



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

# Prototipo de recorrido virtual inmersivo de lugares geográficos en las dependencias y lugares de la Universidad del Bío-Bío

Nombre: Vicente Palma Aguilera  
Profesor: Patricio Gálvez Gálvez

Este proyecto se presenta para dar conformidad a los requisitos exigidos por la Universidad del Bío-Bío en el proceso de titulación para la carrera de Ingeniería de Ejecución en Computación e Informática.

# Resumen

El proyecto titulado "Prototipo de recorrido virtual inmersivo de lugares geográficos en las dependencias y lugares de interés de la Universidad del Bío-Bío, Se enmarca dentro de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad.

Para la realización del proyecto se utiliza un método de desarrollo *cascada/espiral*, debido a la experiencia desarrollando sistemas similares, se decidió utilizar esta metodología con el fin de analizar y reducir los riesgos en cada una de las iteraciones del proceso de desarrollo.

El Prototipo es desarrollado con Unity5, plataforma que permite el diseño, la creación y la representación de un videojuego y a C Sharp y Java como lenguajes de programación, además se utiliza Blender dedicado especialmente al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales.

Este proyecto crea una realidad virtual de la Universidad del Bío-Bío para ayudar a su difusión entre las personas de nuestra comunidad. Será una aplicación gratuita la cual puede utilizarse para mostrar las diferentes dependencias de la universidad a alumnos de diferentes escuelas, liceos, casa abierta, difusión por carrera, etc. Lo potente de esta herramienta es que no importa en qué lugar del mundo se encuentre la persona, podrá sumergirse en una realidad virtual la cual se asemeja lo mejor posible a la realidad actual de la Universidad.

# Índice General

<b><u>1 INTRODUCCIÓN</u></b> .....	<b>9</b>
<b><u>2 DEFINICIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN</u></b> .....	<b>10</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	10
2.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	12
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA .....	14
<b><u>3 DEFINICIÓN PROYECTO</u></b> .....	<b>14</b>
3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	14
3.2 AMBIENTE DE INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	15
3.3 DEFINICIONES, SIGLAS Y ABREVIACIONES .....	16
<b><u>4 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE</u></b> .....	<b>17</b>
4.1 ALCANCES .....	17
4.2 OBJETIVO DEL SOFTWARE .....	17
4.3 DESCRIPCIÓN GLOBAL DEL PRODUCTO .....	18
4.3.1 INTERFAZ DE USUARIO.....	18
4.3.2 INTERFAZ DE HARDWARE.....	18
4.3.3 INTERFAZ SOFTWARE.....	18
4.3.4 INTERFACES DE COMUNICACIÓN .....	18
4.3.5 CONSIDERACIONES AMBIENTALES.....	18
4.4 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS.....	19
4.4.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA .....	19
4.4.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DEL SISTEMAS.....	19
4.4.3 INTERFACES EXTERNAS DE SALIDA .....	19
4.4.4 ATRIBUTOS DEL PRODUCTO .....	20
<b><u>5 FACTIBILIDAD TÉCNICA</u></b> .....	<b>20</b>
5.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA .....	20
5.1.1 HARDWARE.....	20
5.1.2 SOFTWARE.....	20
5.1.3 HABILIDAD DE MANEJO Y USO .....	21
5.2 FACTIBILIDAD OPERATIVA.....	21
5.3 FACTIBILIDAD ECONÓMICA .....	22
5.4 CONCLUSIÓN DE LA FACTIBILIDAD .....	23
<b><u>6 ANÁLISIS</u></b> .....	<b>23</b>
6.1 ACTORES.....	23
6.2 CASOS DE Uso Y DESCRIPCIÓN.....	23
6.3 DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....	24
6.3.1 ESPECIFICACIÓN DE LOS CASOS DE USO .....	25
<b><u>7 UBICACIÓN Y MODELADO</u></b> .....	<b>27</b>
7.1 EDIFICACIONES UBB CONCEPCIÓN .....	27
7.2 MODELADO EDIFICIO GANTES .....	29
7.3 MODELADO RECTORÍA – FACULTAD DE CIENCIAS.....	30
7.4 MODELADO ARQUITECTURA .....	31

<b>7.5 MODELADO FACULTAD INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>7.6 MODELADO FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES .....</b>	<b>33</b>
<b>7.7 MODELADO EDIFICIO TRABAJO SOCIAL.....</b>	<b>34</b>
<b>8 CREACIÓN REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA.....</b>	<b>35</b>
<b>8.1 PREPARACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL .....</b>	<b>35</b>
<b>8.2 CREACIÓN DE AMBIENTE DE REALIDAD VIRTUAL .....</b>	<b>36</b>
8.2.1 INSTALACIÓN DE SOFTWARE.....	36
8.2.2 INSTALACIÓN DE GOOGLE VR SDK EN UNITY 5 .....	39
8.2.3 CONFIGURACIÓN UNITY 5 Y SDK.....	43
8.2.4 MODO REALIDAD VIRTUAL.....	48
8.2.5 ACTIVACIÓN RETÍCULA.....	49
8.2.6 AGREGANDO MOVIMIENTO AL JUGADOR.....	56
<b>9 RECORRIDO POR LA UNIVERSIDAD.....</b>	<b>59</b>
<b>9.1 MOVIMIENTO .....</b>	<b>59</b>
<b>9.2 INFORMACIÓN DE FACULTADES EN EL MUNDO 3D.....</b>	<b>59</b>
9.2.1 CAPTURAS DE PANTALLA MUNDO VIRTUAL UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO.....	60
<b>10 DISEÑO .....</b>	<b>62</b>
<b>10.1 DISEÑO DE ARQUITECTURA FUNCIONALES .....</b>	<b>62</b>
<b>10.2 DISEÑO DE INTERFAZ Y NAVEGACIÓN .....</b>	<b>63</b>
<b>11 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA .....</b>	<b>65</b>
<b>12 RESUMEN ESFUERZO REQUERIDO .....</b>	<b>66</b>
<b>13 CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>14 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>
<b>15 ANEXO: PRUEBAS DE SOFTWARE.....</b>	<b>69</b>
<b>15.1 ELEMENTOS DE PRUEBA .....</b>	<b>69</b>
<b>15.2 ESPECIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS.....</b>	<b>69</b>
<b>15.3 RESPONSABLE DE LAS PRUEBAS.....</b>	<b>70</b>
<b>15.4 DETALLE DE LAS PRUEBAS .....</b>	<b>70</b>
15.4.1 PRUEBA DE LA APLICACIÓN.....	70
<b>15.5 CONCLUSIONES DE PRUEBA .....</b>	<b>71</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 - Estructura Organizativa .....	11
Figura 2 - Diagrama de Casos de Uso .....	24
Figura 3 - Mapa Universidad del Bío-Bío .....	27
Figura 4 - Gantes Parte Frontal .....	29
Figura 5 - Gantes Parte derecha .....	29
Figura 6 - Gantes Parte izquierda.....	29
Figura 7 - Gantes Visual Completa.....	29
Figura 8 - Rectoría - Ciencias Parte Frontal.....	30
Figura 9 - Rectoría - Ciencias Parte Izquierda.....	30
Figura 10 - Rectoría - Ciencias Parte Derecha .....	30
Figura 11 - Rectoría - Ciencias Parte Trasera .....	30
Figura 12 - Arquitectura Parte Frontal .....	31
Figura 13 - Arquitectura Parte Izquierda.....	31
Figura 15 - Arquitectura Visual Completa .....	31
Figura 14 - Arquitectura Parte Derecha .....	31
Figura 15 - Facultad Construcción Parte frontal.....	32
Figura 16 - Facultad Construcción Parte Trasera .....	32
Figura 17 - Facultad Construcción Visual completa.....	32
Figura 18 - Facultad Ciencias Empresariales Parte frontal .....	33
Figura 19 - Facultad Ciencias Empresariales Parte Trasera.....	33
Figura 20 - Facultad Ciencias Empresariales Parte Derecha .....	33
Figura 21 - Facultad Ciencias Empresariales Visual Completa .....	33
Figura 22 - Trabajo Social Parte Frontal .....	34
Figura 23 - Trabajo Social Parte Izquierda.....	34
Figura 24 - Trabajo Social Visual completa.....	34
Figura 25 - Sdk .....	36
Figura 26 - Github Repositorio.....	37
Figura 27 - Descomprimir Zip.....	37
Figura 28 - Unity Instalación .....	38
Figura 29 - Unity Proyecto.....	38
Figura 30 - Unity Crear Proyecto.....	39
Figura 31 - Unity Sdk1.....	40
Figura 32 - Unity Sdk2.....	40
Figura 33 - Unity Sdk3.....	41
Figura 34 - Unity Sdk4.....	41
Figura 35 - Unity Sdk5.....	42
Figura 36 - Unity Configuración y Sdk.....	43
Figura 37 - Unity Código .....	44
Figura 38 - Unity Código Corrección.....	44
Figura 39 - Unity Configuración .....	45
Figura 40 - Unity Configuración Otros .....	46
Figura 41 - Unity Light.....	47
Figura 42 - Unity VR.....	48
Figura 43 - Unity antes de Reticula .....	49
Figura 44 - Unity Reticula 1 .....	50
Figura 45 - Unity Reticula 2 .....	51

Figura 46 - Unity EventSystem .....	52
Figura 47 -Unity Interactive Cube .....	53
Figura 48 - Unity Gaze Input Module .....	54
Figura 49 - Gaze On .....	54
Figura 50 - Gaze Off .....	55
Figura 51 - VRMain .....	56
Figura 52 - CharacterController .....	57
Figura 53 - VR Autowalk .....	58
Figura 55 - Captura pantalla Instrucciones .....	60
Figura 54 - Captura pantalla Menu .....	60
Figura 55 - Captura pantalla Tour .....	60
Figura 56 - Captura pantalla Tour Gantes .....	61
Figura 57 - Captura pantalla Información Gantes .....	61
Figura 58 - Diseño Arquitectura Funcional .....	62
Figura 59 - Interfaz Menu .....	63
Figura 60 - Interfaz Instrucciones .....	64

## Índice de tablas

Tabla 1 - Requerimientos Funcionales del sistema .....	19
Tabla 2 - Interfaces externas de Salida.....	19
Tabla 3 - tasa interna de retorno de una serie de flujos de caja .....	22
Tabla 4 - Desplazamiento usuario.....	25
Tabla 5 - Visualizar edificios .....	26
Tabla 6 - Edificaciones UBB.....	28
Tabla 7 - Calendario Implementación y Puesta en marcha.....	65
Tabla 8 - Esfuerzo Requerido .....	66
Tabla 9: Especificación de Pruebas .....	69
Tabla 10: Pruebas .....	70

---

## I INTRODUCCIÓN

---

En el siguiente informe se presenta la documentación del proceso de desarrollo de ' Prototipo de recorrido virtual inmersivo de lugares geográficos en las dependencias y lugares de interés de la Universidad del Bío-Bío' orientado a la implementación de nuevas tecnologías en la difusión de la Universidad.

Siguiendo en este informe se presenta la descripción general de la empresa y se identifica la problemática que posee la institución a la que se le realizará el prototipo.

Se presenta la definición del proyecto y sus objetivos, la planificación y la organización del equipo de trabajo. Además, se realizan definiciones, siglas y abreviaciones necesarias para el correcto entendimiento de este informe.

Se especifican además los requerimientos del software. En esta etapa se determinan los objetivos del software, se realiza la descripción global del producto y se especifican los requerimientos, definiendo las interfaces de entrada, de salida y los atributos del software.

Detalladamente y en un ambiente más técnico se muestra al lector la sección de análisis, se explican los diagrama de casos de uso, identificando sus actores y la especificación de cada uno de ellos.

Luego y ya terminando se da a conocer la sección de ubicación y modelado en la cual se adjuntan las distintas imágenes de los modelos de los edificios así también como su ubicación geográfica dentro del ambiente de realidad virtual.

Para finalizar, se presenta un resumen del esfuerzo requerido.

---

## 2 DEFINICIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

---

### 2.1 Descripción de la empresa

#### Datos del Cliente

Nombre: Universidad del Bío-Bío.  
Dirección: Collao #1202

#### Interlocutor para el Proyecto

Nombre: Patricio Gustavo Gálvez Gálvez  
Cargo: Académico Jornada Completa

#### **Misión**

La Universidad del Bío-Bío, a partir de su naturaleza pública, responsable socialmente y estatal, tiene por misión, desde la Región del Biobío, aportar a la sociedad con la formación de personas integrales, a través de una Educación Superior de excelencia. Comprometida con los desafíos de la región y del país, contribuye a la movilidad e integración social por medio de; la generación y transferencia de conocimiento avanzado, mediante la docencia de pregrado y postgrado de calidad, la investigación fundamental, aplicada y de desarrollo, la vinculación bidireccional con el medio, la formación continua y la extensión. Asimismo, impulsa el emprendimiento y la innovación, el fortalecimiento de la internacionalización y el desarrollo sustentable de sus actividades, basada en una cultura participativa centrada en el respeto a las personas<sup>1</sup>.

#### **Visión**

Ser reconocida a nivel nacional como una Universidad estatal, pública, regional, autónoma, compleja e innovadora con énfasis en la formación de capital humano, vinculada al desarrollo sustentable de la Región del Biobío y que aporta a la sociedad del conocimiento y al desarrollo armónico del país<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Universidad del Bío-Bío (2016). Visión y Misión. Recuperado el 20 de Diciembre de 2016, desde: [http://www.ubiobio.cl/w/#Vision\\_y\\_Mision](http://www.ubiobio.cl/w/#Vision_y_Mision)

<sup>2</sup> Universidad del Bío-Bío (2016). Visión y Misión. Recuperado el 20 de Diciembre de 2016, desde: [http://www.ubiobio.cl/w/#Vision\\_y\\_Mision](http://www.ubiobio.cl/w/#Vision_y_Mision)

En la siguiente figura se muestra la estructura organizativa de la Universidad del Bío-Bío:

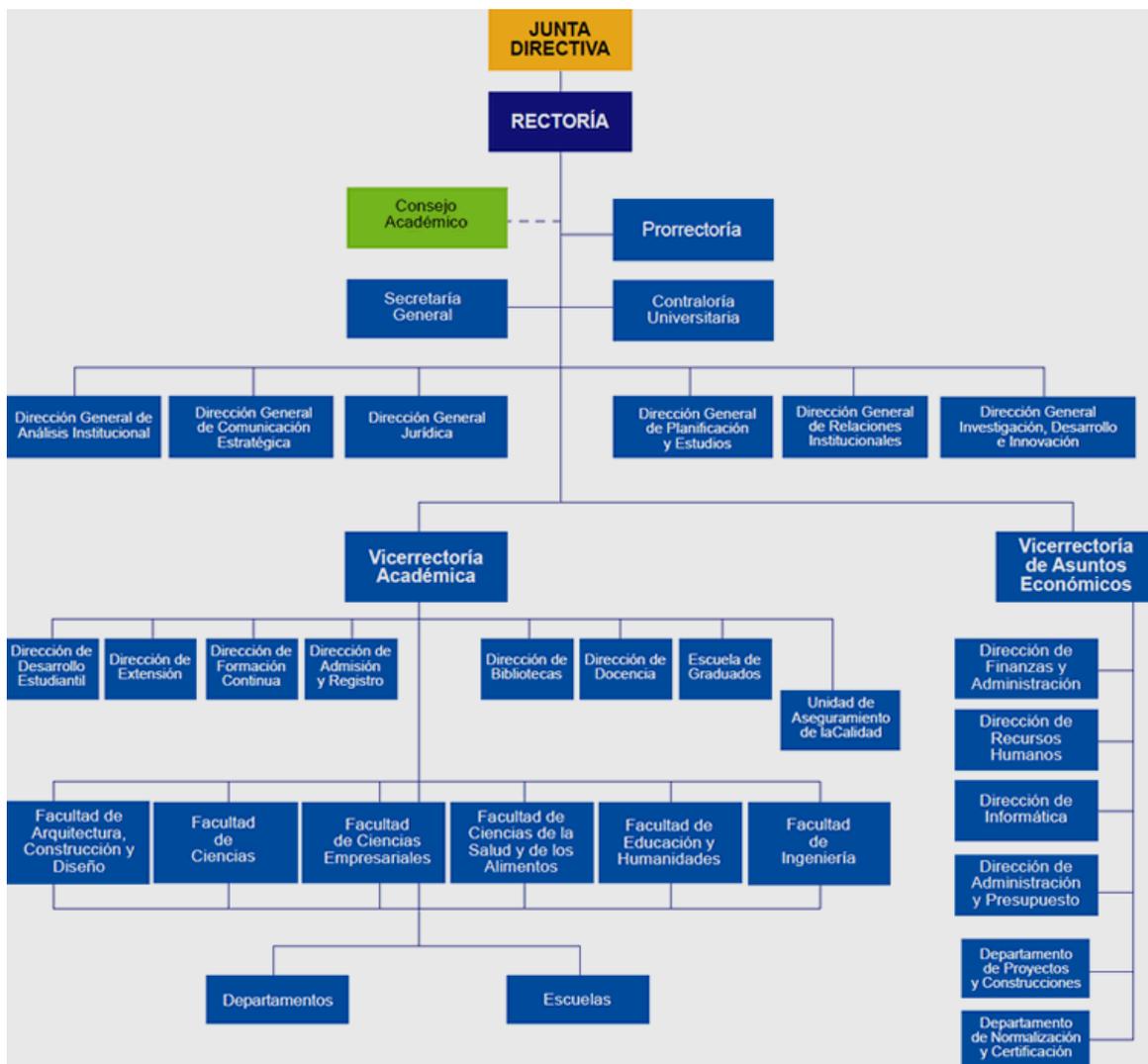


Figura 1 - Estructura Organizativa

## 2.2 Descripción del área de estudio

Del latín virtus (“fuerza” o “virtud”), virtual es un adjetivo que, en su sentido original, hace referencia a aquello que tiene virtud para producir un efecto, pese a que no lo produce de presente<sup>3</sup>.

El concepto de virtual esta actualmente asociado a lo que tiene existencia aparente, opuesto a lo real o físico. Este término es muy tradicional en el ámbito de la informática.

Se conoce como realidad virtual al sistema tecnológico que permite al usuario tener la sensación de estar inmerso en un mundo distinto al real. Esta ilusión se produce gracias a los modelos creados por una computadora que el usuario contempla a través de un visor. Aunque la realidad virtual nació para aplicarse en los videojuegos, actualmente tiene utilidad en campos como la medicina y el transporte.

Los videojuegos son solo el primer paso, la realidad virtual aspira a modificar la educación, la medicina, las redes sociales y nuestra vida. Es que esta tecnología puede engañar al cerebro para que experimente sensaciones que no son reales pero lo parecen.

### ¿Como funciona?

La tecnología de realidad virtual es similar a la interacción con objetos en el mundo real, con la diferencia de que esta es una simulación computarizada. La tecnología actual de realidad virtual incluye de todo, desde lentes, hasta controles avanzados, sistemas de sonido envolvente, plataformas para caminar y controlar la acción, y mucho más.

Los desarrolladores de realidad virtual intentan que las experiencias sean cada día más inmersivas y más cercanas a las situaciones del mundo real. A raíz de los cambios de la tecnología, hoy en día se pueden descargar aplicaciones de realidad virtual en teléfonos inteligentes que utilizan las características de movimiento de los teléfonos para brindar experiencias básicas de realidad virtual.

Las bases de una buena experiencia con la realidad virtual son definidas por los lentes.

Un lente de realidad virtual es una pantalla inmersiva que bloquea el mundo exterior y muestra un mundo 3D o imágenes en 360 grados para crear una simulación para el usuario. Un dispositivo de realidad virtual bloquea el mundo exterior y presenta una nueva vista para el usuario. En muchos casos, la pantalla se coloca para llenar toda nuestra visión periférica y para bloquear todo el mundo exterior. Al colocarse un dispositivo de realidad virtual profesional, podrás sentir que te encuentras en la escena y que puedes interactuar con ella.

---

<sup>3</sup> Real Academia Española (2016). Diccionario Real Academia Española, Recuperado el 28 de Diciembre de 2016, Extraído de: <http://dle.rae.es/?id=buDJhh3>

El proceso para iniciar una simulación de realidad virtual comienza al colocarse los lentes. Los usuarios usualmente inician la aplicación o hacen que alguien active el juego o aplicación en la PC o la consola. El lente de realidad virtual se conecta y entonces, el usuario puede vivir la experiencia inmersiva. Una vez se haya colocado el lente en la cabeza del usuario y se haya ajustado para llenar su visión periférica, se podrán utilizar controles de movimiento para controlar la experiencia en la pantalla y se podrá utilizar el cuerpo para moverse en la misma.

Mientras el usuario mira alrededor, los controles del lente controlarán la escena mientras esta pasa por la pantalla. Siempre que el usuario tenga los lentes puestos, la escena seguirá moviéndose e interactuará con este mientras mueve su cabeza o usa el control para mirar alrededor e interactuar.

En los primeros días de la tecnología de realidad virtual, la experiencia estaba lejos de ser inmersiva y debían utilizarse muchos dispositivos para inclusive comenzar la aplicación. Los primeros juegos de realidad virtual requerían lentes voluminosos, controles grandes y enormes computadoras para manejar todo el sistema. Con tarjetas gráficas en miniatura, poder de procesamiento y tecnología de pantalla para los lentes, muchos usuarios comunes pueden ahora utilizar dispositivos de realidad virtual y disfrutar experiencias asombrosas y fuera de simulaciones especializadas, que eran las usadas antes para este fin.

La tecnología de realidad virtual sigue mejorando también con sus inmersiones. Nuevos lentes como el Oculus Rift y el Samsung VR están disponibles para casi todos los usuarios. El Oculus Rift tiene uno de los mejores sistemas para los usuarios comunes, y la versión de Samsung funciona con los últimos teléfonos inteligentes Samsung Galaxy, haciendo que estos dispositivos funcionen como plataformas de realidad virtual.

Mientras más competidores entren en escena y continúen desarrollando nuevos productos, se hará más interesante ver la evolución del mercado y los productos que estarán disponibles en el futuro cercano.

### **Objetivos**

Crear un mundo posible, crearlo con objetos, definir las relaciones entre ellos y la naturaleza de las interacciones entre los mismos. Poder presenciar un objeto o estar dentro de él, es decir penetrar en ese mundo que solo existirá en la memoria del observador un corto plazo (mientras lo observe) y en la memoria de la computadora. Que varias personas interactúen en entornos que no existen en la realidad sino que han sido creados para distintos fines. Hoy en día existen muchas aplicaciones de entornos de realidad virtual con éxito en muchos de los casos. En estos entornos el individuo solo debe preocuparse por actuar, ya que el espacio que antes se debía imaginar, es facilitado por medios tecnológicos.

## 2.3 Descripción de la problemática

El proyecto nace por la necesidad de implementar nuevas tecnologías en la difusión de la universidad. Actualmente la universidad consta con una tour virtual que muestra diferentes lugares de la universidad utilizando fotografías en °360 haciendo alusión a lo que podemos ver con "Google Street View".

Teniendo lo anterior en cuenta, este proyecto creará una realidad virtual de la universidad para ayudar a su difusión entre las personas de nuestra comunidad. Será una aplicación gratuita la cual puede utilizarse para mostrar las diferentes dependencias de la universidad a alumnos de diferentes escuelas, liceos, casa abierta, difusión por carrera, etc.

Por otro lado tenemos el tema de la casa abierta, evento que se realiza cada año donde a alumnos de liceos de diferentes localidades se les invita a conocer la Universidad y las carreras que esta imparte. Debido a la gran cantidad de público que se reúne en estas ocasiones el tiempo asignado para cada grupo no es suficiente para conocer en profundidad el establecimiento, lo que provoca que el interés se vea reducido o no se alcance el interés esperado por los organizadores.

---

## 3 DEFINICIÓN PROYECTO

---

### 3.1 Objetivos del proyecto

#### Objetivos generales

Desarrollar una aplicación móvil que permita al usuario dar un recorrido virtual inmersivo que presentará las dependencias y lugares geográficos junto con información de interés de los edificios y lugares de interés para los estudiantes dentro de las dependencias de la Universidad del Bío-Bío campus Concepción basado en realidad virtual inmersiva.

#### Objetivos específicos

- Realizar estudios sobre el uso de lenguaje de programación C#, uso de herramientas de modelado y renderizado 3D en Blender, diseño, creación y la representación de la realidad virtual con unity3D y creación de aplicaciones móviles con sistema Android bajo lenguaje C#.
- Modelar las dependencias de la universidad y desarrollar distintas animaciones con las cuales se mostrará información relevante de cada departamento modelado.
- Desarrollar una aplicación móvil Android que permita visualizar los lugares geográficos de la universidad en los dispositivos de los usuarios.

## 3.2 Ambiente de Ingeniería de Software

### **Metodología de desarrollo:**

Al inicio solo se necesita saber cuáles son los edificios que se quieren mostrar a los usuarios, una vez que se tienen los requerimientos, ya es posible comenzar a moldear estos edificios en blender , software de modelado 3D, para luego ser llevados al motor gráfico Unity3D, una vez que exista un escenario con al menos un edificio es posible realizar pruebas las cuales pueden ser vistas por el usuario.

En el proceso de desarrollo se utilizará la metodología *cascadaespiral*, debido a la experiencia desarrollando sistemas similares, se decidió utilizar esta metodología con el fin de analizar y reducir los riesgos en cada una de las iteraciones del proceso de desarrollo.

### **Técnicas y notaciones:**

Para el desarrollo del sistema se utilizará lo siguiente:

- Para la toma de requerimientos se realizan entrevistas con el cliente.

### **Estándares de documentación, producto o proceso:**

- Estándar para el informe: Plantilla "Proyecto Título de –Desarrollo de Software" versión 26 de junio de 2011.
- Estándar para los requerimientos funcionales: Adaptación basada en IEEE Software requirements Specifications Std 830-1998.
- Estándar para la evaluación del producto software: ISO/IEC 9126
- IEEE Software Test Documentation Std 829 -1998.

### **Herramientas de apoyo:**

- Microsoft Project 2010.
- Microsoft Word 2007.
- Editor de texto Sublime Text 2.
- Unity3D
- Blender

### 3.3 Definiciones, Siglas y Abreviaciones

Modelado: proceso de desarrollar una representación matemática de cualquier objeto tridimensional (ya sea inanimado o vivo) a través de un software especializado. Al producto se le llama modelo 3D.

Script: conjunto de instrucciones.

Blender: software destinado, en primera instancia, al modelado 3D de objetos para después hacer representaciones de ese modelado. Incorpora la posibilidad de dar texturas y materiales e iluminar la escena. Incluye las tecnologías más utilizadas en el diseño 3D: mallas, textos, meta-objetos, curvas, superficies y modelado escultórico.

Unity3D: plataforma para desarrollar videojuegos. Permite la creación de juegos para múltiples plataformas a partir de un único desarrollo, incluyendo el desarrollo de juegos para consola (PlayStation, Xbox y Wii), escritorio (Linux, PC y Mac), navegador, móviles y tabletas (iOS, Android, Windows Phone y BlackBerry).

---

## 4 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

---

### 4.1 Alcances

La aplicación sumerge al usuario en una realidad virtual donde se muestran algunas dependencias de la universidad, tratando de acercar al usuario lo mejor posible a lo que sería estar en el lugar físico mismo.

Cada edificio mostrado en la aplicación tendrá información sobre las carreras que se imparten en el departamento.

Se modelará parte de la Universidad del Bío-Bío Campus Concepción.

### 4.2 Objetivo del software

- Permitir a los usuarios dar la sensación de realismo dentro de la simulación de la universidad.
- Interactuar con los objetos dentro de la simulación (no con todos).
- Recorrer las dependencias de la universidad modeladas en la simulación.
- Mostrar información sobre las carreras que se imparten en las dependencias modeladas de la universidad.

## **4.3 Descripción Global del Producto**

### **4.3.1 Interfaz de usuario**

Se mostrarán por pantalla botones con los cuales el usuario podrá interactuar para el funcionamiento de la aplicación. Se espera solo utilizar un botón que es el que dará partida al usuario para que pueda moverse a través del mundo virtual.

### **4.3.2 Interfaz De Hardware**

La aplicación, para su correcto funcionamiento, necesita dos cosas:

- Celular con sistema operativo Android y giroscopio integrado
- Visor que permite al usuario subir, bajar o controlar la orientación de la imagen obtenida mediante el visor.

### **4.3.3 Interfaz Software**

El sistema es independiente por lo cual no tendrá relaciones con otros sistemas de software externos excluyentes al sistema operativo.

### **4.3.4 Interfaces de comunicación**

La aplicación no hace uso de ningún protocolo de comunicación.

### **4.3.5 Consideraciones ambientales**

La aplicación será utilizada por todas las personas que quieran conocer la Universidad de forma virtual.

Requerimientos mínimos para la correcta ejecución de la aplicación:

- Sistema Operativo: Android OS, v4.4 KitKat
- Sensor: giroscopio (incorporado al celular por defecto)
- Tamaño: 4.5 pulgadas
- Resolución: 720 x 1280 pixels
- Memoria Interna: 4GB
- Memoria Ram: 1GB RAM
- Visor realidad virtual

## 4.4 Requerimientos Específicos

### 4.4.1 Requerimientos Funcionales del sistema

ID	Nombre	Descripción
RF01	Desplazamiento usuario	La aplicación debe permitir al usuario moverse a través del terreno creado en realidad virtual.
RF02	Visualizar edificios	La aplicación debe permitir al usuario ver los edificios creados en la realidad virtual.
RF03	Visualizar información	La aplicación debe permitir al usuario ver la información de los edificios, los cuales tienen un rango de detección. Si el usuario está cerca del detector del edificio, se despliega la información de éste para que sea visualizada por el usuario.

*Tabla 1 - Requerimientos Funcionales del sistema*

### 4.4.2 Requerimientos No funcionales del sistemas

#### Requerimientos de interfaz

La distribución de los edificios dentro de la realidad virtual de la aplicación debe ser cercana a la distribución geográfica actual de la Universidad del Bío-Bío.

### 4.4.3 Interfaces externas de Salida

Se especifica cada salida del sistema, indicando en cada caso el formato o medio de salida.

Identificador	Nombre del ítem	Detalle de datos contenidos en ítem	Medio de salida
IS_01	Información facultad	NOMBRE, CARRERAS	Pantalla

*Tabla 2 - Interfaces externas de Salida*

#### 4.4.4 Atributos del producto

**Portabilidad:** La aplicación será capaz de ser ejecutada en dispositivos móviles junto con el visor VR. No es necesario diseñarlo nuevamente, lo que presenta una ventaja en la reducción de costos de tiempo y recursos pecuniarios.

**Operabilidad:** La aplicación le permite al usuario sentirse inmerso en una realidad virtual simulada de la universidad del Bío-Bío.

---

## 5 FACTIBILIDAD TÉCNICA

---

### 5.1 Factibilidad técnica.

#### 5.1.1 Hardware

Este sistema será desarrollado en el siguiente ordenador:

- Marca: Sony Vaio  
Procesador: Intel® Core™ i5-3210M CPU @ 2.50GHz × 4  
RAM: 7.7 GB  
Sistema operativo: Microsoft Windows 7 Ultimate

No se requieren de periféricos adicionales para la realización de este proyecto.

#### 5.1.2 Software

- Nombre: Blender  
Versión: 2.78<sup>a</sup>  
Tipo licencia: Libre
- Nombre: SketchUp  
Versión: 2015  
Tipo licencia: gratis
- Nombre: Sublime Text  
Versión: 3.0  
Tipo licencia: De pago
- Nombre: Unity3D  
Versión: 5.4  
Tipo licencia: gratis

### **5.1.3 Habilidad de manejo y uso.**

Blender: Nivel medio  
SketchUp: Nivel medio - bajo  
Sublime Text: Nivel Alto  
Unity3D: Nivel Alto

## **5.2 Factibilidad operativa.**

### **Impacto (positivos y/o negativos) en los actores internos:**

- Mayor conocimiento en base a la infraestructura y a los sectores que componen la Universidad del Bío-Bío, sede Concepción.
- Fácil localización de sectores de interés por parte de persona externa a la Universidad.

### **Impacto (positivos y/o negativos) en los procesos:**

- Mayor agilidad en el reconocimiento de sectores de interés por parte de los funcionarios, alumnado de la Universidad y las personas externas a la Universidad.

### **Impacto (positivos y/o negativos) en la Institucionalidad:**

- Mayor interés por parte del público ajeno y sobre todo del público objetivo a la Universidad.
- Medio de promoción y difusión hacia el público objetivo y futuros postulantes a la institución.
- Característica adicional diferenciadora de otras universidades que actualmente no poseen este sistema.

### 5.3 Factibilidad económica.

La factibilidad económica para este proyecto se considera nula, debido a que al ser una aplicación para smartphones con sistema operativo android propiamente tal, no requiere de gastos adicionales para su implementación. Además al ser un proyecto de tesis, la mano de obra se considera un ahorro para dicha factibilidad de lo contrario el costo de inversión alcanzaría un valor de \$2.601.500.

Flujo de Fondos		TIR
Inversión Inicial	-2601500	
Computador	700000	
Smartphone	200000	
Visor VR	1500	
Programador	1300000	
Diseñador	400000	

*Tabla 3 - tasa interna de retorno de una serie de flujos de caja*

Federico Anzil (28 de Mar de 2007). "Cálculo del VAN y TIR con Excel". [en línea] Dirección URL: <http://www.zonaeconomica.com/excel/van-tir> (Consultado el 18 de Abril de 2017)

## 5.4 Conclusión de la factibilidad

A través de un análisis de factibilidad (técnica, operativa y económica) se han podido establecer las siguientes conclusiones:

- Técnicamente el proyecto es viable dado que no se necesitará contrataciones anexas al equipo de trabajo a raíz del uso de tecnologías conocidas y ser un proyecto relativamente simple en términos de funcionalidad.
- El costo de implementación se excluye del desarrollo e implementación del sistema, lo que evita afectar la economía de la institución como la del programador, considerándose una gran ventaja en su desarrollo.
- Se considera este proyecto como un proyecto estable, debido a que no se requiere de mantenimiento, ni de entrada ni salida de datos, estando libre de errores y fallos a futuro.
- El uso de cada programa se considera sencillo debido a que con el tiempo empleado para el desarrollo se logra una mejor aplicación, aprendizaje y desarrollo de este sistema.
- Apoyará a una mejor difusión y promoción de la Universidad considerándose una gran ventaja y ganancia por parte de la institución ante la competencia, incrementando su calidad y proyección en el mercado estudiantil.

---

## 6 ANÁLISIS

---

### 6.1 Actores

#### Usuario

cualquier persona que tenga la aplicación

nivel de conocimiento requerido: bajo

puede caminar a través de las dependencias de la realidad virtual y ver la información que contiene cada edificio.

### 6.2 Casos de Uso y descripción

Cada usuario tendrá la facilidad de comenzar el tour a través de la Universidad del Bío-Bío solo con un clic.

Esta aplicación permite al usuario visualizar los lugares de interés mediante un recorrido libre por la Universidad. Este recorrido no tiene límite de tiempo y el punto de partida es la entrada de la universidad.

### 6.3 Diagrama de casos de uso

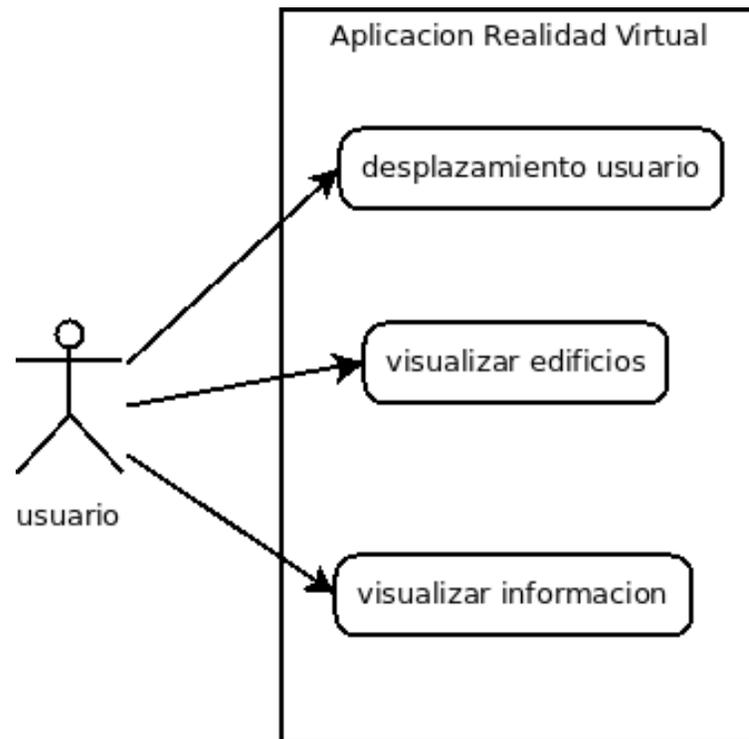


Figura 2 - Diagrama de Casos de Uso

### 6.3.1 Especificación de los Casos de Uso

<b>Caso de Uso I</b>	Desplazamiento usuario								
<b>Actores</b>	usuario								
<b>Objetivo</b>	Poder moverse a través de las dependencias de la universidad inmerso en la realidad virtual.								
<b>Pre-condiciones</b>	Que el usuario haya entrado a la aplicación junto con el visor VR.								
<b>Post-condiciones</b>	El usuario hizo un recorrido a través de las dependencias de la universidad.								
<b>Flujo de eventos</b>	<table border="0"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><b>Actor</b></th> <th style="text-align: center;"><b>Respuesta Aplicación</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Selecciona la opción 'Comenzar'</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. El usuario introduce el dispositivo móvil al visor VR</td> <td>3. La aplicación sumerge al usuario en la realidad virtual</td> </tr> <tr> <td>4. El usuario desliza el botón del visor VR para desplazarse dentro de la realidad virtual</td> <td>5. La aplicación permite al usuario desplazarse libremente a través de la realidad virtual.</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Actor</b>	<b>Respuesta Aplicación</b>	1. Selecciona la opción 'Comenzar'		2. El usuario introduce el dispositivo móvil al visor VR	3. La aplicación sumerge al usuario en la realidad virtual	4. El usuario desliza el botón del visor VR para desplazarse dentro de la realidad virtual	5. La aplicación permite al usuario desplazarse libremente a través de la realidad virtual.
<b>Actor</b>	<b>Respuesta Aplicación</b>								
1. Selecciona la opción 'Comenzar'									
2. El usuario introduce el dispositivo móvil al visor VR	3. La aplicación sumerge al usuario en la realidad virtual								
4. El usuario desliza el botón del visor VR para desplazarse dentro de la realidad virtual	5. La aplicación permite al usuario desplazarse libremente a través de la realidad virtual.								
<b>Flujo Alternativo</b>	-								
<b>Otros</b>									
<b>Requerimiento</b>	RF01								

*Tabla 4 -Desplazamiento usuario*

<b>Caso de Uso 2</b>	Visualizar edificios																						
<b>Actores</b>	usuario																						
<b>Objetivo</b>	Visualizar los edificios de las facultades de la universidad																						
<b>Pre-condiciones</b>	Que el usuario haya entrado a la aplicación junto con el visor VR.																						
<b>Post-condiciones</b>	El usuario puede seguir recorriendo el mundo virtual																						
<b>Flujo de eventos</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Actor</b></th> <th></th> <th><b>Respuesta Aplicación</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Selecciona la opción 'Comenzar'</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El usuario introduce el dispositivo móvil al visor VR</td> <td>3.</td> <td>La aplicación sumerge al usuario en la realidad virtual</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>El usuario desliza el botón del visor VR para desplazarse dentro de la realidad virtual</td> <td>5.</td> <td>La aplicación permite al usuario desplazarse libremente a través de la realidad virtual.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>6.</td> <td>La aplicación carga y muestra los edificios modelados en 3d para la visualización del usuario</td> </tr> </tbody> </table>				<b>Actor</b>		<b>Respuesta Aplicación</b>	1.	Selecciona la opción 'Comenzar'			2.	El usuario introduce el dispositivo móvil al visor VR	3.	La aplicación sumerge al usuario en la realidad virtual	4.	El usuario desliza el botón del visor VR para desplazarse dentro de la realidad virtual	5.	La aplicación permite al usuario desplazarse libremente a través de la realidad virtual.			6.	La aplicación carga y muestra los edificios modelados en 3d para la visualización del usuario
	<b>Actor</b>		<b>Respuesta Aplicación</b>																				
1.	Selecciona la opción 'Comenzar'																						
2.	El usuario introduce el dispositivo móvil al visor VR	3.	La aplicación sumerge al usuario en la realidad virtual																				
4.	El usuario desliza el botón del visor VR para desplazarse dentro de la realidad virtual	5.	La aplicación permite al usuario desplazarse libremente a través de la realidad virtual.																				
		6.	La aplicación carga y muestra los edificios modelados en 3d para la visualización del usuario																				
<b>Flujo Alternativo</b>	-																						
<b>Otros</b>																							
<b>Requerimiento</b>	RF02																						

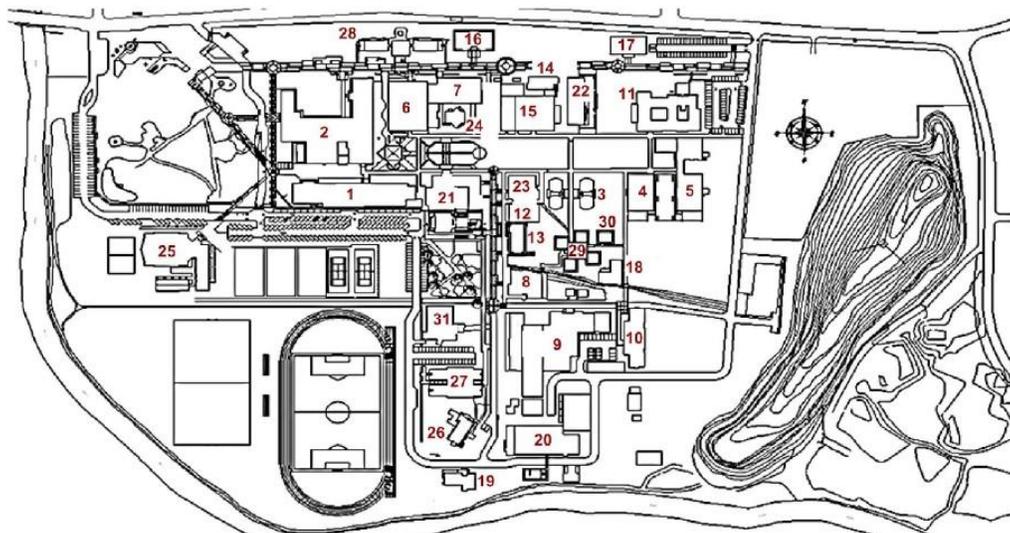
Tabla 5 -Visualizar edificios

---

## 7 UBICACIÓN Y MODELADO

---

### 7.1 Edificaciones UBB Concepción



*Figura 3 - Mapa Universidad del Bío-Bío*

N.º	Edificaciones
001	Edificio gantes
002	Rectoría – facultad de ciencias – administración
003	Salas de clases AA
004	Salas de clases AB
005	Salas de clases AC
006	Taller de arquitectura
007	Escuela de ingeniería en construcción
008	Departamento de ingeniería en madera
009	PTM – incubadora – adhesivo – secado
010	Escuela de diseño industrial
011	Facultad de ciencias empresariales
012	Laboratorio de ingeniería industrial
013	Departamento ingeniería industrial
014	Departamento ingeniería mecánica oficinas
015	Departamento ingeniería mecánica talleres y laboratorios
016	Estudios generales
017	Laboratorio FACE
018	CIM
019	CITEC
020	Laboratorio ciencia de la construcción
021	Edificio Trabajo Social
022	Biblioteca central
023	Sala de estudios AOX
024	Paraninfo
025	Gimnasio
026	FEUBB
027	Bienestar estudiantil
028	Facultad de arquitectura
029	Políticas públicas
030	Actividades extraprogramáticas
031	Casino

**Tabla 6 - Edificaciones UBB**

los edificios a modelar son los siguientes de la lista:

001: Edificio gantes

002: Rectoría – facultad de ciencias – administración<sup>4</sup>

006: Taller de arquitectura

007: Escuela de ingeniería en construcción

011: Facultad de ciencias empresariales

012: Edificio Trabajo Social

---

<sup>4</sup> cuenta como dos modelos por separado, Rectoría y facultad de ciencias, administración esta fuera de los requerimientos específicos de la aplicación.

## 7.2 Modelado Edificio Gantes



*Figura 4 - Gantes Parte Frontal*



*Figura 5 - Gantes Parte derecha*



*Figura 6 - Gantes Parte izquierda*

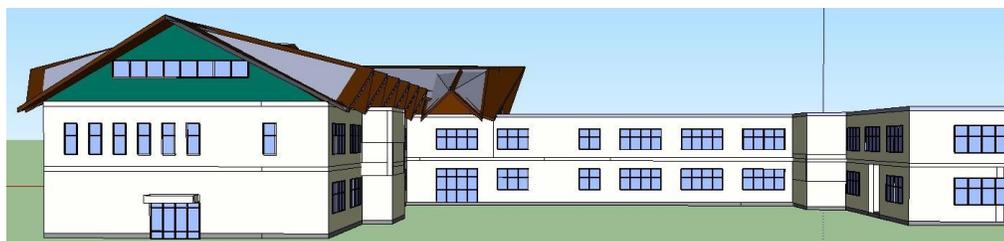


*Figura 7 - Gantes Visual Completa*

### 7.3 Modelado Rectoría – Facultad de Ciencias



*Figura 8 - Rectoría - Ciencias Parte Frontal*



*Figura 9 - Rectoría - Ciencias Parte Izquierda*



*Figura 10 - Rectoría - Ciencias Parte Derecha*



*Figura 11 - Rectoría - Ciencias Parte Trasera*

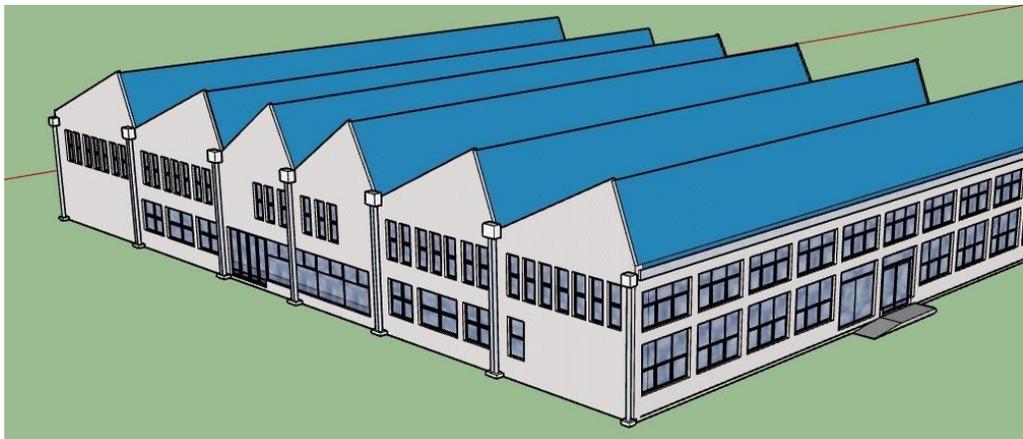
## 7.4 Modelado Arquitectura



*Figura 12 - Arquitectura Parte Frontal*

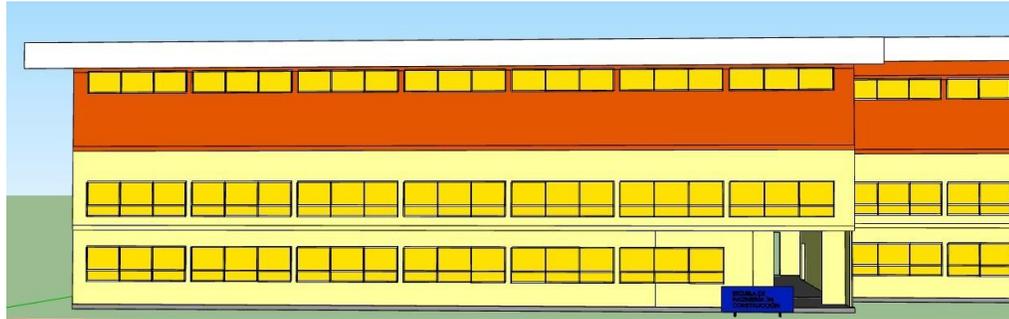


*Figura 13 - Arquitectura Parte Izquierda*

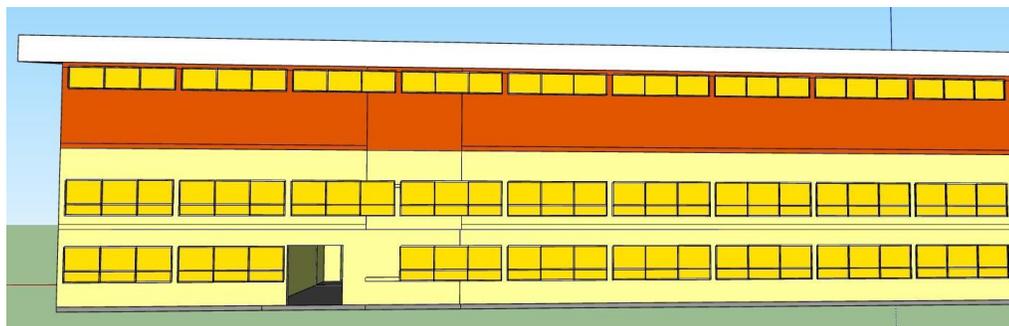


*Figura 15 - Arquitectura Visual Completa*

## 7.5 Modelado Facultad Ingeniería en Construcción



*Figura 15 - Facultad Construcción Parte frontal*

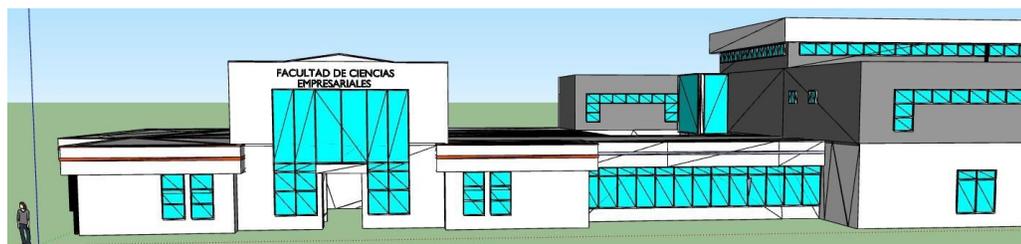


*Figura 16 - Facultad Construcción Parte Trasera*

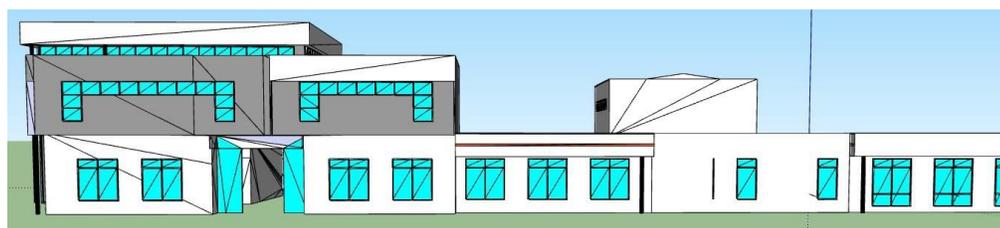


*Figura 17 - Facultad Construcción Visual completa*

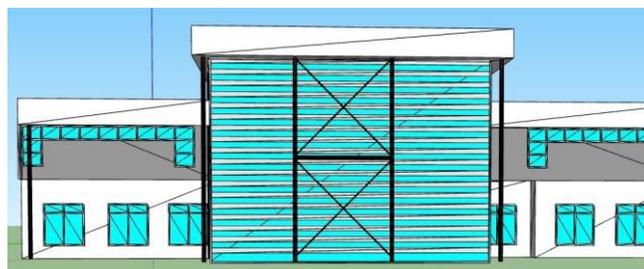
## 7.6 Modelado Facultad de Ciencias Empresariales



*Figura 18 - Facultad Ciencias Empresariales Parte frontal*



*Figura 19 - Facultad Ciencias Empresariales Parte Trasera*

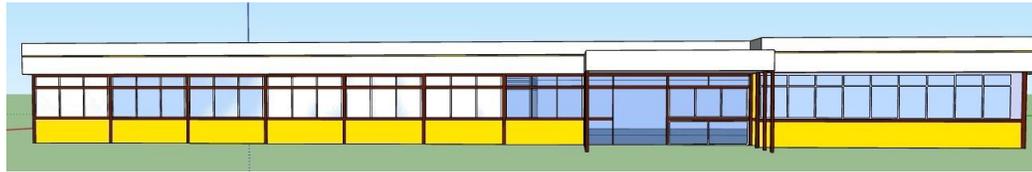


*Figura 20 - Facultad Ciencias Empresariales Parte Derecha*

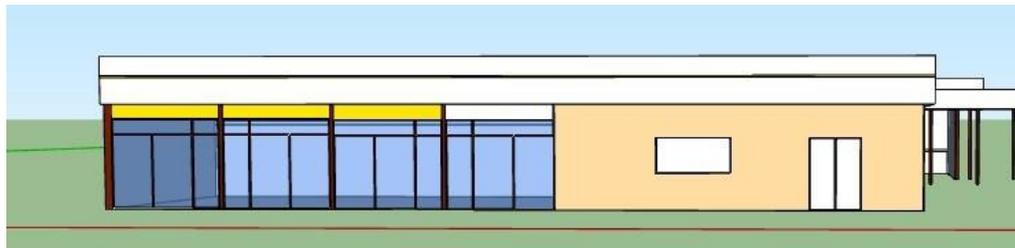


*Figura 21 - Facultad Ciencias Empresariales Visual Completa*

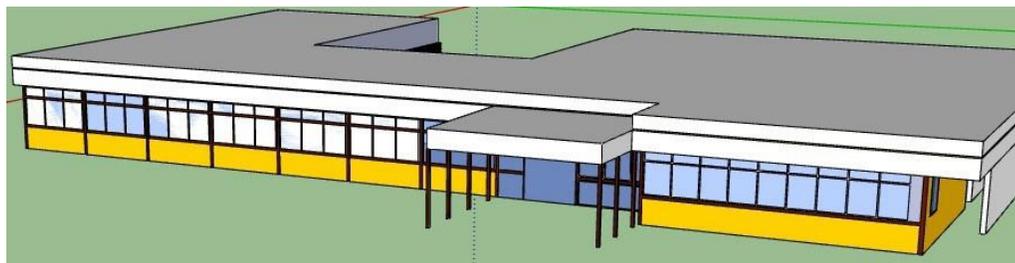
## 7.7 Modelado Edificio Trabajo Social



*Figura 22 - Trabajo Social Parte Frontal*



*Figura 23 - Trabajo Social Parte Izquierda*



*Figura 24 - Trabajo Social Visual completa*

---

## 8 CREACIÓN REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA

---

### 8.1 Preparación de realidad virtual

#### Unity3D



#### ¿Que es Unity3D?

Unity 3D es una herramienta multiplataforma que ayuda a desarrollar videojuegos mediante un editor y scripting. Esta herramienta esta disponible en dos versiones, gratuita y profesional. Al ser multiplataforma, las aplicaciones realizadas con esta herramienta pueden ejecutarse en diferentes plataformas, ya sea que se quiera realizar una aplicación para computadoras, tiene soporte para windows, windows store apps, steamOS, OS X, GNU/Linux, para plataformas web como WebGL, para dispositivos móviles como IOS, Android, Windows Phone, Tizen, para SmartTV como samsung Smart TV, consolas de videojuegos como Playstation 4, Playstation Vita, Xbox One, Wii U y nintendo 3DS asi tambien como dispositivos de realidad virtual como Oculus Rift, Google cardboard, HTC Vive, Microsoft Hololens y más.

#### ¿Por qué unity3D?

Unity es una aplicación para desarrollar videojuego para múltiples plataformas lo que hace que esta sea una herramienta muy potente. Una de sus principales características es que tiene una versión gratuita para todo publico la cual trae todo lo necesario para crear juegos en 2D, 3D y realidad virtual.

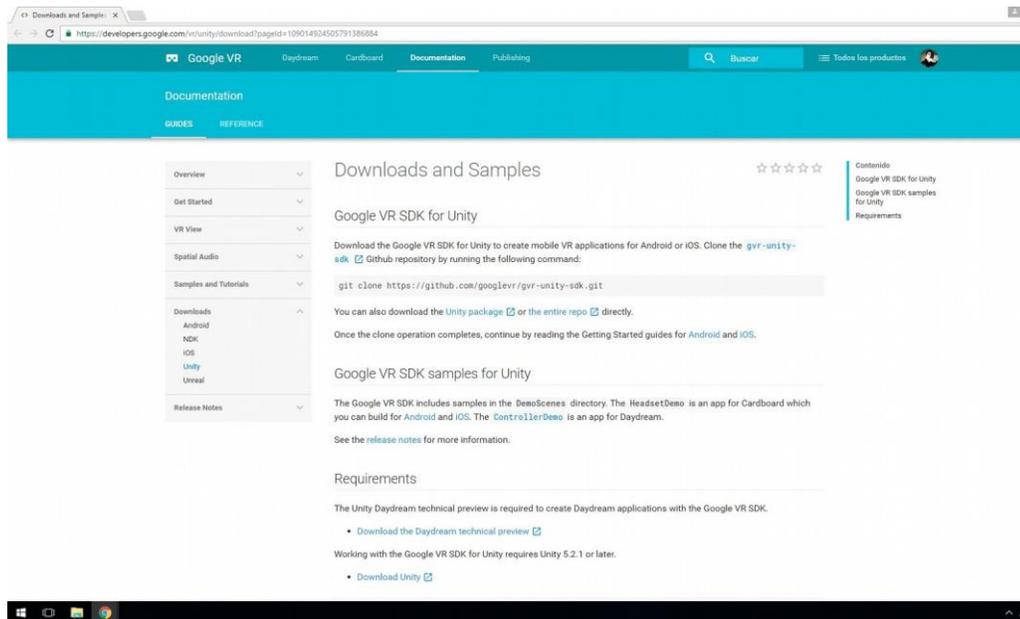
Unity puede usarse junto con 3ds Max, Maya, Softimage, Blender, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks y Allegorithmic Substance las cuales son herramientas de diseño gráfico.

## 8.2 Creación de ambiente de realidad virtual

### 8.2.1 Instalación de software

#### Paso 1:

Para comenzar lo primero que debemos hacer es descargar el sdk de Google VR para el motor de juegos Unity, para eso nos dirigimos a la pagina web de google VR donde proveen el link de descarga del paquete sdk, una vez en la pagina, en el menu izquierdo seleccionamos "downloads", luego seleccionamos "unity"



*Figura 25 - Sdk*

como se muestra en la imagen anterior, donde dice "Google VR SDK for Unity", hacer clic en el hipervínculo "gvr-unity-sdk".

Se abrirá una nueva pagina de GitHub en donde está almacenado la sdk de google VR.

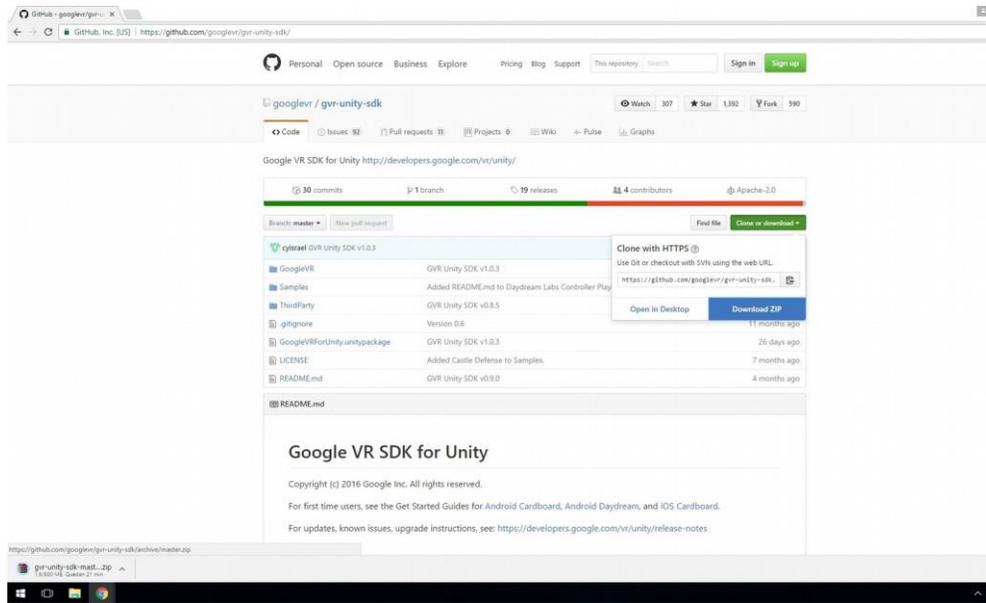


Figura 26 - Github Repositorio

En esta parte se debe clicar en el botón “Clone or Download”, acto seguido, descargar el archivo zip que contiene la sdk.

Una vez descargado el archivo, descomprimir el archivo zip

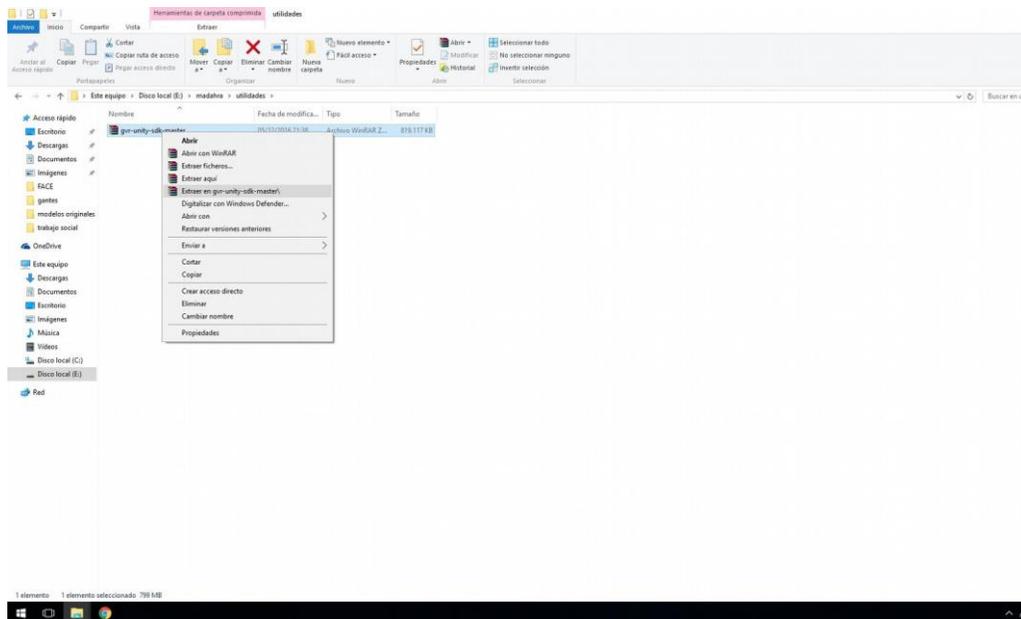
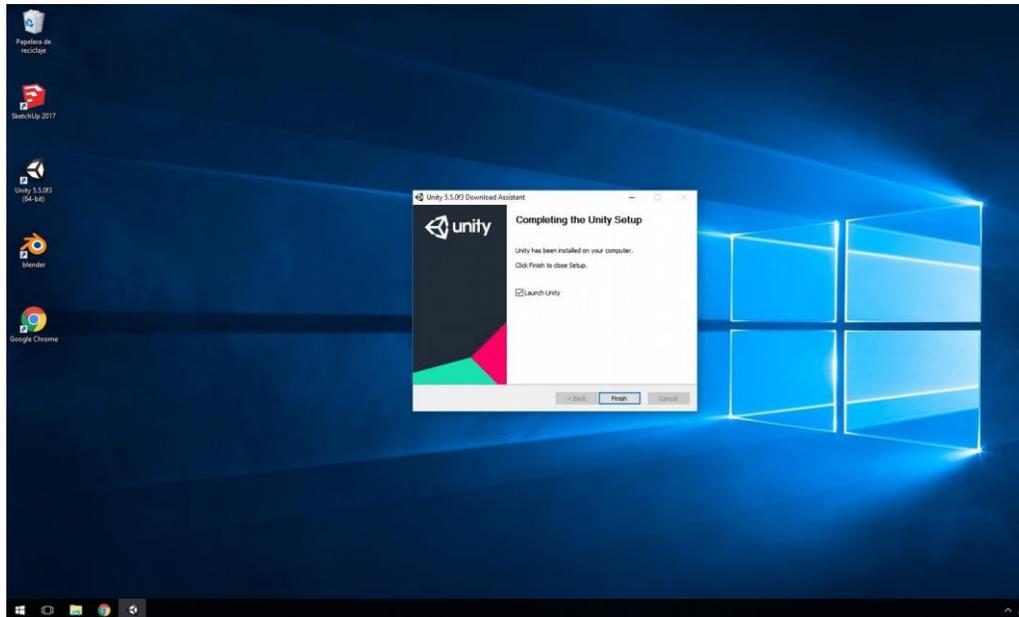


Figura 27 - Descomprimir Zip

**Paso 2:**

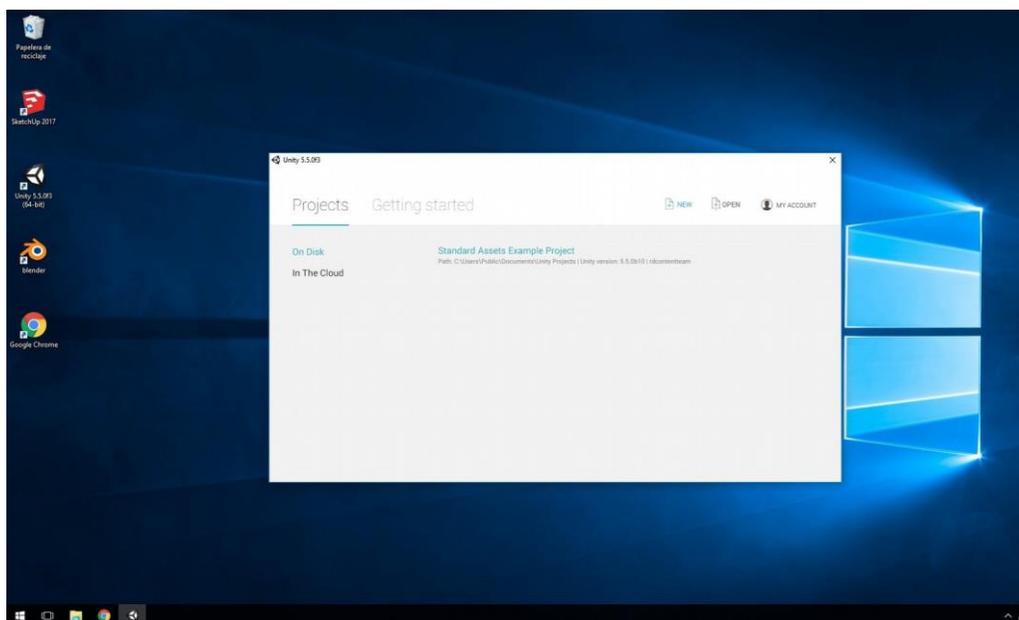
Descargar unity 5: <https://store.unity.com/es/download?ref=personal>

Instala unity en tu estación de trabajo



*Figura 28 - Unity Instalación*

con unity 5 ya instalado en su maquina, iniciar la aplicación. Cuando se inicia la aplicación, seleccionar "new" para crear un nuevo proyecto en Unity



*Figura 29 - Unity Proyecto*

Cree un nombre para el proyecto, seleccione donde se desea guardar el proyecto, selecciona 3D y acto seguido, hacer click en "create project"

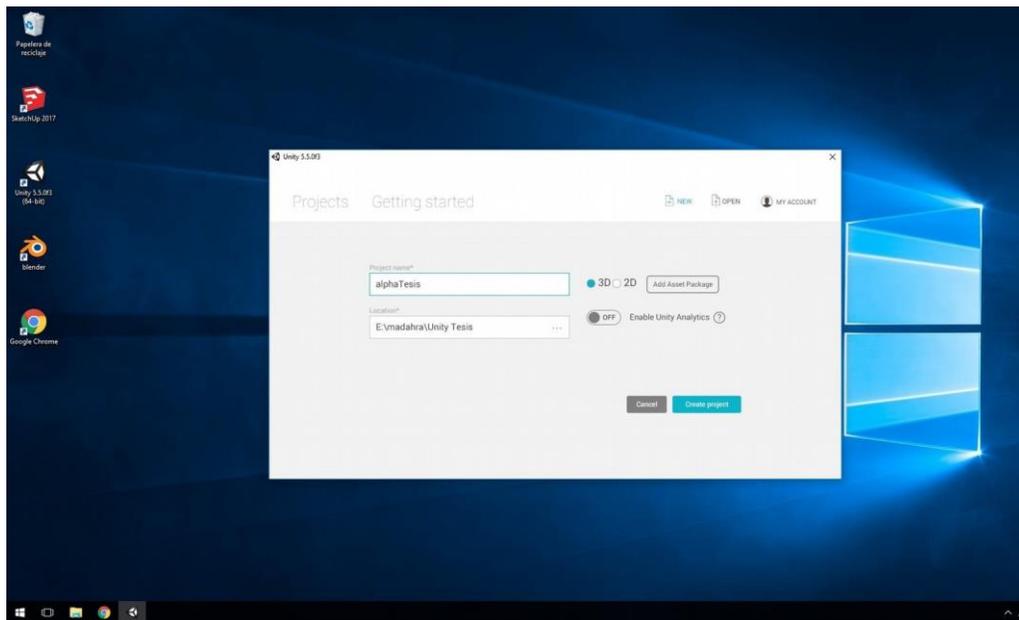


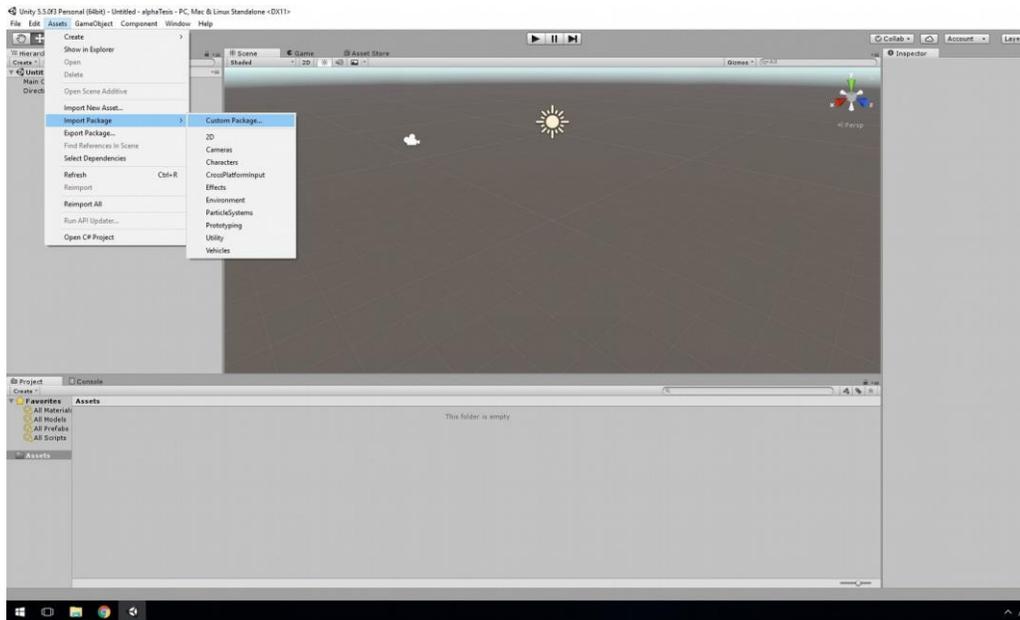
Figura 30 - Unity Crear Proyecto

### 8.2.2 Instalación de google VR sdk enUnity 5

Una vez que ingresemos a Unity 5, se tiene que instalar el sdk de google VR para poder hacer uso de la división de pantallas que es la que crea la sensación de estar inmerso en la realidad virtual, unity por defecto al momento de seleccionar 3D en la pantalla de creación de proyecto, crea de inmediato un lugar que tiene tres dimensiones en el cual se pueden crear lo que guste el usuario, donde tenemos las dimensiones ancho, alto y profundidad.

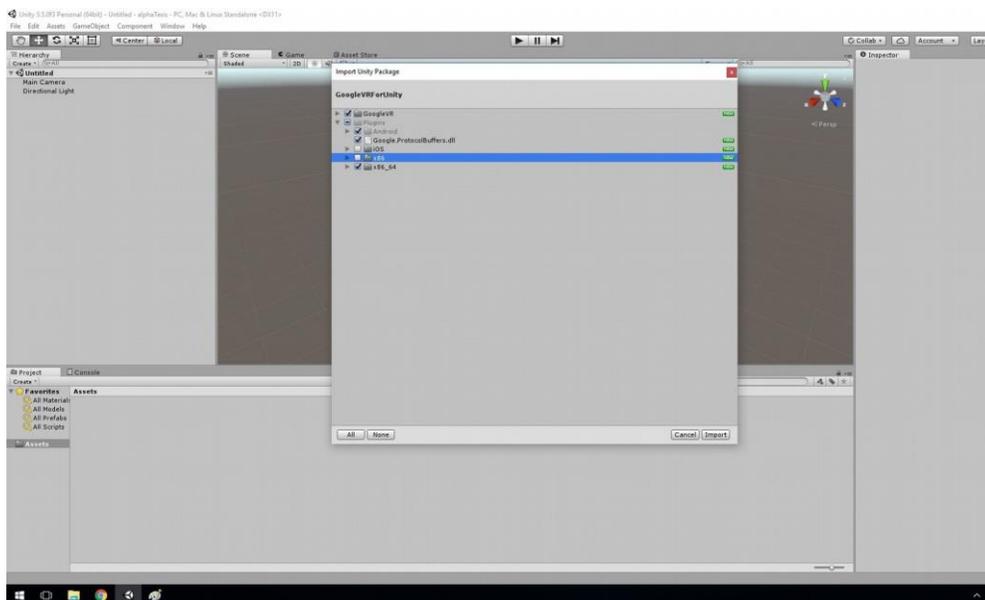
**Paso 1:**

Vamos a importar el sdk de google VR a unity 5 de la siguiente forma: en el menu de opciones del panel superior, dirigete a assets/import Package/custom package



*Figura 31 - UnitySdk1*

saldrá una ventana de búsqueda, selecciona la carpeta que descomprimimos antes que contiene el sdk de google VR. Para optimizacion de recursos (ya que este software no va dirigido a PC) desmarcamos las pestañas iOS y x86 como se muestra en la siguiente imagen



*Figura 32 - Unity Sdk2*

seleccionar "import"

aparecerá una ventana, solo falta hacer click en "go ahead" ya que nuestro proyecto esta en blanco.

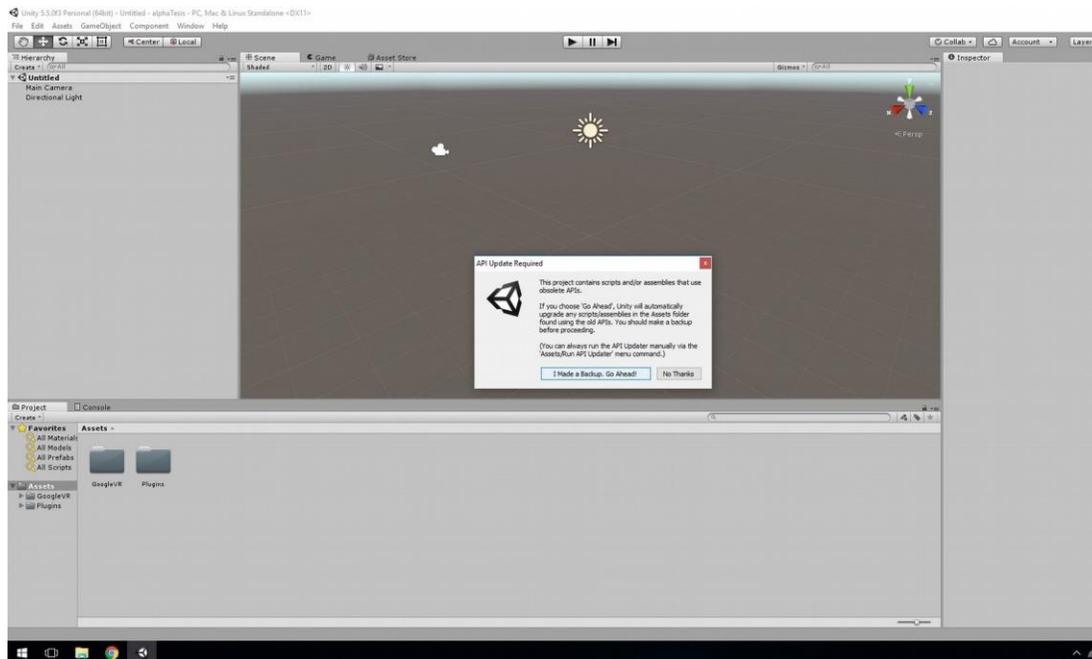


Figura 33 - UnitySdk3

Aparecerá otra ventana en donde tenemos que clickear en "Import Package"

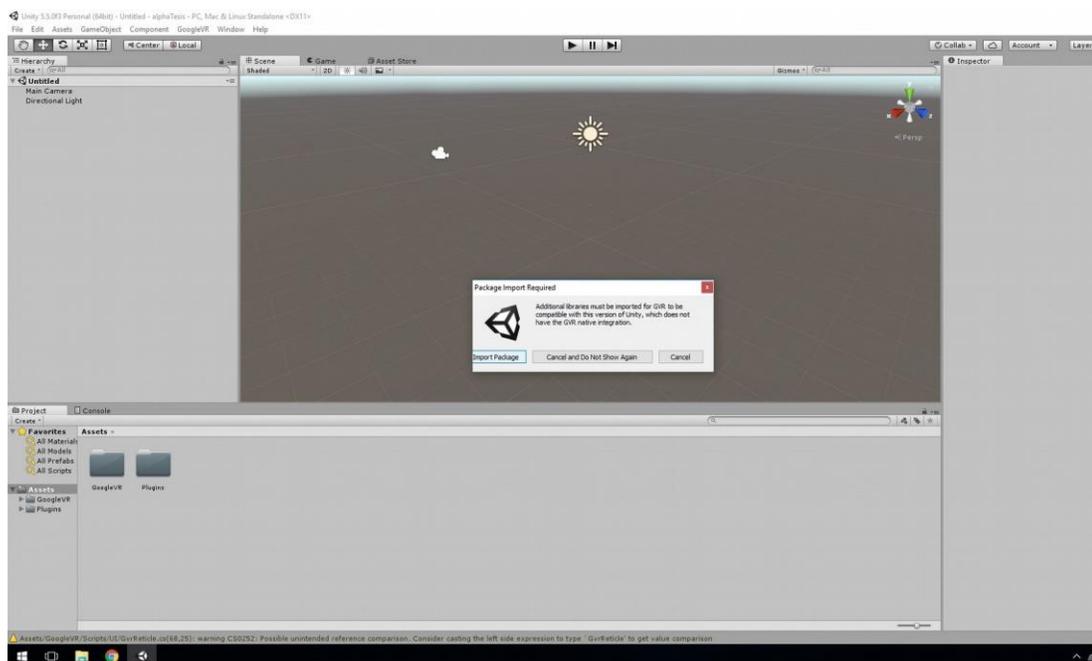


Figura 34 - Unity Sdk4

Unity abrirá otra ventana para volver a seleccionar los paquetes que se quieren importar, esta vez importamos TODO

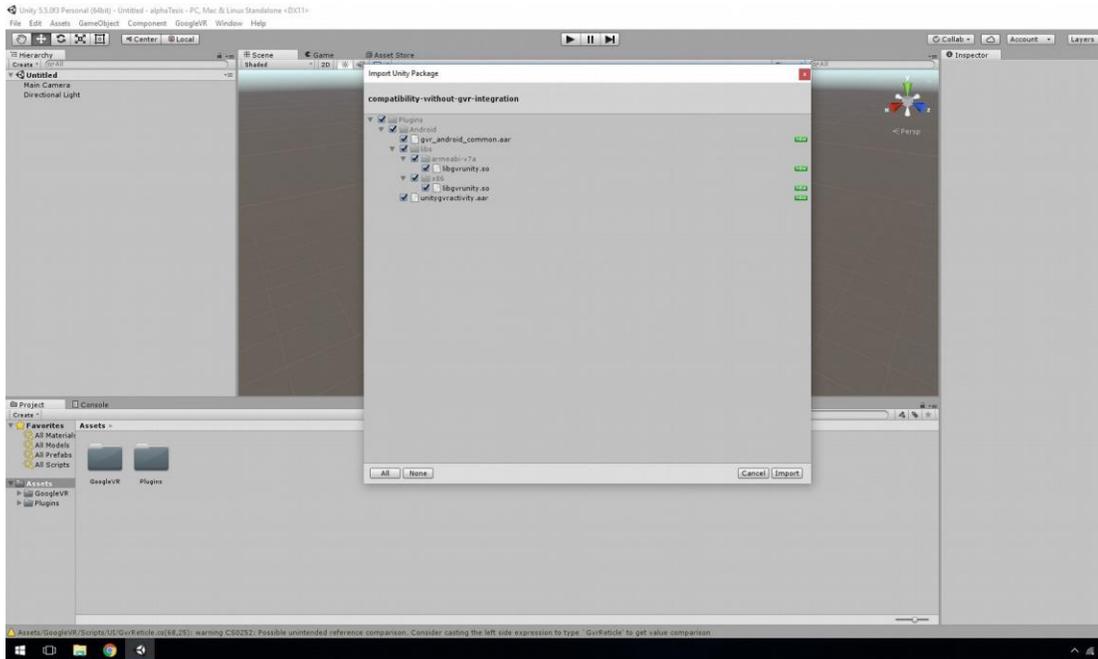


Figura 35 - UnitySdk5

### 8.2.3 Configuración Unity 5 y SDK

Una vez que tengamos todo instalado nos enfrentaremos con la siguiente ventana

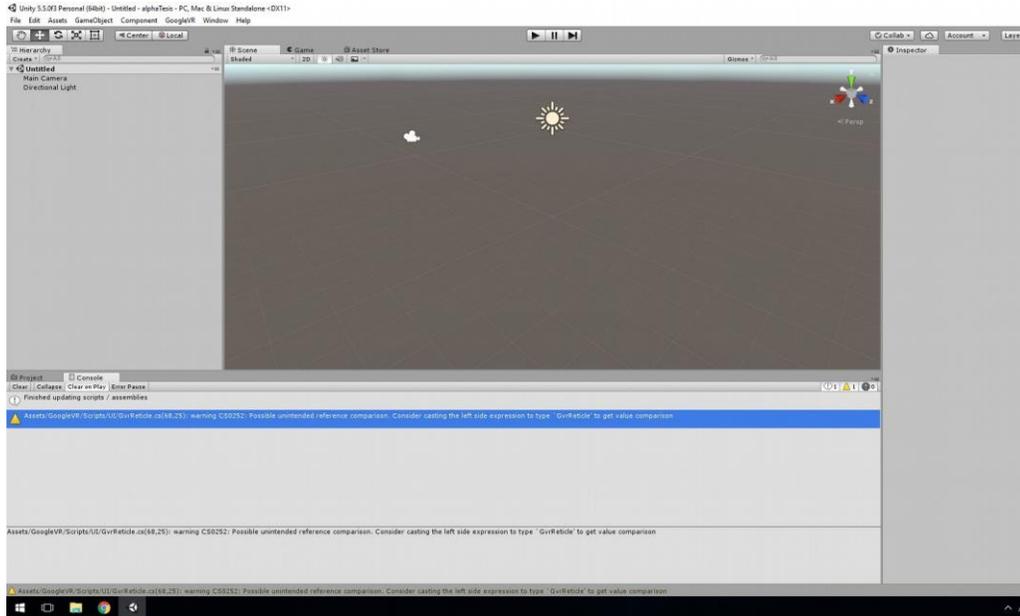


Figura 36 - Unity Configuración y Sdk

En la parte inferior nos muestra un "warning" que se debe corregir para que el sdk funcione correctamente, has doble clic en el warning, se abrirá Visual Basic que es el entorno por defecto para la creación de código de Unity 5. En la línea numero 68 mostrará un error.

En esta línea solo hay que agregar "(Object)" justo antes del GazeInputModule quedando de la siguiente forma:

antes: `if (GazeInputModule.gazePointer == this)`

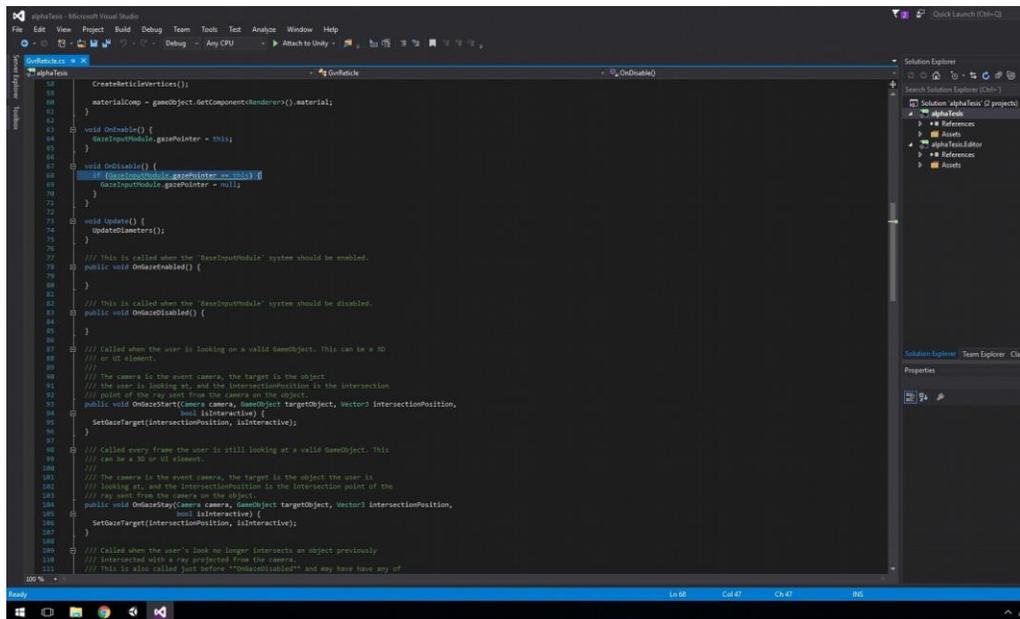


Figura 37 - Unity Código

después: `if ((Object)GazeInputModule.gazePointer == this)`

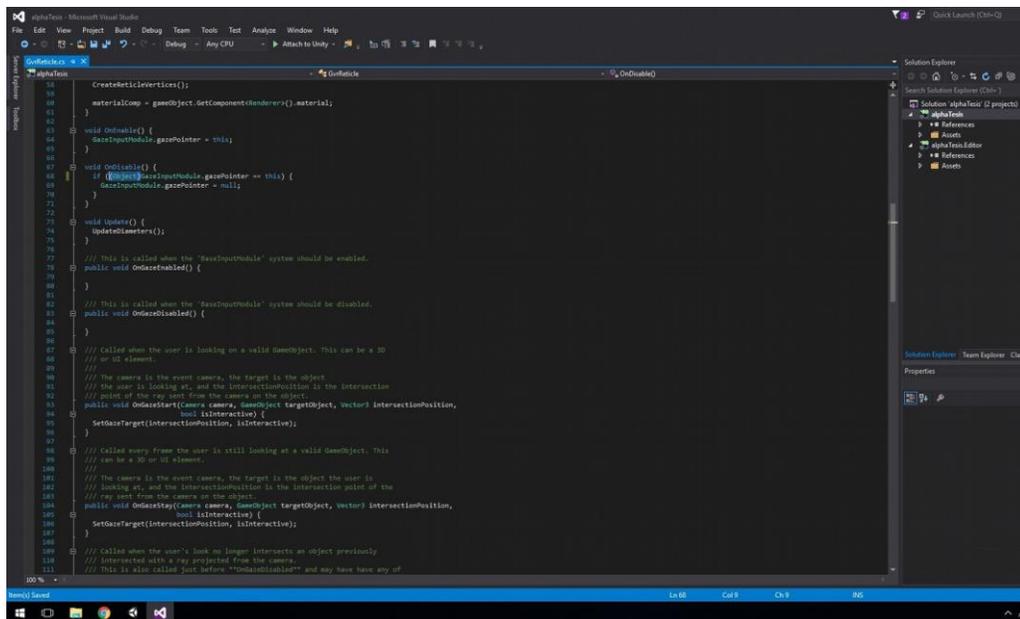


Figura 38 - Unity Código Corrección

Con esas modificaciones ya tenemos el sdk de google VR funcionando y listo para su uso, acto seguido, procederemos a configurar unity para la optimización de recursos de la aplicación, formato de visualización entre otros.

Nos vamos al menu de opciones de la parte superior de unity y seleccionamos file/build settings

aparecerá una ventana nueva, seleccionamos la plataforma en la cual se quiere trabajar, en nuestro caso "android" (para trabajar en android se debe instalar el sdk de android de google (android estudio sdk), se asume ya instalado), una vez seleccionada la plataforma android, en el menú lateral derecho en la orientación de pantalla, cambiar a "Landscape Left", con esto le decimos a la aplicación que al momento de iniciar, automáticamente cambie su orientación a la forma "vertical izquierda"

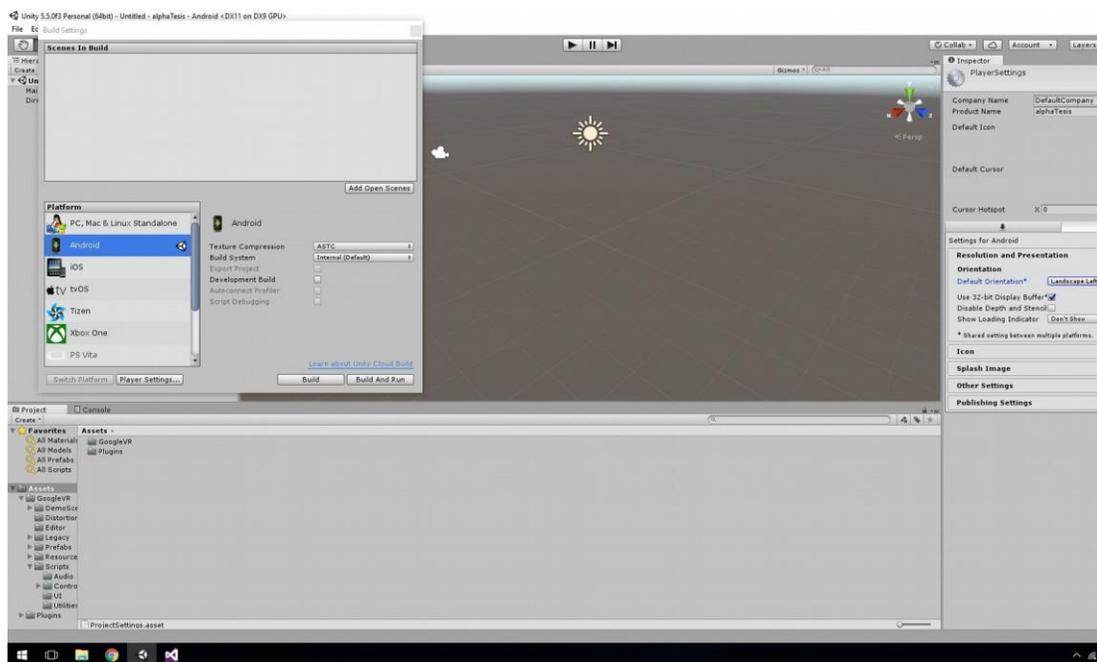


Figura 39 - Unity Configuración

seleccionamos la pestaña "Other settings", en este lugar cambiamos los siguientes atributos:

- Bundle Identifier: el que desee el usuario
- Minimum API Level: Android 4.1
- android TV Compatibility: desmarcar

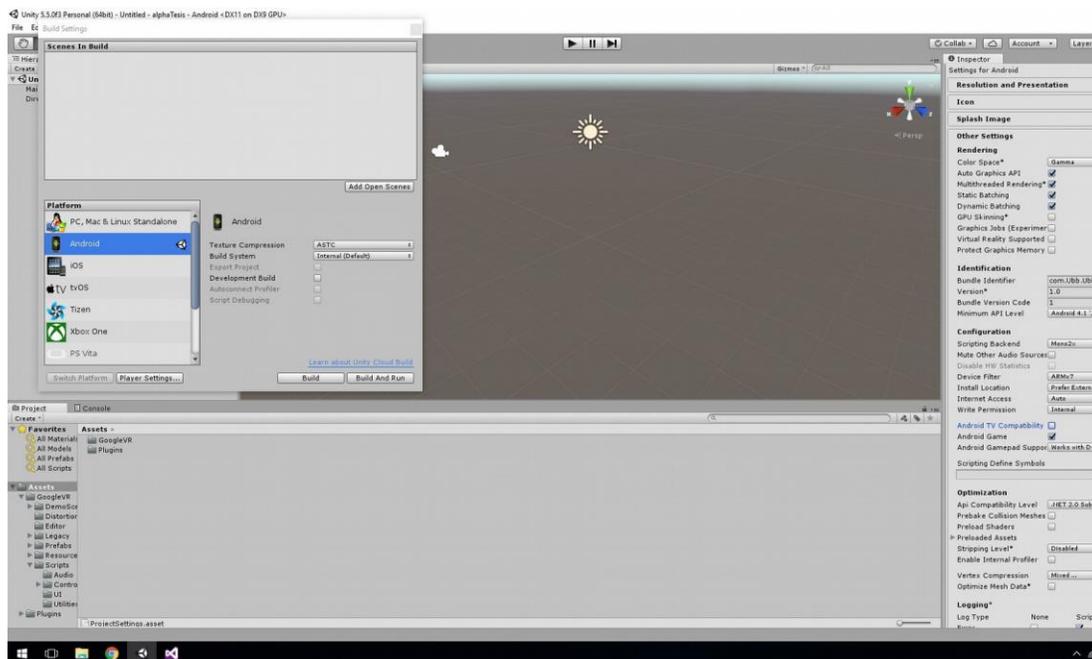


Figura 40 - Unity Configuración Otros

y con eso cerramos la pestaña de build settings.

Ahora lo que queda es la optimización de luz de ambiente de nuestro nuevo mundo virtual, ya que la luz es una de las principales fuentes de succión de recursos, para esto modificaremos un par de variables que nos hará mas liviano nuestra aplicación para celulares de gama baja.

En el menú lateral derecho, seleccionar la pestaña "lighting" (en caso de no encontrarla, en el menú de opciones se dirige a window/ lighting y aparecerá en el menú derecho) una vez seleccionado nos vamos a la pestaña "Scene" y cambiamos los siguientes parámetros:

Environment Lighting:

    ambient source: Skybox

    Ambient GI: Baked

Precomputed Realtime GI: desmarcar

Baked GI:

    Baked resolution: 10

General GI:

    Direccional Mode: Non-Directional



Figura 41 - Unity Light

## 8.2.4 Modo realidad virtual

En unity, si presionamos el botón "play" que se encuentra en la posición superior central, entraremos al modo de "juego" de unity en donde podremos ver como se verá todo lo que hayamos incorporado al mundo 3d, con sus componentes y sus acciones asociadas a los objetos, raycast, la física del mundo, la luz, etc. Lo que nos interesa a nosotros es poder dividir la pantalla en dos de tal forma que al poner el dispositivo, en este caso el celular, en el casco de realidad virtual, pueda generar la sensación de inmersión en este mundo 3d. Esto se hace de la siguiente forma:

Paso 1: nos dirigimos al menú que se encuentra en el panel inferior izquierdo y buscamos la carpeta "assets/googleVR/Prefabs"

Paso 2: al momento de seleccionar la carpeta Prefabs, inmediatamente aparecerá en el menú derecho a un costado del anterior los archivos que contiene dicha carpeta, en la carpeta *Prefabs* buscamos un archivo que tiene un icono que es un cuadrado de color azul con el nombre "GvrViewerMain"

Paso 3: tomamos el archivo "GvrViewerMain" y lo arrastramos al panel superior izquierdo llamado "Hierarchy" donde se encuentran los elementos "Main Camera" y "Directional Light".

Una vez realizado estos tres pasos, presionar el botón "Play"

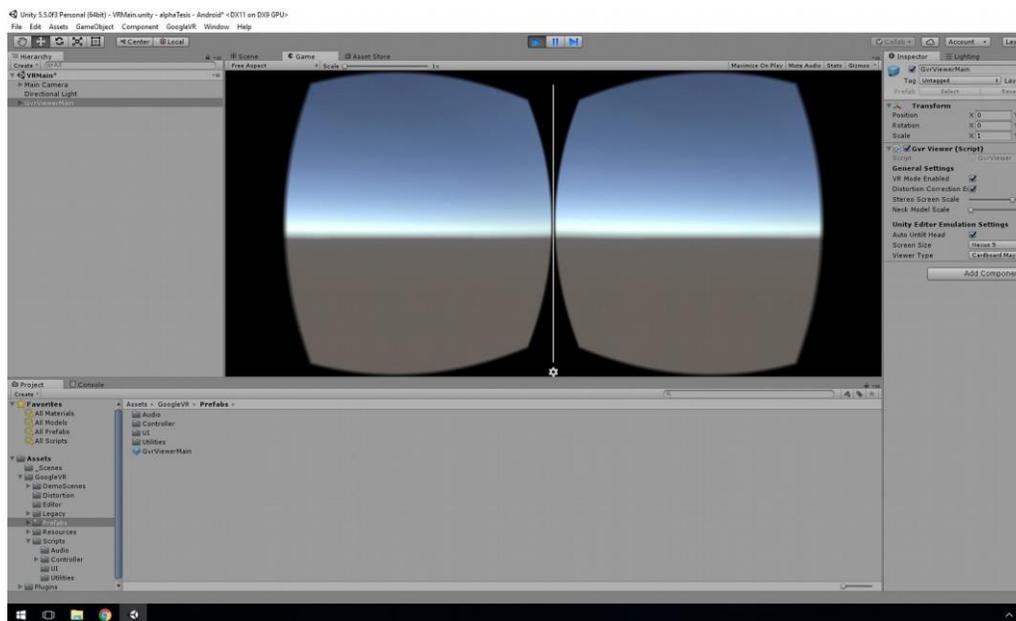


Figura 42 - Unity VR

de esta forma ya tenemos listo lo que necesitamos para poder ver la aplicación en modo "Realidad Virtual", si se mantiene presionado el boton "Alt" se puede girar la cámara para poder ver el mundo 3d creado.

Esto es solo para poder activar el modo realidad virtual y poder ver lo que está dentro del mundo 3d, de modo que falta agregar una retícula a la camara principal para que nuestra vista pueda tener interacción con los distintos objetos que se quieran crear en este mundo.

**IMPORTANTE:** recuerda desactivar el botón play para seguir modificando el proyecto.

### 8.2.5 activación retícula

¿que es una retícula? Según la Real Academia Española, retícula es un conjunto de dos o más hilos cruzadas que ponen en el foco de ciertos instrumentos ópticos y sirven para precisar la visual o efectuar medidas muy delicadas.

Paso 1: en el menú de unity "Hierarchy" con click derecho seleccionamos "Create empty" al cual nombraremos en este caso *VRMain*, tomamos el objeto *Main Camera* y lo arrastramos hacia el interior de *VRMain*

Paso 2: creamos un objeto cubo de la siguiente forma, en el menú de unity "Hierarchy" con click derecho seleccionamos 3D Object/Cube al cual llamaremos en este caso *InteractiveCube*

de esta forma al presionar play, podremos ver un cubo en el mundo 3d que es con el que haremos interacción para poder con esa interacción gatillar algun evento y ejecutar una acción pre-definida en nuestro mundo 3d.

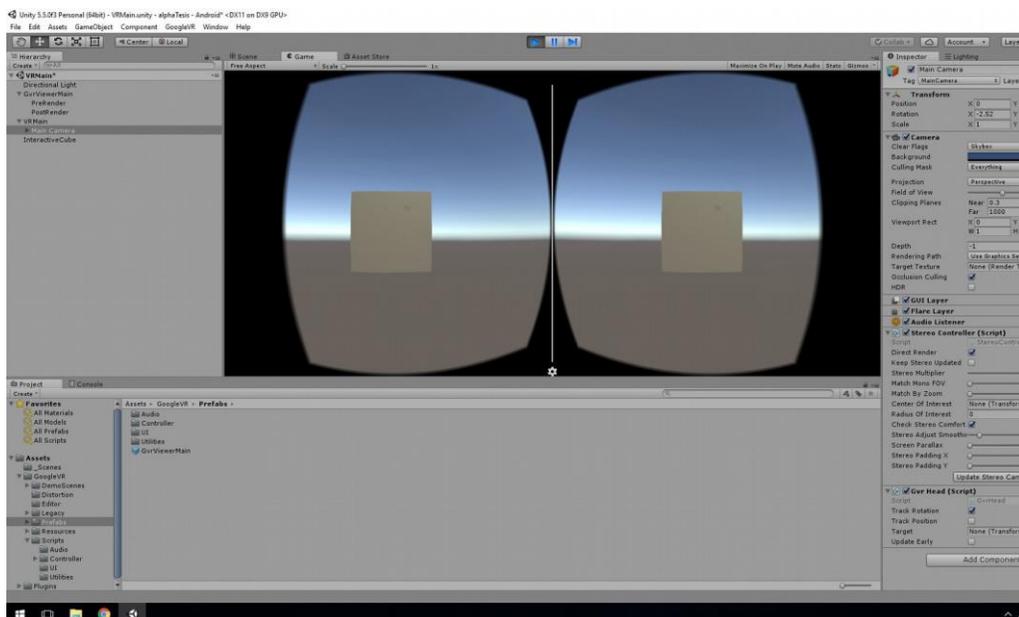


Figura 43 - Unity antes de Reticula

Ahora vamos a agregar la retícula de la siguiente forma:

Paso 1: en el menú inferior derecho, dirigirse a GoogleVR/Prefabs/UI, en esta carpeta encontraremos un objeto llamado "GvrReticle".

Paso 2: arrastramos el objeto "GvrReticle" al menu Hierarchy y lo ponemos dentro del objeto *Main Camera* que tiene como padre al objeto *VRMain*.

De esta forma, si presionamos play, veremos un pequeño punto en el centro de las cámaras el cual será quien interactúe con los obetos del mundo 3d.

**IMPORTANTE:** recuerda desactivar el botón play para seguir modificando el proyecto.

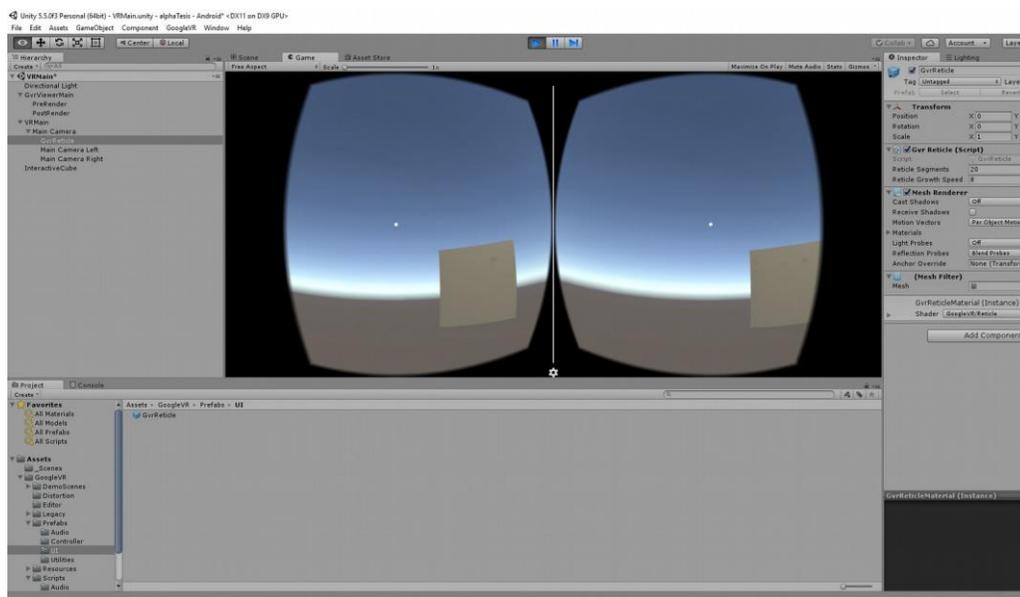


Figura 44 - Unity Reticula 1

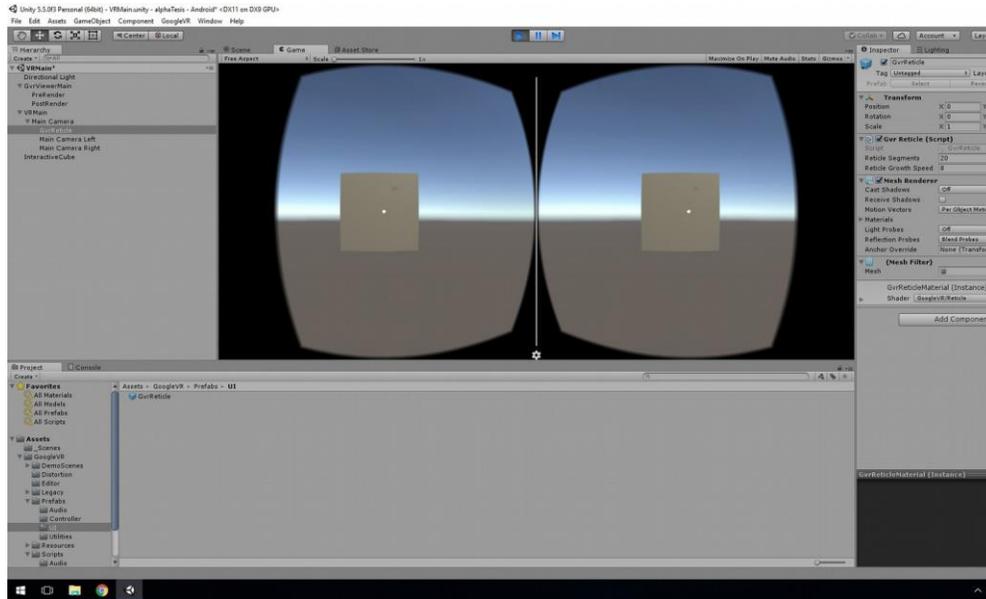


Figura 45 - Unity Reticula 2

Ya tenemos la retícula en nuestra visión de juego, lo que falta ahora es activar esta retícula para que cuando *toque* o *vea* un objeto en el mundo 3d, este muestre algún cambio para saber que puede gatillar alguna acción.

Esto lo haremos de la siguiente manera:

Paso 1: en el menu Hierarchy, boton derecho, crear *EventSystem* que es el objeto que nos ayudará a activar la retícula cuando ésta choque con algun objeto

Paso 2: selecciona el objeto *EventSystem* y en el menu del inspector (menu panel derecho) precionamos en Add Component/Script y buscamos un script llamado "GazeInputModule"

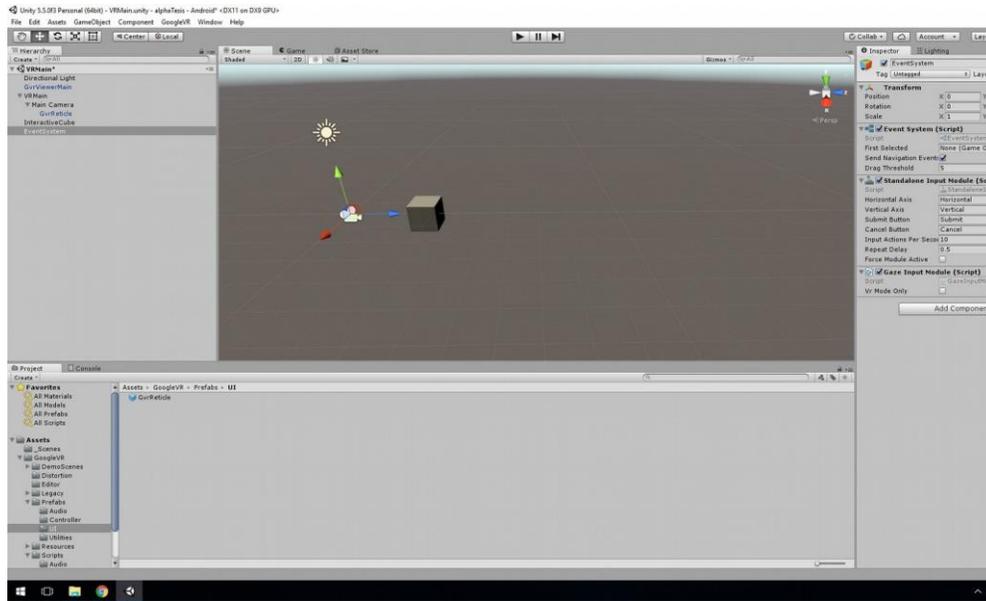


Figura 46 - Unity EventSystem

Paso 3: en el menu Hierarchy seleccionamos el objeto *Main Camera* y en el menu inspector (menu lateral derecho) presionamos en *Add Component* y buscamos "Physics Raycaster".

Un Raycaster (en este caso) es un rayo invisible que sale del centro de la retícula hacia adelante y que funciona como detector de objetos.

Paso 4: en el menú de Hierarchy seleccionamos nuestro *InteractiveCube* y en el menú del inspector presionamos en add Component y buscamos "Event Trigger".

Un Event Trigger le indica a nuestro cubo que cuando sea *visto o tocado* por la retícula, éste va a gatillar algún evento dentro del mundo, por ahora solo lo usaremos para mostrar la activación de la retícula así que no agregaremos ningún evento.

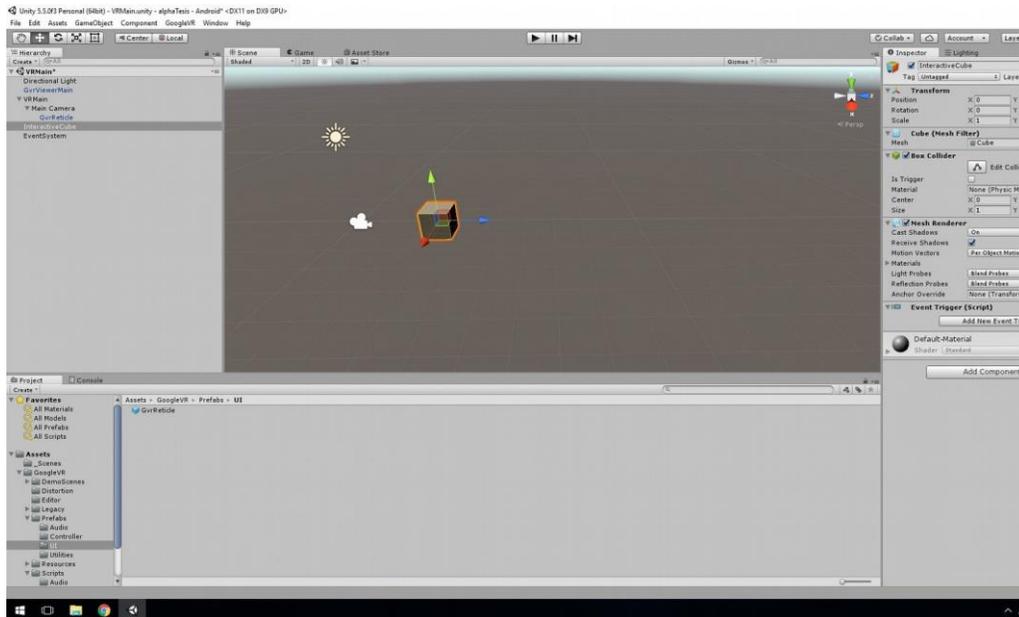


Figura 47 - Unity Interactive Cube

Paso 5: en el menu Hierarchy seleccionamos el objeto EventSystem y en el menu del inspector donde se encuentra el componente "Gaze Input Module" al lado derecho del nombre hay un engrane, presionar el botón de engrane y seleccionar "Move Up".

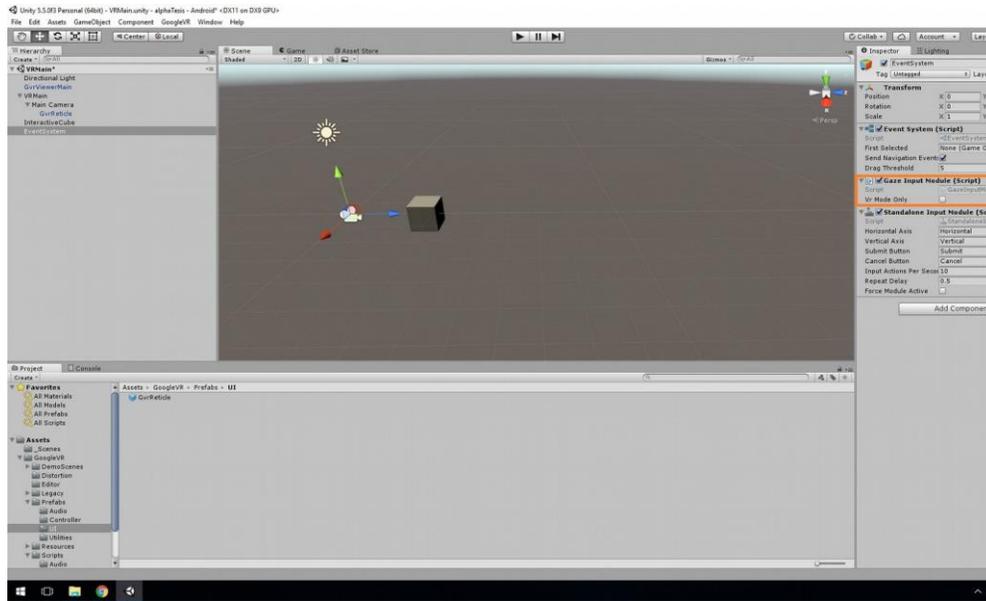


Figura 48 - Unity Gaze Input Module

Con esto ya daremos por terminado la incorporación de nuestra retícula a la cámara de juego, al momento de presionar en play y entrar a nuestro mundo 3D nuestra retícula reaccionará al momento de tocar nuestro cubo, de esta forma podemos tener interacción con los objetos de nuestro mundo 3D.

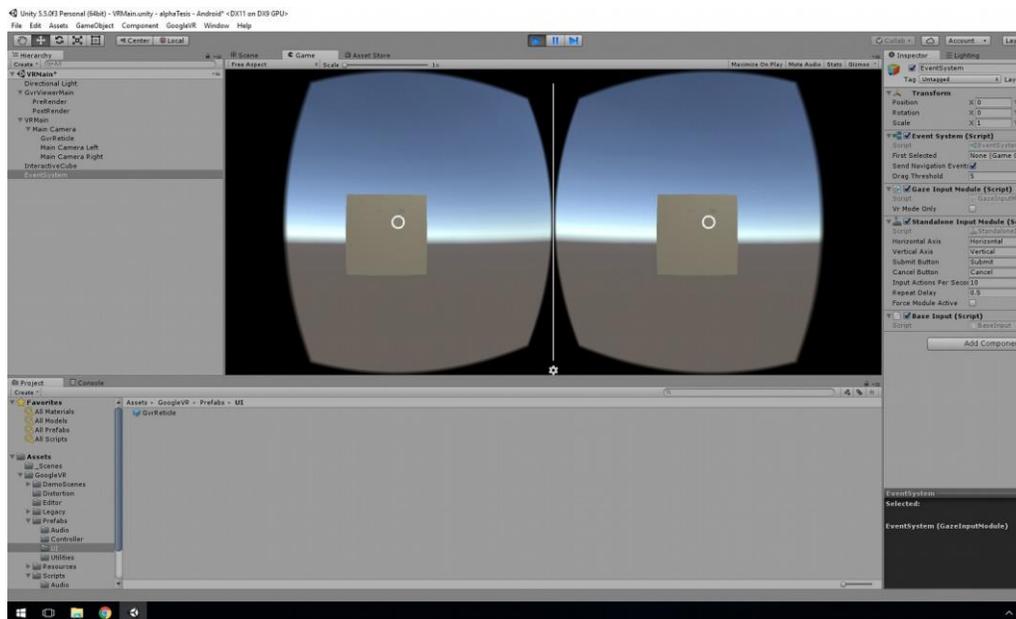


Figura 49 - Gaze On

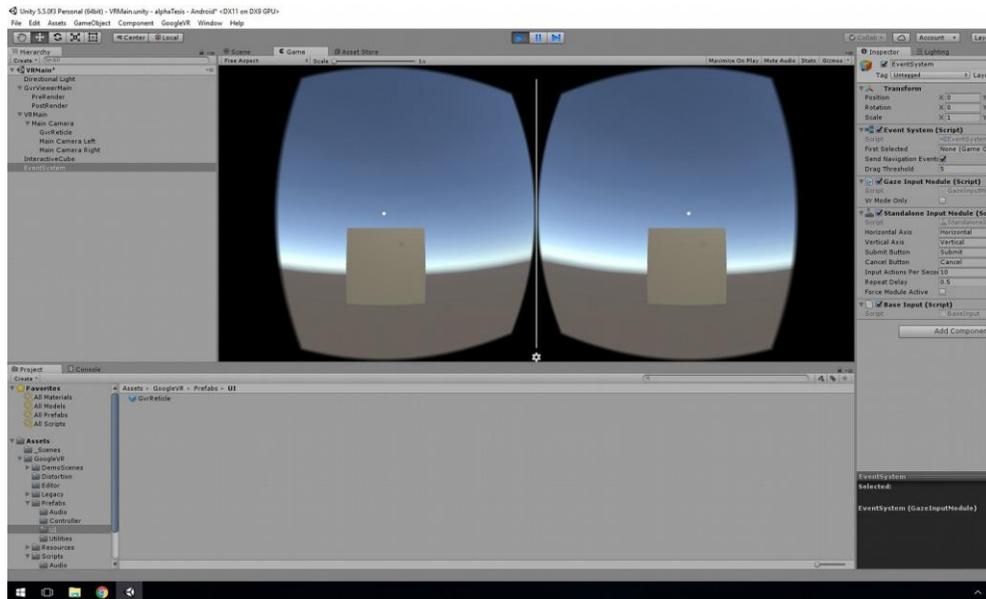


Figura 50 - GazeOff

### 8.2.6 Agregando movimiento al jugador

Ya tenemos el modo realidad virtual y la retícula para detectar objetos en nuestro mundo 3D, ahora solo falta moverse a través de él.

Paso 1: añadiremos un piso para que nuestro personaje pueda moverse y no caer al infinito, en el menú de Hierarchy, boton derecho de mouse y seleccionar 3D Object/plane, con esto ya tendremos un piso en donde situar a nuestro personaje.

Paso 2: en el menú Hierarchy, seleccionar el objeto VRMain y en el menú del inspector presionar en Add Component y buscar "CharacterController", con esto emularemos un objeto con físicas dentro del mundo 3d.

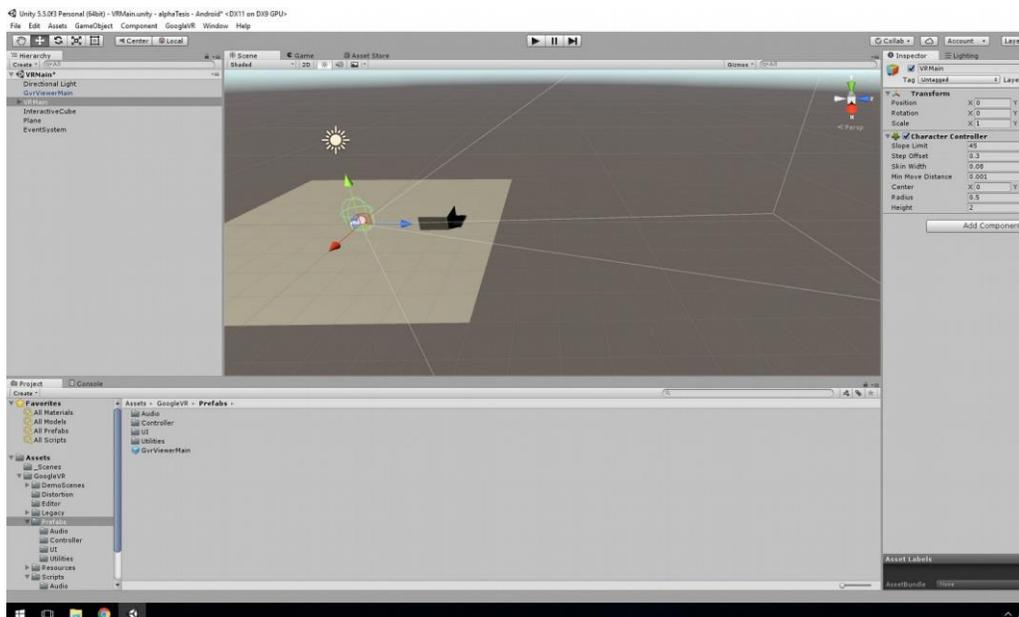


Figura 51 - VRMain

Paso 3: Unity en su documentación trae todo lo necesario para aprender sobre este motor gráfico, en él podemos encontrar código como el siguiente (este código es solo ejemplo de prueba) el cual utilizaremos para dar un movimiento simple al jugador donde con el boton "W" puede moverse adelante, "S" se mueve en reversa, "A" pira hacia el lado izquierdo y con "D" mira hacia ellado derecho.

En el menú inferior central creamos un nuevo script en C# que en este caso llamaremos "VR\_Autowalk" y pegamos el script que viene en la documentación

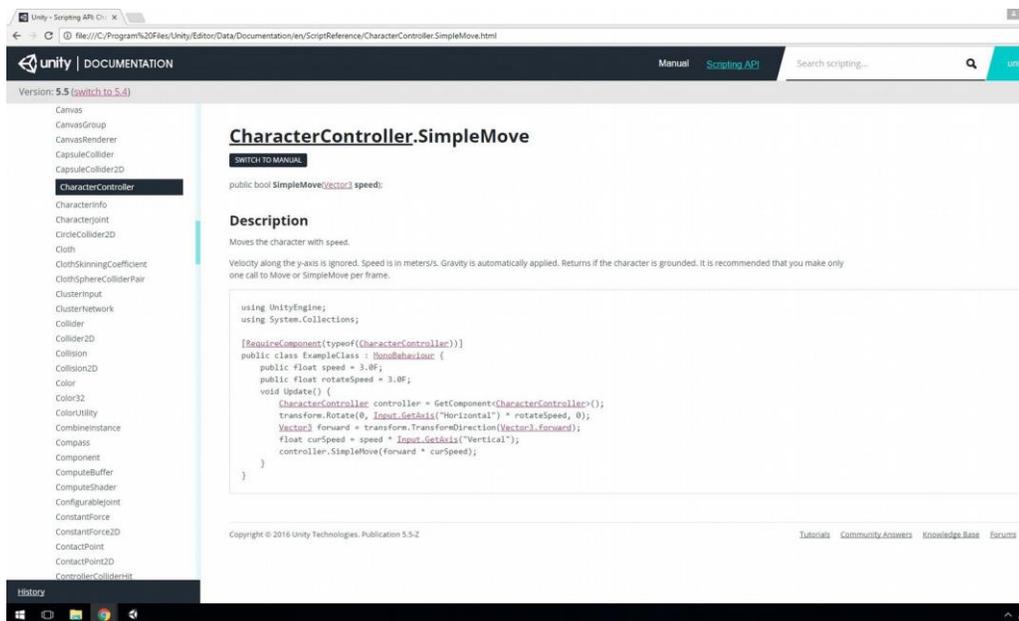


Figura 52 - CharacterController

una vez creado y guardado, en el menu Hierarchy seleccionamos el objeto VRMain y en el menú del inspector presionamos en Add Component y buscamos nuestro nuevo script creado VR\_Autowalk.

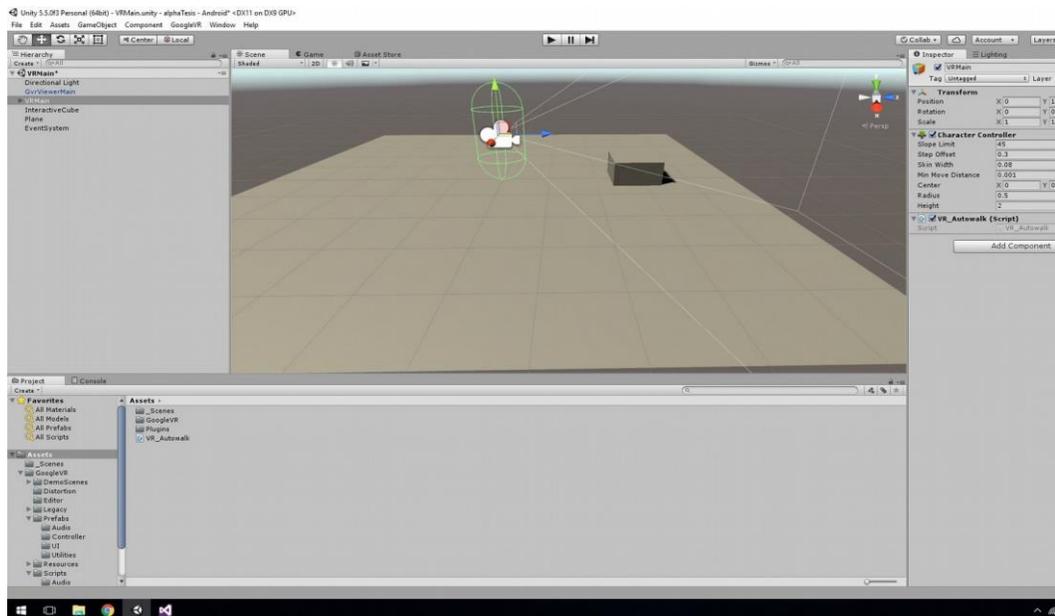


Figura 53 - VR Autowalk

Con esto ya se tiene todo lo principal para poder desarrollar una aplicación de realidad virtual, mundo 3D, vista en realidad virtual, movimiento del usuario e interacción con el mundovirtual.

---

## **9 RECORRIDO POR LA UNIVERSIDAD**

---

Una vez que se tiene todo lo necesario, se incluyen los modelos de los edificios creando un mundo 3D, en este caso, el usuario podrá moverse libremente por las dependencias de la Universidad, donde en cada edificio existe un anuncio de como se llama la facultad y las carreras que se imparten, este anuncio permanece oculto hasta que es activado por la retícula de la cámara, este anuncio tiene propiedades de animación lo cual hace que sea más agradable y llamativo para el usuario el leer estos anuncios.

### **9.1 Movimiento**

El usuario tiene una esfera a sus pies de color verde, al momento de mirar esa esfera por dos segundos, esta cambia de color a rojo, cuando cambie de color, el usuario levanta la vista y comienza a moverse por sí solo. Para detenerse, solo tiene que volver a mirar la esfera hasta que cambie de color.

Se le agregó la opción de tocar la pantalla para moverse en caso de no querer utilizar el casco de realidad virtual.

### **9.2 Información de facultades en el mundo 3D**

Se aplicó el uso de animaciones para llamar la atención del usuario, mostrar el nombre de la facultad y las carreras que imparte dicha facultad, se demora 1,5 segundos en aparecer cuando es detectada por la retícula y se demora 2 segundos en desaparecer cuando no se está viendo.

### 9.2.1 Capturas de pantalla mundo virtual Universidad del Bío-Bío



*Figura 55 - Captura pantalla Instrucciones*



*Figura 55 - Captura pantalla Tour*



*Figura 56 - Captura pantalla Tour Gantes*



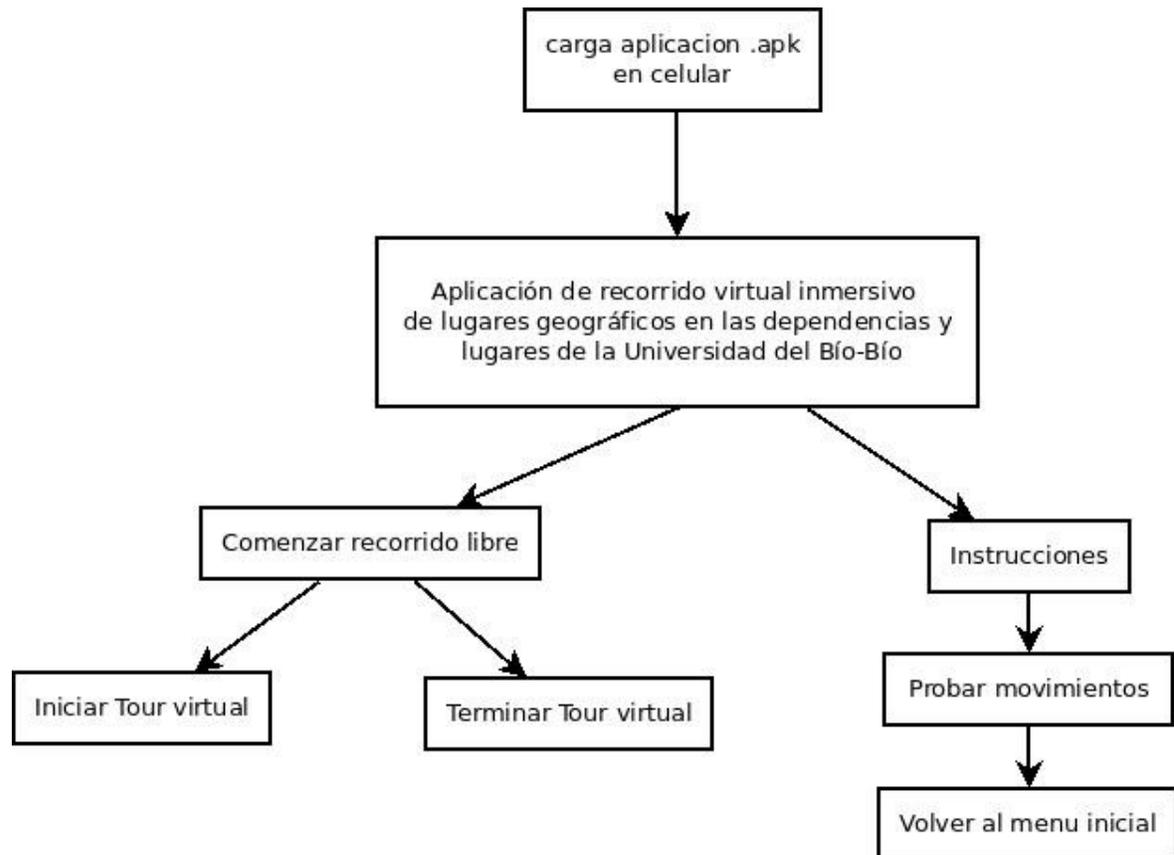
*Figura 57 - Captura pantalla Información Gantes*

---

## 10 DISEÑO

---

### 10.1 Diseño de arquitectura funcionales



*Figura 58 - Diseño Arquitectura Funcional*

## 10.2 Diseño de interfaz y navegación

A continuación se muestra la interfaz gráfica de la aplicación, explicando que hace cada uno de los botones que este posee

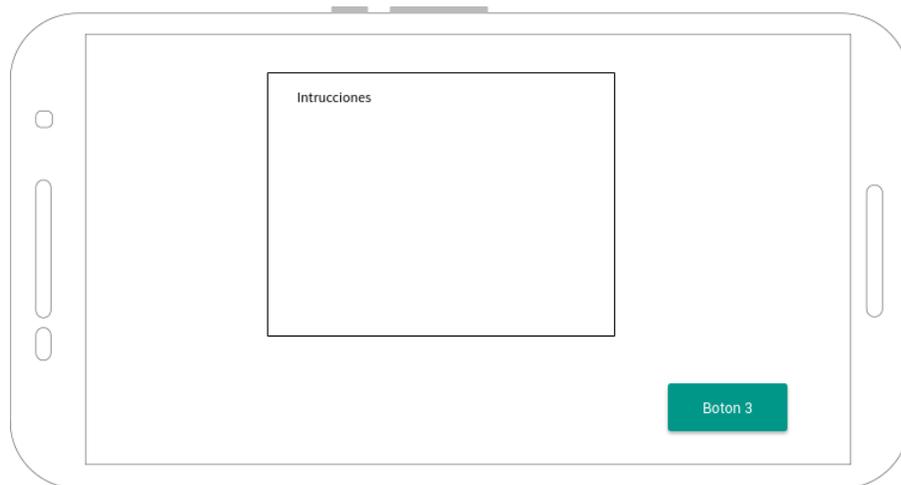


*Figura 59 - Interfaz Menu*

Área 1: Lugar en donde se localiza el título y logo de la aplicaciones

Botón 1: Es un botón que tiene como nombre "Comenzar", este botón lleva al usuario a la escena principal de la aplicación dando inicio al tour libre por la universidad.

Botón 2: es un botón que tiene como nombre "Instrucciones", lleva al usuario a una escena donde se explica las instrucciones de la aplicaciones



**Figura 60 - Interfaz Instrucciones**

**Instrucciones:** Lugar donde se muestra un recuadro con las instrucciones de la aplicación, como moverse, mirar, etc.

**Botón 3:** Botón que tiene como nombre "volver", lleva al usuario a la escena principal de la aplicación.

---

## II PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

---

Justificación:

el proyecto tendrá su puesta en marcha una vez que la aprobación del proyecto de tesis para el título de Ingeniero en computación e informática sea efectivo, siguiendo la autorización de los encargados de difusión de la universidad del Biobío, éstos facilitarán los datos de la universidad para que la aplicación una vez revisada sea agregada a "google play" para ser puesto a disposición del público.

Se contempla el periodo de una semana para la implementación de la aplicación en la plataforma, todo esto para afinar cualquier posible trámite extra que pueda traer el subir una aplicación a la plataforma de "google play".

Una vez que la aplicación este en la plataforma se da por finalizado el proyecto.

Calendario:

	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5
Aprobación Proyecto de tesis	X				
Aceptación Implementación		X			
Aplicación en plataforma			X		
Marcha blanca				x	
Aprobación proyecto					x

*Tabla 7 - Calendario Implementación y Puesta en marcha*

---

## 12 RESUMEN ESFUERZO REQUERIDO

---

Actividades	N.º de horas
Toma de fotografías	5
Modelado de edificios	336
Creación mundo de realidad virtual (física del mundo)	8
Creación realidad virtual (modelos)	8
Modulo VR para Unity5	8
Investigación	336
Codificación técnica de navegación	144
Codificación animaciones para mostrar información	80
Interacciones usuario-realidad virtual	40
Creación de la aplicación	3
Total	968

*Tabla 8 - Esfuerzo Requerido*

El total de horas hombre esde 968 HH.

Si se observa la tabla, la mayor cantidad de horas utilizadas es en el modelado de edificios y la investigación, esto debido a que el modelado de edificios es algo que se tuvo que mejorar en el camino, esto hubiera disminuido si se hubieran tenido conocimientos previos sobre modelación de objetos tridimensionales con software avanzado.

En investigación se utilizaron muchas horas debido a que google en agosto del 2016 actualizó el sdk que se utiliza para la creación de realidad virtual para unity5 dejando obsoleto un botón que anteriormente venia con los cascos de realidad virtual, debido a esto se tuvo que buscar la manera de hacer que el usuario pudiera desplazarse a través del mundo 3D sin la utilización de algún dispositivo o botón alterno al celular (Codificación técnica de navegación). Esto se pudo superar agregando una interacción con el usuario dentro de la misma aplicación.

Llevar este tipo de investigación a cabo y de manera exitosa, aumentó la moral del equipo de desarrollo, esto ocasionó que se quisiera implementar nuevas formas de mostrar la información al usuario obteniendo como resultado final la creación de ventanas animadas con formas de hologramas.

Cabe destacar que el rendimiento de la aplicación varia dependiendo del modelo de smartphome que se esté utilizando, para la creación de esta aplicación se utilizó un smartphome de gama baja debido al bajo presupuesto del equipo de trabajo, esperando en un futuro obtener mejor hardware para poder optimizar la aplicación.

---

## 13 CONCLUSIONES

---

La realidad virtual suena a algo muy lejano, con la realización de esta aplicación utilizando las nuevas tecnologías existentes sobre realidad virtual se logro un recorrido virtual de la universidad del Biobío, sede concepción, con lo cual se logra tener un escenario 3D permitiendo a la persona sentirse inmerso dentro de la universidad logrando un impacto significativo en lo que es el reconocimiento de la universidad y sus dependencias, dejando al usuario la posibilidad de moverse libremente dentro de este nuevo mundo. Realidad virtual suena a algo muy difícil pero que en realidad es muy sencillo, si se tiene los conceptos básicos de programación y modelado de objetos se puede lograr lo que cualquier persona tenga en su imaginación.

Lo mayor ventaja de utilizar estas tecnologías que suenan muy extrañas pero que a su vez son tan fáciles de manejar, es su potencial de crecimiento, todo depende de qué dirección quiera darle el usuario a la aplicación, por ejemplo, a la aplicación se le puede seguir agregando mas segmentos de la universidad sin que el trabajo anterior se vea afectado, abriendo la posibilidad de poder realizar la universidad completa, o bien, agregar publicidad dentro del mismo mundo 3D haciendo más llamativa a la aplicación.

Esta aplicación le permite al usuario tener una rápida ubicación de las distintas facultades y cuales son las carreras que cada una de ellas imparte, esto hace que el alumno que recién ingresa, como también usuarios externos a la universidad, puedan ver como se vé la universidad y caminar a través de esta sin moverse de su casa.

Las herramientas utilizadas para el desarrollo de esta aplicación se ajustaron muy bien a los requerimientos requeridos por el cliente, cada una de las herramientas utilizadas fueron estudiadas con anterioridad para su correcta ejecución, esto ayudo a que el desarrollo de la aplicación fuera de manera fluida.

Con la realización de este proyecto se logro aumentar el conocimiento sobre la tecnología de realidad virtual, esto se logró con la idea de que sea un software que todos pudieran obtener y poder utilizar, teniendo eso en mente junto al auge en los smartphones podemos llevar estas ideas a la realidad. Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier ámbito que se quiera trabajar, ya sea medico, a nivel informático o para programas de aprendizaje para niños.

Con este tipo de proyectos la universidad logra mantenerse a la vanguardia en lo que a tecnología se refiere, con el poder para seguir trabajando en la misma aplicación y expandiendo sus limites, permitiendo modificar la aplicación así como la universidad vaya cambiando, promoviendo la innovación y dando la posibilidad a la universidad de mostrar la imagen que quiere proyectar al mundo logrando una gran ventaja competitiva por sobre las demás.

---

## 14 BIBLIOGRAFÍA

---

Formato de referencias y bibliografía según los estándares de biblioteca.

- Título: Realidad virtual
- Autor: Larijani, L. Casey
  
- Título: Realidad virtual: ¿una inversión en la imagen?
- Autor: Cid Carrasco, Juan
  
- Título: Introducción práctica a la realidad virtual
- Autor: Parra Márquez, Juan C.
  
- Título: Manual de Unity
- Autor: Unity (2016)
- Recuperado de: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/index.htm>
  
- Titulo: Google VR
- Autor: Google Developers (Febrero 14, 2017)
- Recuperado de: <https://developers.google.com/vr/unity/>
  
- Titulo: SketchUp, modelado de objetos 3D
- Autor: Trimble(2016)
- Recuperado de: <https://www.sketchup.com/es/learn>
  
- Titulo: NurFACE, game development
- Autor: Ryan's Developer Blog (Abril 16, 2016)
- Recuperado de: <https://www.youtube.com/user/NurFACEGAMES>

## 15 ANEXO: PRUEBAS DE SOFTWARE

### 15.1 Elementos de prueba

La aplicación se inicia en un smartphone, este divide su pantalla en dos en donde se proyecta el ambiente en realidad virtual, en el cual el usuario puede realizar una navegación libre a través de la infraestructura de la Universidad y tan solo utilizando el visor de realidad virtual mas un smartphone.

### 15.2 Especificación de las Pruebas

Características	Nivel	Objetivo	Enfoque	Técnicas	Actividades	Criterios
Funcionalidad, desempeño y resistencia.	Aplicación	Verificar que se cumplan todas las funciones que el sistema posee de forma correcta para un buen y adecuado funcionamiento.	Caja negra	Valores Límites	Navegar a través de la aplicación utilizando los métodos predeterminados.	Que muestre correctamente el ambiente de realidad virtual y además que no presente fallos en su ejecución.
Interfaz	Aceptación	Procurar que la apariencia de la aplicación no se vea afectada por la ejecución de las distintas funcionalidades que este posea.	Caja negra	Sobrecarga de ejecuciones	Utilizar constantemente y prolongadamente la aplicación.	No notar modificaciones de la aplicación al término de las pruebas realizadas.
Navegación	Aceptación	Cerciorar de que en el transcurso del uso del sistema no presente lentitud y traspaso de un módulo a otro	Caja negra	Sobrecarga de ejecuciones	Utilizar constantemente y prolongadamente la aplicación.	Pasar de una escena a otra sin inconvenientes, sin lentitud y sin cambios en el ambiente de realidad virtual.

Tabla 9: Especificación de Pruebas

### 15.3 Responsable de las pruebas

El responsable de las pruebas ejecutadas en este proyecto será el mismo programador en este caso el estudiante: Vicente Andrés Palma Aguilera.

### 15.4 Detalle de las pruebas

#### 15.4.1 Prueba de la aplicación

ID	Requerimientos	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito / Fracaso	Observaciones
RF01	Desplazamiento usuario	Inexistentes	Permitir al usuario moverse a través del terreno creado en realidad virtual	Permitir al usuario moverse a través del terreno creado en realidad virtual	Éxito	Aunque la prueba fue exitosa, la aplicación presenta una baja de Fps cuando existen muchos modelos en el cuadro de enfoque del visor.
RF02	Visualizar Edificios	Inexistentes	Permitir al usuario ver los edificios creados en la realidad virtual	Permitir al usuario ver los edificios creados en la realidad virtual	Éxito	No se detectaron anomalías en los modelos 3D.
RF03	Visualizar Información	Inexistentes	Ver la información de los edificios, los cuales tienen un rango de detección de dos segundos, despliega la información de manera correcta.	Ver la información de los edificios, los cuales tienen un rango de detección de dos segundos, despliega la información de manera correcta.	Éxito	La información se despliega de manera exitosa después de dos segundos, la retícula funciona exitosamente.

Tabla 10: Pruebas

## **15.5 Conclusiones de Prueba**

Existen bajas en los recuadros por segundo, lo que hace que la aplicación se vea con lentitud, esto debido a la alta concentración de polígonos de algunos modelos 3D, falta optimizar de modelos, cabe destacar que las pruebas se realizaron en un modelo de smartphone de gama baja, lo cual indica que podría existir una mejora de rendimiento en smartphones de mejor gama.

Los movimientos de cámara para mostrar el ambiente de realidad virtual demuestra buen comportamiento.

El sistema de navegación de la aplicación funciona correctamente, haciendo que el dominio en el uso de la aplicación sea fácil y sin la capacitación para su uso.

Se logra demostrar a su vez que el prototipo puede funcionar correctamente ante cualquier ambiente de programación sin desarrollar alteraciones ni fallos.