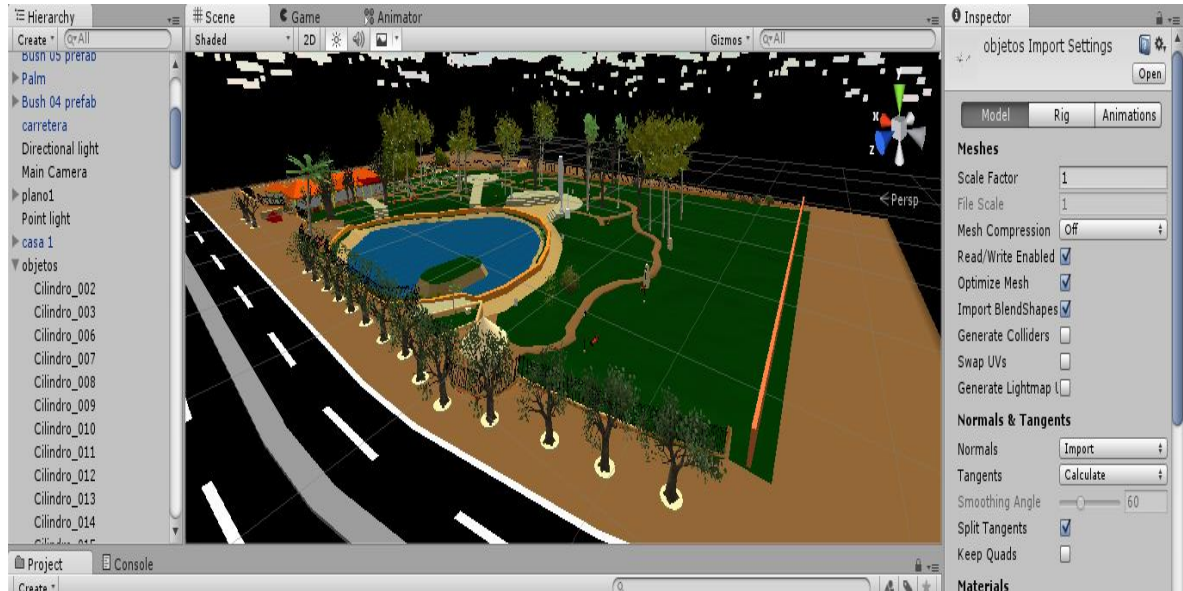
Figura 65. Diseño en Blender Muro



- Construcción

En la figura 67 se tiene el ambiente virtual terminado, con cada uno de los objetos que la componen.

Figura 66 Diseño en Blender Pozo de Donato



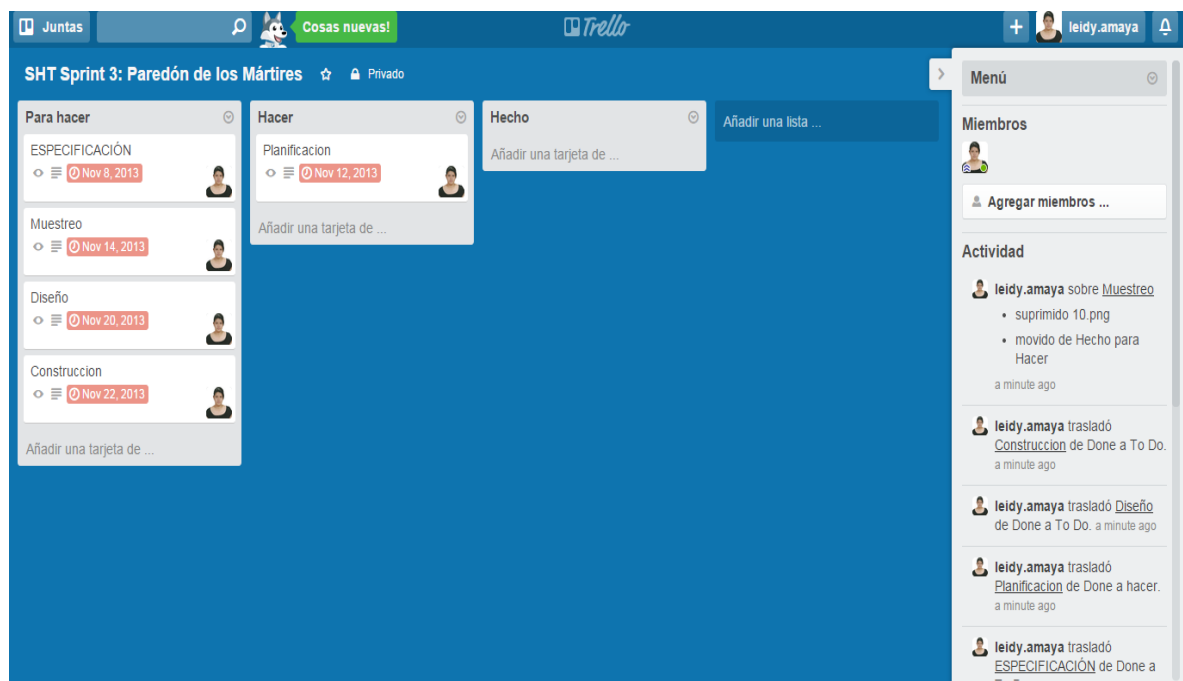
Terminado el ambiente virtual hecho en blender se realiza la integración a Unity creando una nueva escena llamada "POZODONATO". Esta integración se realiza en el sprint 5.

Sprint 4: Paredón de los Mártires

En este sprint se realiza el escenario del ambiente virtual del Paredón de los Mártires, utilizando la metodología VRML efectivo donde se desarrollan cada una de las etapas de la metodología

En la figura 68 se observa las tareas que se realizan para la implementación metodología VRML efectivo

Figura 67 Tareas Paredón de los Mártires



Fuente: El autor Herramienta Trello.com

A continuación se procederá a la descripción de cada una de las etapas para el desarrollo del ambiente virtual de la Paredón de los Mártires:

- Especificación.

La realización del Paredón de los Mártires se implementa para que el usuario recorra el sitio y encuentra información histórica del lugar.

Información que se encuentra en el ambiente virtual

“Monumento histórico del Régimen del Terror en la guerra de Independencia en el Nuevo Reino de Granada”

”Ubicado en el costado norte del Bosque de la República”

”Un gran bosque en el cual se eligieron diversos monumentos y representaciones de la Independencia”

”Lugar reconocido como santuario.”

” Muro original en adobe”

“Es célebre porque allí fueron fusilados los gobernadores de la Provincia de Tunja, José Cayetano Vásquez y Juan Nepomuceno Niño.

- Planificación.

En el desarrollo del ambiente virtual del Paredón de los Mártires él se crea el escenario donde el usuario interactúa con el ambiente sin ningún problema. Para el desarrollo del ambiente se cuenta con la colaboración del secretario de Turismo quien da a conocer la historia del lugar y algunas fotografías para realizar el modelamiento de cada uno de los objetos que se encuentran en el lugar. También se tomaron fotografías del lugar donde se identifican los diferentes objetos que se encuentran en el escenario, para empezar la construcción de cada uno de ellos utilizando la herramienta blender para así luego integrarlo a Unity.

- Muestreo

En esta etapa se identifican los objetos que se encuentran en el ambiente virtual y que se tienen que modelar. Este ambiente virtual cuenta con varios objetos entre ellos tenemos:

- Monumentos
- Vidrio
- Piedra
- Casas
- Terreno

Imágenes para el desarrollo del escenario

Figura 68 Paredón de los Mártires



Figura 69 Monumentos Paredón de los Mártires



Figura 70. Casas Paredón de los Mártires



- Diseño

Se realiza un diseño de cada uno de los objetos que se encuentran en el escenario.

Figura 71. Diseño en Blender Casas Paredón de los Mártires

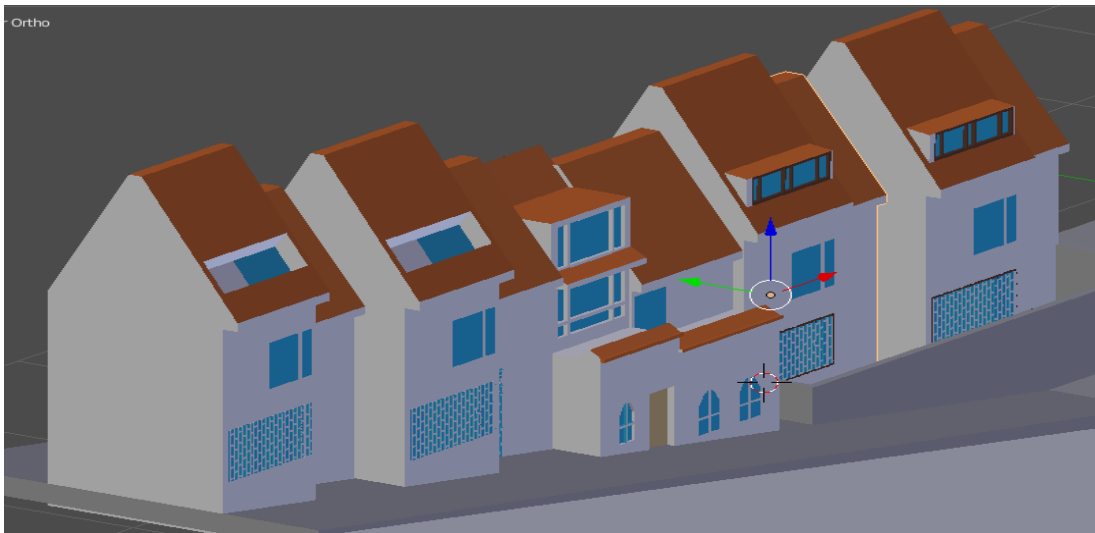


Figura 72 Diseño en Blender Terreno Paredón de los Mártires

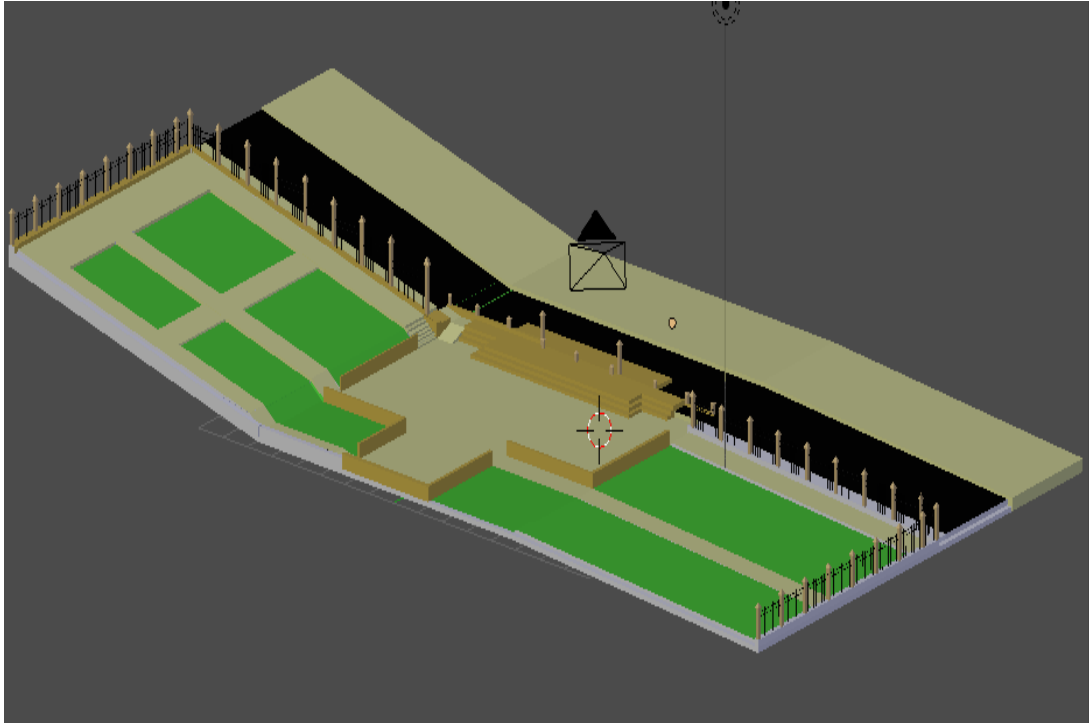


Figura 73 Diseño en Blender Paredón de los Mártires

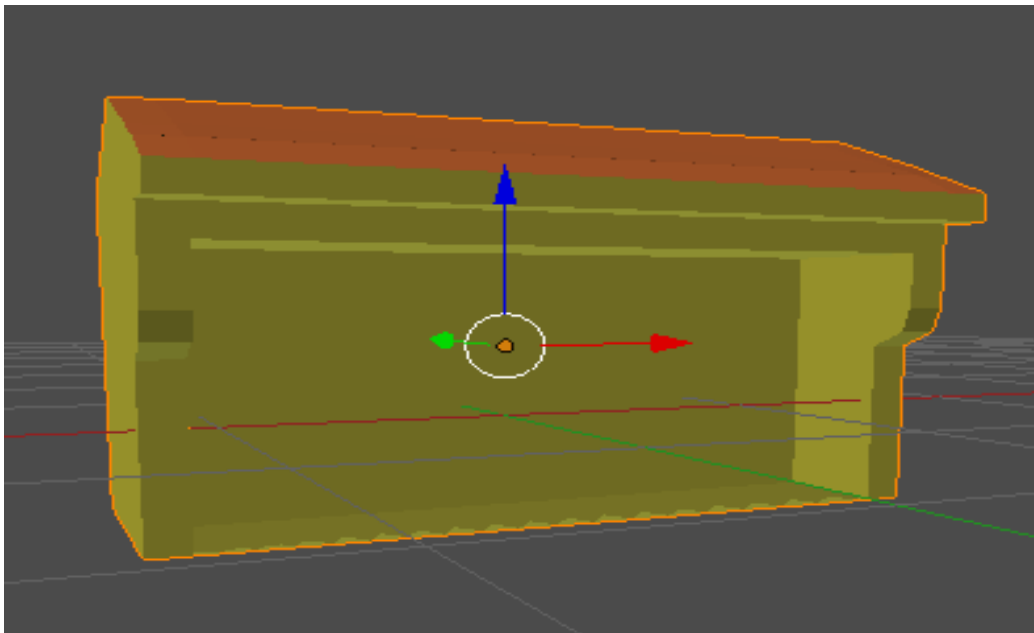


Figura 74 Diseño en Blender Piedra Paredón de los Mártires

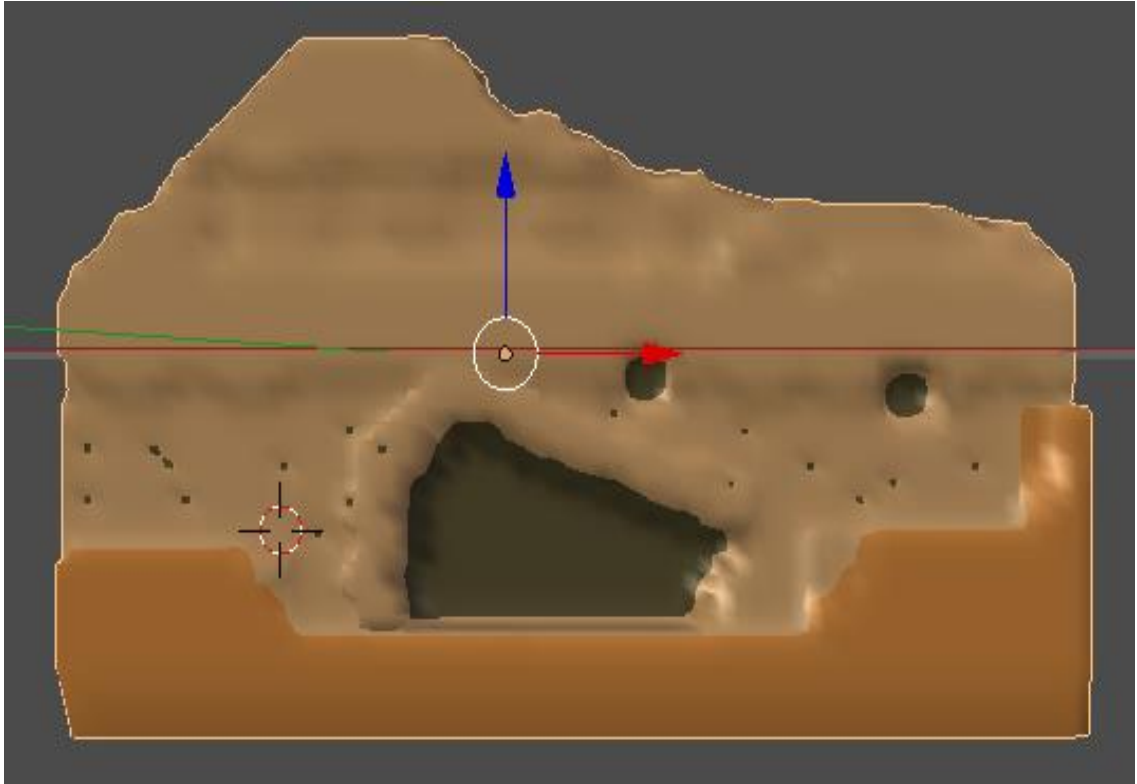
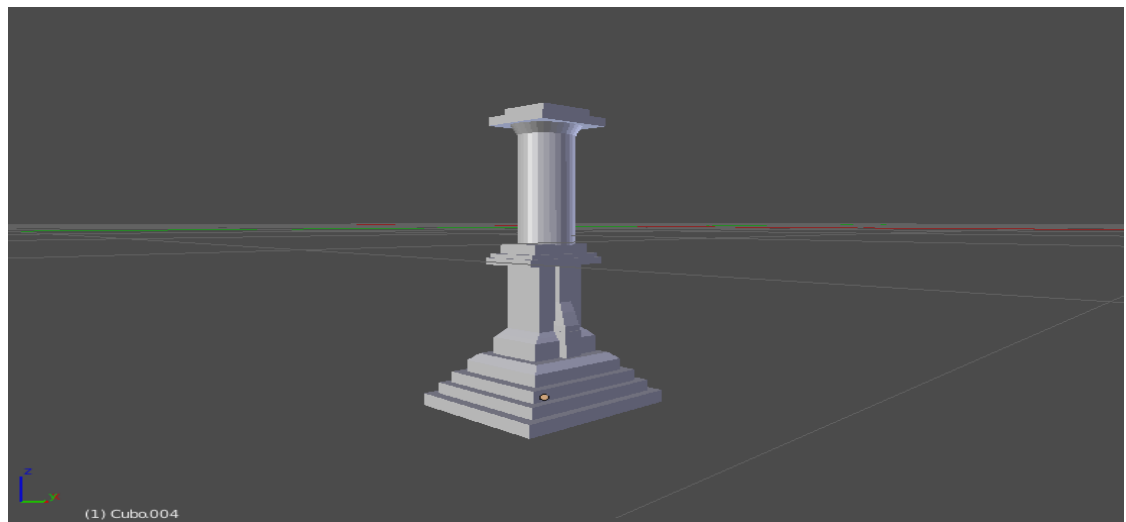


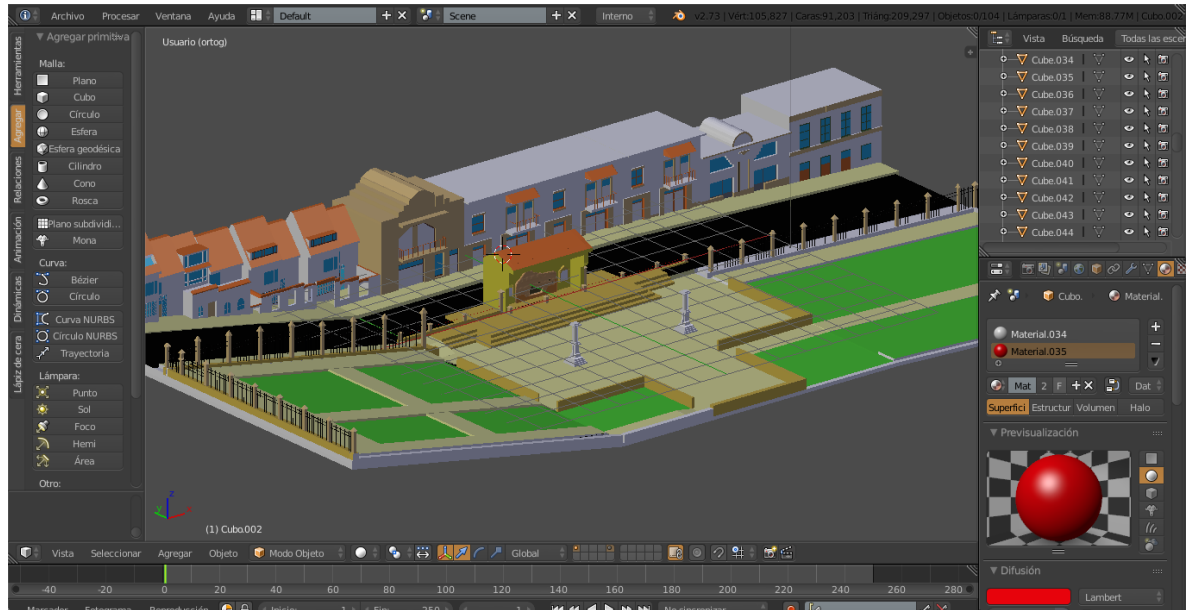
Figura 75 Diseño en Blender Monumento Paredón de los Mártires



- Construcción

En la figura 77 se tiene el ambiente virtual terminado, con cada uno de los objetos que la componen.

Figura 76 Diseño Blender Paredón de los Mártires



Terminado el ambiente virtual hecho en blender se realiza la integración a Unity creando una nueva escena llamada “PAREDONMARTIRES”. Esta integración se realiza en el sprint 5.

Sprint 5 Integración a Unity

Implementación en Unity

Unity trabaja principalmente con proyectos y escenas. En cada escena se crean objetos o se importan desde otros programas de modelado 3D, en este caso los realizados en Blender. Cada objeto de la escena es un “Objeto del Juego” (GameObject). En Unity se desarrolla 11 escenas:

- Escena 1 “MENU”
Objetos: Botones, Imágenes
- Escena 2 “SELECCIONARRECORRIDO”
Objetos: Botones, Avatars
- Escena 3 “PILAMONO”
Objetos: Botones, Ambiente virtual

- Escena 4 “POZODONATO”
Objetos: Botones, Imágenes
- Escena 5 “PAREDONMARTIRES”
Objetos: Botones, Ambiente virtual
- Escena 6 “HISTORIA1”
Objetos: Botones, Ambiente virtual
- Escena 7 “HISTORIA2”
Objetos: Botones, Imágenes, Historia
- Escena 8 “HISTORIA3”
Objetos: Botones, Imágenes, Historia
- Escena 9 “HISTORIA4”
Objetos: Botones, Imágenes, Historia
- Escena 10 “HISTORIA5”
Objetos: Botones, Imágenes, Historia
- Escena 11 “CREDITOS”
Objetos: Botones

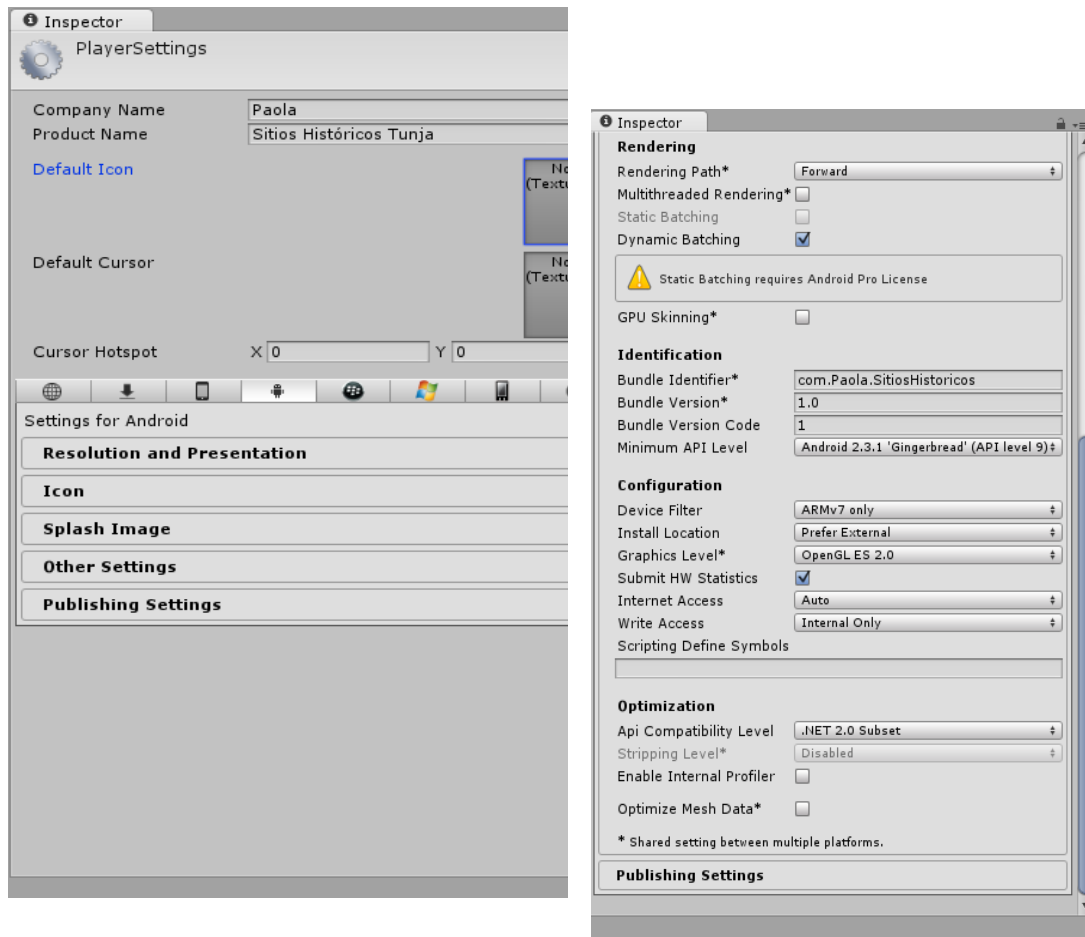
Configurar Unity para Android

En la construcción de aplicaciones para un dispositivo con Android se requiere un gran enfoque para desarrollar, donde se debe tener un entorno de desarrollo Android donde implica la descarga e instalación del SDK de Android con los diferentes plataformas Android y añadiendo su dispositivo físico para el sistema, después de tener este proceso ya se puede ejecutar código en el dispositivo Android o en un emulador de Android.

Unity proporciona las API de las secuencias de comandos para acceder a diversos datos de entrada y los ajustes. También permite llamar a funciones personalizadas escritas en C / C + + directamente desde los scripts de C #, optimizando las plataformas móviles.

Antes de empezar a trabajar con Unity se deben realizar las siguientes configuraciones como definir el nombre de la aplicación, el nivel mínimo de la API, y la localización de la instalación. Figura 78

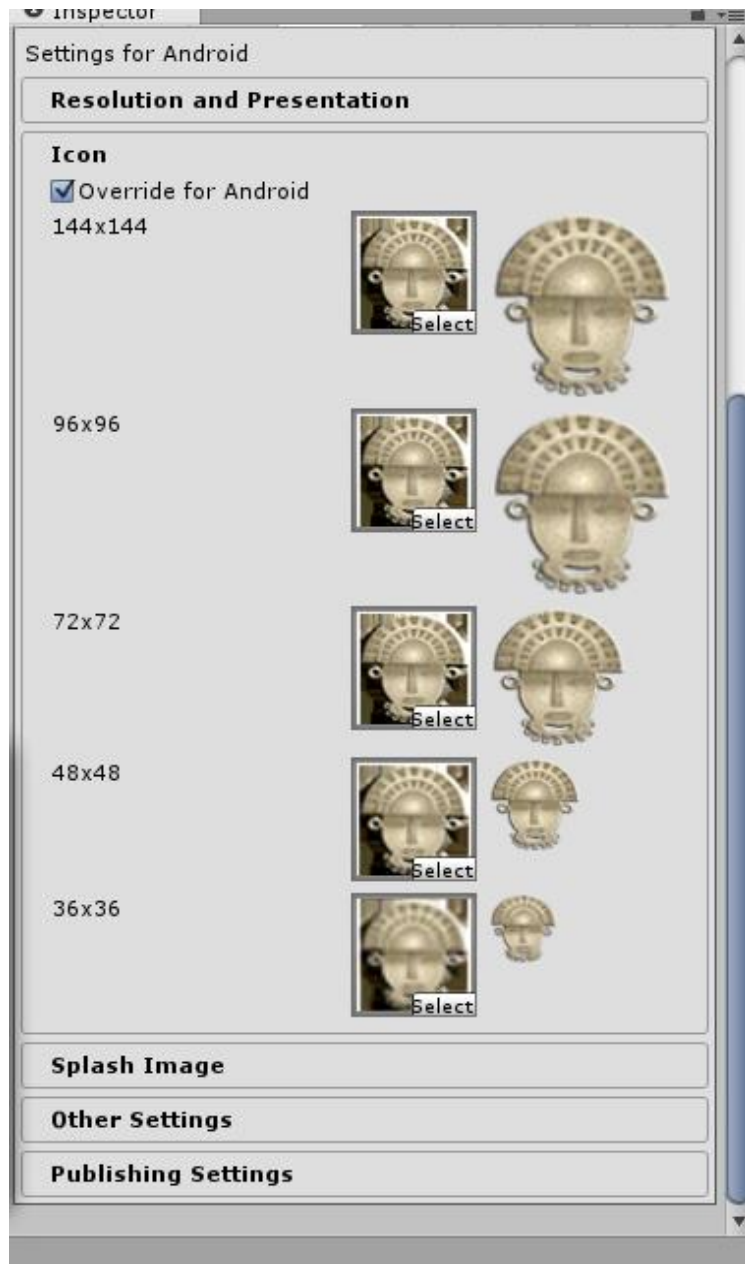
Figura 77: Configuraciones Unity para Android



Personalizar Icono

Al instalar la aplicación en pantalla se muestra el logo que sería la presentación de la aplicación. En Unity se debe colocar cada uno de los logos con sus respectivos tamaños como se muestra en la figura 79.

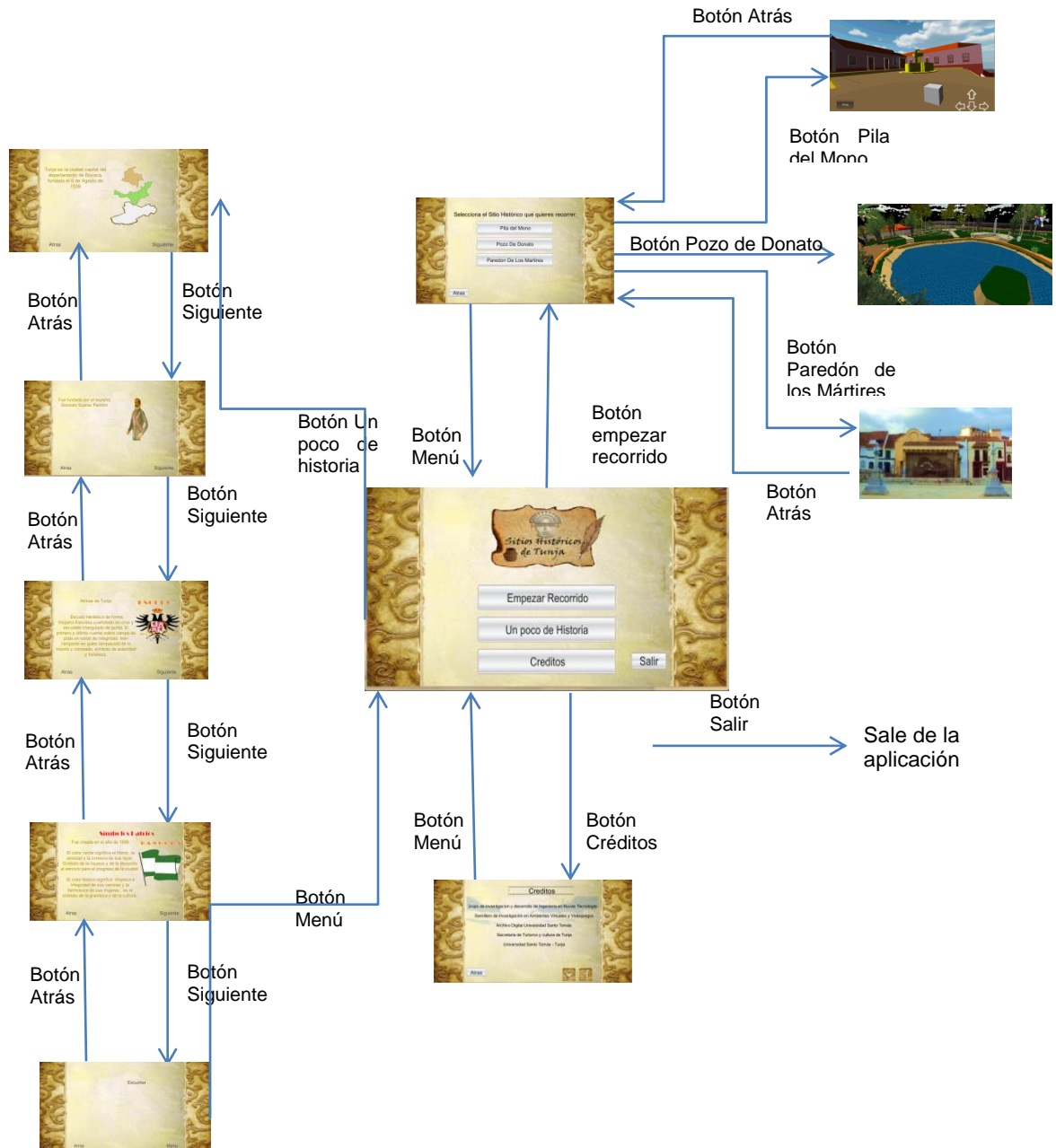
Figura 78: Logos en Unity



Navegación de la Aplicación

Navegación por cada una de las escenas. Figura 80

Figura 79: Navegación de las Escenas



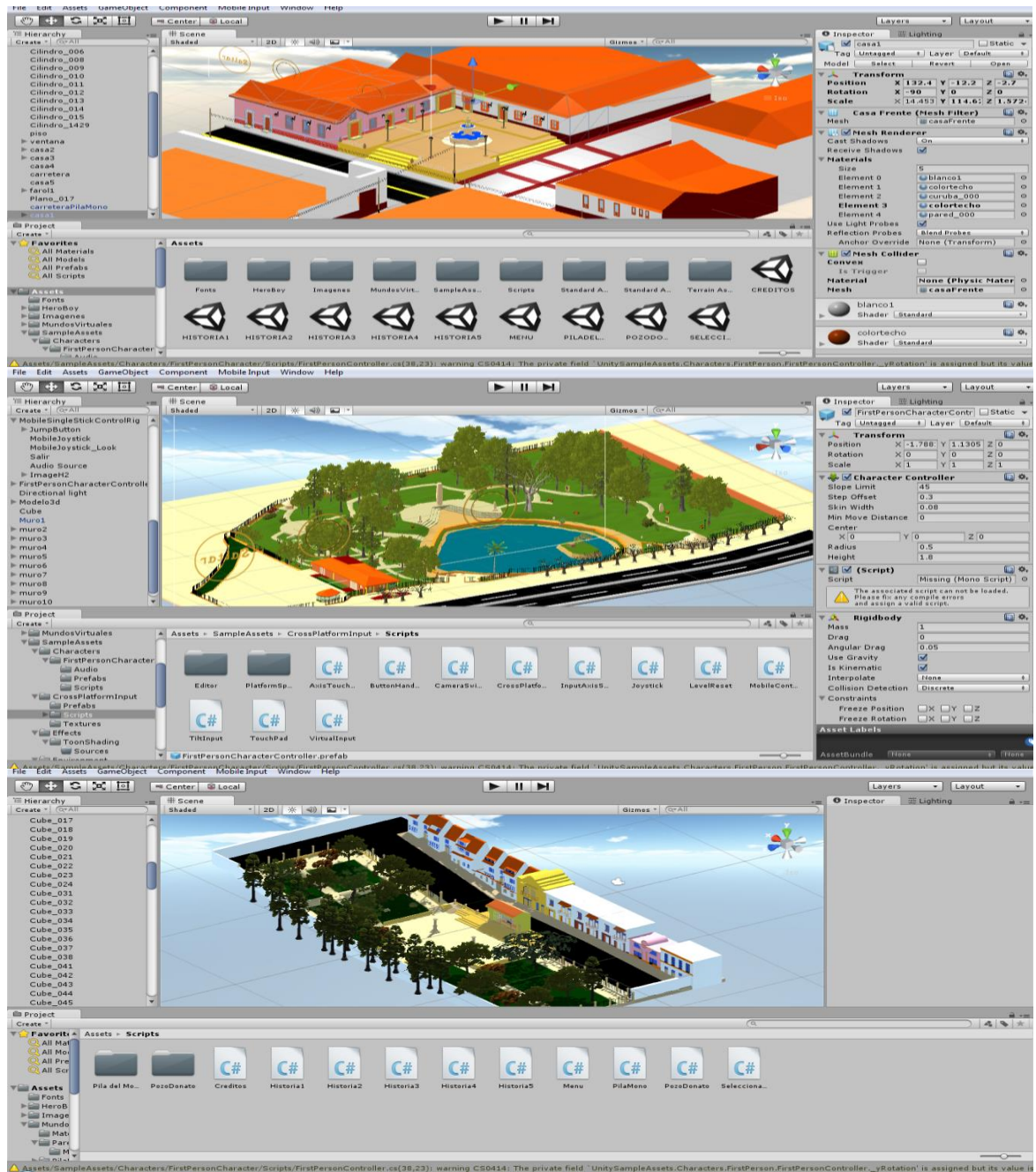
Con cada escenario realizado en blender, los objetos y el ambiente virtual se integran a Unity en las diferentes escenas ya creadas, “PILAMONO”, “POZODONATO” y “PAREDONMARTIRES”.

En la plataforma Unity se integran diferentes Assets que son utilizados para darle un mejor diseño a las escenas, estos son descargados de Assets Store de Unity. En la tabla 31 se muestra los importados e implementados en el proyecto.

Tabla 31 Assets importados

Nombre del Assets	Descripción
Terrain	Para crear diferentes tipos de arboles
Characters y CrossPlatformInput	Movimiento en el ambiente virtual por medio Joystick.

Figura 80 Ambientes virtuales Integrados a Unity



Cada GameObject consta de una serie de componentes. Algunos de los componentes utilizados en cada GameObjects del Ambiente Virtual son:

- Transform: Da la posición en la escena, rotación y tamaño de cada GameObject que se encuentra en el ambiente virtual.
- MeshRenderer: Renderiza el objeto en tiempo de ejecución.
- Colliders (Colisionadores): Son áreas que envuelven al GameObject, para que estos no sean traspasados por otros.
- Rigidbody: Adjudica al GameObject algunas características que tendría un cuerpo en la realidad: masa, gravedad, fricción este componente es utilizado en el personaje que realiza el recorrido.
- CharacterController: se implementa en el personaje principal, que será controlado por el Usuario.
- Animation: Utilizado para el movimiento del agua y del personaje principal
- AudioSource y AudioListener: Cualquier GameObject que emita sonidos debe tener estos componentes. Están Implementados en las tres escenas donde se encuentran los ambientes virtuales.
- Script: Añadido a diferentes GameObject. Escritos con C#, las funciones o métodos heredan de la clase principal de Unity: MonoBehaviour y que principalmente se utilizan en el proyecto son:
 - Start(): Este método se utiliza para iniciar cada uno de las escenas realizadas
 - OnCollisionEnter (): A este método se le llama cada vez que el objeto que lleva este Script colisiona con otro objeto de la escena.
 - OnTriggerEnter (): Los objetos que colisionen con él no reaccionarán como si de una colisión real se tratase, sino que pasarán de largo. No obstante quedará registrado que un objeto ha entrado en ese área definida por el colisionador. Este método detecta esa intrusión en dicha área. Esta clase es utilizada para que cuando se avance en el ambiente virtual valla apareciendo la información correspondiente y esta a su vez desaparezca.

En el editor de Unity, centro de la línea de producción donde ofrece un completo editor visual para crear cualquier tipo de aplicación es construido y en el gameplay se programa usando el lenguaje de scripts. Para la construcción y unión de las diferentes escenas se utilizan los siguientes scripts:

Script Escena Menú: en este script se crean los botones y cada una de las funciones y métodos que corresponden para el funcionamiento de la escena. La figura 82 muestra la estructura que tiene en común todas las escenas de este tipo.

Figura 81. Script Menú

```
1 using UnityEngine;
2 using UnityEngine.UI;
3 using System.Collections;
4
5 public class Menu : MonoBehaviour {
6
7     public Canvas SalirMenu;
8     public Button EmpezarRecorrido;
9     public Button Historia;
10    public Button Creditos;
11    public Button salir;
12
13
14    void Start () {
15        SalirMenu = SalirMenu.GetComponent<Canvas>();
16        EmpezarRecorrido = EmpezarRecorrido.GetComponent<Button>();
17        Historia = Historia.GetComponent<Button>();
18        Creditos = Creditos.GetComponent<Button>();
19        salir = salir.GetComponent<Button>();
20        SalirMenu.enabled = false;
21    }
22
23    public void MensajeSalir()
24    {
25        SalirMenu.enabled = true;
26        EmpezarRecorrido.enabled = false;
27        Historia.enabled = false;
28        Creditos.enabled = false;
29        salir.enabled = false;
30    }
31
32    public void VolverMenu()
33    {
34        SalirMenu.enabled = false;
35        EmpezarRecorrido.enabled = true;
36        Historia.enabled = true;
37        Creditos.enabled = true;
38        salir.enabled = true;
39    }
40
41    public void irSeleccionar()
42    {
43        Application.LoadLevel ("SELECCIONAR");
44    }
45
46    public void irHistorial()
47    {
48        Application.LoadLevel ("HISTORIA1");
49    }
50
51    public void irCreditos()
52    {
53        Application.LoadLevel ("CREDITOS");
54    }
55
56    public void SalirApp()
57    {
58        Application.Quit ();
59    }
60 }
```

El script empleado en los ambiente virtuales constan de componentes de Audio como Audio Source y Audio Listener, Funciones como triggers, Collision como se muestra en la figura 83.

Figura 82 Script triggers

```
1 using UnityEngine;
2 using System.Collections;
3
4 public class TriggerEpoca : MonoBehaviour {
5
6     public Canvas Epoca;
7
8     void OnTriggerEnter ()
9     {
10         Epoca.enabled = true;
11     }
12
13     void OnTriggerExit ()
14     {
15         Epoca.enabled = false;
16     }
17 }
18 |
--
37
38     public AudioSource Musica2;
39
40
41     void Start () {
42         MenuSalir = MenuSalir.GetComponent<Canvas>();
43         JumpButton = JumpButton.GetComponent<Image>();
44         MobileJoystick = MobileJoystick.GetComponent<Image>();
45         MobileJoystick_Look= MobileJoystick_Look.GetComponent<Image>();
46         Salir = Salir.GetComponent<Button>();
47         Saltar = Saltar.GetComponent<Text>();
48
49         Musica2.Play();
50
51
52
```

ANEXO E PRUEBAS

Métricas de Calidad

La ISO 9196 señala 6 factores generales, que se mencionan y evalúan a continuación con una serie de preguntas.

Funcionalidad: Funciones que satisfacen las necesidades establecidas. Corresponde al 20% del total de los 6 factores.

Tabla 32: Funcionalidad

Subcaracterística	Descripción	Valoración 1-10
Ajustabilidad	Las funciones con las que cuenta la aplicación cumplen con las tareas específicas	8
Precisión	Los resultados son los acordados al inicio de la aplicación	9
Interoperabilidad	La aplicación interactúa con los diferentes sistemas específicos	6
Conformidad	La aplicación se adhiere a los estándares y regulaciones de tipo legal	8
Seguridad	La prevención de acceso no autorizado a los datos o programas son soportados.	8
	Total	39

Confiabilidad. Mantener el nivel de rendimiento bajo condiciones establecidas por un periodo de tiempo establecido. Corresponde al 15% del total de los 6 factores.

Tabla 33: Confiabilidad

Subcaracterística	Descripción	Valoración 1-10
Madurez	La aplicación cuenta con la capacidad de evitar fallas.	7
Tolerancia a los defectos	La aplicación mantiene el nivel de funcionamiento en caso de defectos.	8
Recuperabilidad	El funcionamiento de la aplicación es recuperado en caso de fallas.	9
Total		24

Usabilidad. Uso y evaluación individual mediante un conjunto de usuarios establecidos. Corresponde al 20% del total de los 6 factores.

Tabla 34: Usabilidad

Subcaracterística	Descripción	Valoración 1-10
Comprensión	La estructura lógica de la aplicación es fácil de entender.	9
Aprendizaje	El uso de la aplicación es fácil de aprender	9
Operabilidad	El diseño de la aplicación es llamativo	9
Total		27

Eficiencia. Soporta relaciones entre el nivel de rendimiento del software y los recursos empleados bajo condiciones establecidas. Corresponde al 15% del total de los 6 factores.

Tabla 35: Eficiencia

Subcaracterística	Descripción	Valoración 1-10
Comportamiento de Tiempo	Los tiempos de respuesta y procesamiento son los indicados	9
Comportamiento de los recursos	La cantidad de recursos empleados son soportados	8
	Total	17

Portabilidad. Habilidad del software para transferirlo de un entorno a otro. Corresponde al 15% del total de los 6 factores.

Tabla 36: Portabilidad

Subcaracterística	Descripción	Valoración 1-10
Adaptabilidad	La aplicación se adapta a diferentes entornos específicos	7
Instalabilidad	La instalación de la aplicación es sencilla	9
	Total	16

Mantenibilidad. Soporta el esfuerzo para realizar modificaciones específicas. Corresponde al 15% del total de los 6 factores.

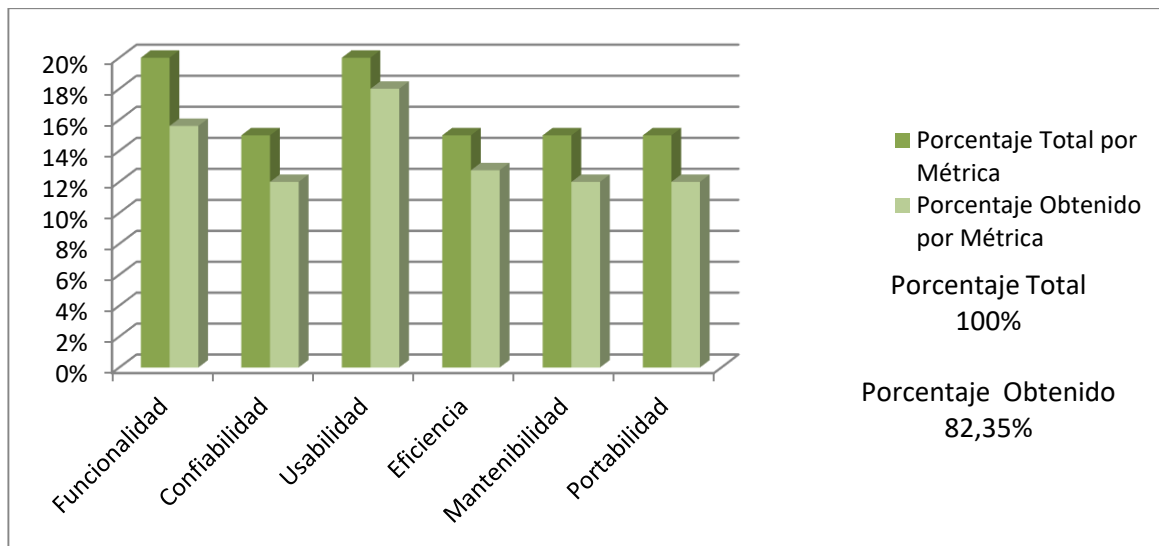
Tabla 37: Mantenibilidad

Subcaracterística	Descripción	Valoración 1-10
Analizabilidad	El diagnostico de deficiencias y fallas es fácil de modificar	9
Cambiabilidad	Los cambios que requiere la aplicación	8

	fáciles de adaptar	
Estabilidad	No se presentan riesgos o modificaciones inesperadas	7
Habilidad de pruebas	Las modificaciones son fáciles de validar	8
	Total	32

En la figura 84 se dan los resultados obtenidos por cada métrica establecida.

Figura 83. Resultado pruebas de Calidad



Para verificar la adecuada navegabilidad, los colores, tamaño y tipo de letra. Se establece un proceso de pruebas:

Pruebas de navegación: Se estableció una verificación de cada uno de los enlaces de la aplicación.

Se ha analizado que los enlaces creados lleven hacia el contenido correspondiente y tengan la funcionalidad adecuada conforme se ha establecido en la navegación.

Se ha verificado que los nombres de cada una de las escenas sean significativos para los usuarios, para así lograr un mejor manejo en la navegación de la aplicación por parte de los usuarios finales, Para esto se elabora la tabla 38 de checklist de navegación.

Tabla 38 Checklist de Navegación

Conceptos de navegación	Si	No
¿El diseño de la aplicación es eficiente, rápido e intuitivo?	X	
¿Verificó la consistencia de todos los enlaces?	X	
¿El menú de navegación es de fácil manejo?	X	
¿La aplicación mantiene una navegación consistente y coherente en todas las escenas?	X	

Pruebas de contenido: Se hace una revisión detallada de lo estético y dinámico que es la aplicación, a través de la navegación de los distintos escenarios teniendo en cuenta:

Tabla 39 Checklist de Contenido

Conceptos de Contenido	Si	No
¿La ortografía y redacción es correcta?	X	
¿Los enlaces principales corresponden a la aplicación?	X	
¿Las imágenes tienen tamaños adecuados?	X	

Pruebas de Seguridad: La aplicación no cuenta con ninguna seguridad de acceso, por lo que cualquier usuario puede ingresar a la aplicación, copiarla e instalada en el dispositivo móvil Android. En la tabla 36 se muestra el checklist de seguridad.

Tabla 40. Checklist de seguridad

Conceptos de seguridad	Si	No
¿La aplicación funciona correctamente y no presenta fallas en la plataforma Android?	X	
¿Se utilizan datos privados del usuario?		X

¿Los servicios ofrecidos son realizados a través de canales seguros?	X	
¿Cuenta con accesos restringidos, por ejemplo: a través de una caja de conexión con nombre de usuario y Contraseñas?		X

ANEXO F. MANUAL DEL USUARIO

Instalación de la aplicación

Copiar o descarga el apk de la aplicación en el dispositivo móvil con plataforma Android e instalarla.

Figura 84 Instalación Aplicación



Pantalla Menú

En el menú de la aplicación encontramos las opciones de empezar recorrido, saber un poco de Historia y los créditos. Figura 86

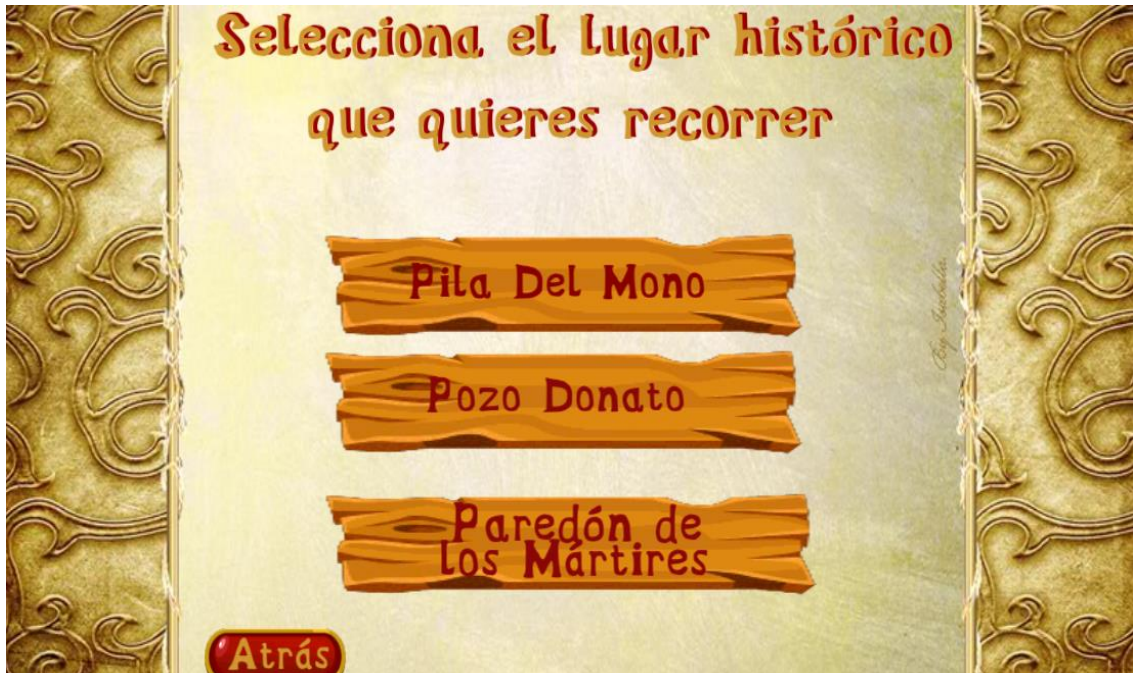
Figura 85 Pantalla Menú



Pantalla Seleccionar recorrido

En esta pantalla se tiene la opción de cual sitio histórico desea recorrer.

Figura 86 Pantalla Seleccionar Recorrido



Pantalla Menú Recorrido Sitio Histórico: Se encuentra los siguientes botones.
Figura 88

Boton Volver: Regresa al recorrido del ambiente virtual

Boton Ver ubicación en google maps: este boton nos deja ver ubicación en google maps del lugar que se esta recorriendo.

Boton Ayuda: En este boton se encuentra como se manejan los Joysticks. Figura 89

Boton Salir: Regresa a la pantalla de seleccionar recorrido. figura

Figura 87 Pantalla Menú Recorrido Sitio Histórico



Figura 88 Uso de los Joystick



Pantalla Un poco de Historia: Se conoce de forma general información histórica de la ciudad de Tunja.

Figura 89 Pantalla Un poco de Historia



Pantalla Créditos: Participantes en el desarrollo del proyecto

Figura 90 Pantalla Créditos

