



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería  
Informática**

**título del TFG  
Documentación Técnica**



Presentado por Saúl Martín Ibáñez  
en Universidad de Burgos — 13 de mayo  
de 2020

Tutor: Pedro Luis Sánchez Ortega  
Álvar Arnaiz González



---

# Índice general

---

<b>Índice general</b>	<b>I</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>III</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>IV</b>
<b>Apéndice A Plan de Proyecto Software</b>	<b>1</b>
A.1. Introducción . . . . .	1
A.2. Planificación temporal . . . . .	1
A.3. Estudio de viabilidad . . . . .	7
<b>Apéndice B Especificación de Requisitos</b>	<b>9</b>
B.1. Introducción . . . . .	9
B.2. Objetivos generales . . . . .	9
B.3. Catálogo de requisitos . . . . .	9
B.4. Especificación de requisitos . . . . .	10
<b>Apéndice C Especificación de diseño</b>	<b>17</b>
C.1. Introducción . . . . .	17
C.2. Diseño de datos . . . . .	17
C.3. Diseño procedimental . . . . .	17
C.4. Diseño arquitectónico . . . . .	19
C.5. Diseño de interfaz . . . . .	19
<b>Apéndice D Documentación técnica de programación</b>	<b>25</b>
D.1. Introducción . . . . .	25
D.2. Estructura de directorios . . . . .	25

D.3. Manual del programador . . . . .	25
D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto . . . . .	30
D.5. Pruebas del sistema . . . . .	30
<b>Apéndice E Documentación de usuario</b>	<b>31</b>
E.1. Introducción . . . . .	31
E.2. Requisitos de usuarios . . . . .	31
E.3. Instalación . . . . .	31
E.4. Manual del usuario . . . . .	31
<b>Bibliografía</b>	<b>33</b>

---

## Índice de figuras

---

C.1. Diagrama de flujo del funcionamiento básico de la aplicación. . .	18
C.2. Prototipo del menú principal de la aplicación. . . . .	20
C.3. Prototipo del menú de juegos de la aplicación. . . . .	21
C.4. Prototipo del menú de tipos de plantas disponibles. . . . .	22
C.5. Prototipo de la interfaz en modo AR. . . . .	23
C.6. Prototipo de la interfaz en modo AR. . . . .	24
D.1. Paso 1: Seleccionar la versión de Unity . . . . .	26
D.2. Paso 2: Seleccionar . . . . .	27
D.3. Instalación Vuforia en Unity paso 1. . . . .	28
D.4. Instalación Vuforia en Unity paso 2. . . . .	29

---

## Índice de tablas

---

## Apéndice A

---

# Plan de Proyecto Software

---

### A.1. Introducción

Para la organización del trabajo se ha utilizado GitHub<sup>1</sup> con la extensión de ZenHub<sup>2</sup> para facilitar el seguimiento de las issues gracias a las opciones que ofrece la extensión.

En el siguiente enlace se encuentra el repositorio del trabajo: [https://github.com/smi0010/TFG\\_Herramientas\\_Realidad\\_Aumentada](https://github.com/smi0010/TFG_Herramientas_Realidad_Aumentada).

### A.2. Planificación temporal

En un principio, se ha llevado a cabo una reunión a la semana para cada sprint, en la que se exponían los avances realizados durante el sprint de la semana y la planificación del siguiente.

A continuación se explicarán un resumen de los sprints que se han ido desarrollando durante el proyecto.

#### Sprint 0 (15/01/2020-22/01/2020)

Durante la primera reunión, estuvimos hablando sobre el objetivo del proyecto, de que visión teníamos sobre él, y de hacia donde le podríamos dirigir. Las tareas que se hicieron fueron sobre la creación del repositorio y la instalación de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X para la documentación. También comencé a investigar

---

<sup>1</sup><https://github.com>

<sup>2</sup><https://www.zenhub.com/>

sobre diferentes herramientas de realidad aumentada de forma general, para poder compararlas y ver las ventajas y desventajas que tienen.

### **Sprint 1 (22/01/2020-29/01/2020)**

Durante este sprint, hemos acordado ir mejorando y completando la investigación respecto las herramientas de realidad aumentada que tenía seleccionadas. Para este sprint decidí centrarme en las herramientas Vuforia y Mergecube. También como uno de los objetivos del TFG es trabajar con Unity para la creación de ejemplos/proyectos, he incluido una pequeña introducción sobre Unity y los pasos necesarios para su instalación.

### **Sprint 2 (29/01/2020 - 5/02/2020)**

Durante el segundo sprint me centré en documentar sobre las diferentes técnicas de realidad aumentada que se utilizan por la mayoría de herramientas. También en documentar las herramientas de ARCore y ARKit.

Otro de los puntos que tratamos, fue sobre posibles ideas para la elaboración de un ejemplo en el que poner a prueba las herramientas AR. Surgió la idea de realizar una especie de juego o aplicación «educativa» que pueda servir como inicio a la programación. Aunque esta idea nos dimos cuenta que depende de cómo la enfoquemos puede ser demasiado compleja y amplia como para hacer un ejemplo sencillo.

### **Sprint 3 (5/02/2020 - 12/02/2020)**

Me centré en la documentación de las herramientas de Kudan y 8thwall. Debido que estuve enfermo gran parte de la semana no pude avanzar más.

### **Sprint 4 (12/02/2020 - 26/02/2020)**

Durante este sprint decidí centrarme en las herramientas de Wikitude, OpenCV, ZapWorks, y en realizar también correcciones y mejoras de la documentación que el tutor había señalado. También estuve pensando en posibles ideas para realizar un ejemplo aplicando las herramientas de realidad aumentada.

### **Sprint 5 (26/02/2020 - 04/03/2020)**

Se estuvo hablando respecto al ejemplo, para empezar ya con él. Sobre la idea de hacer un pequeño juego en el que hay un «laberinto» y que el



usuario tuviera que resolver el camino moviéndose por comandos de una forma similar a una programación por blocking pero simplificado, todo esto aplicado con las herramientas de realidad aumentada.

Dado que aún la idea parecía algo incompleta y complicada de ajustar a las herramientas de realidad aumentada, vamos a intentar primero un ejemplo mas sencillo, este sería uno en la que poder ver las fases de crecimiento en una «planta». Durante el sprint probare a poder usar la cámara de forma que sea como una regadera, así cuando este encima del Mercube donde estaría la planta virtual, se simule en realidad aumentada, que cae agua desde la cámara del teléfono hacia la planta. Otra forma pensada mas simplificada, sería simplemente añadir en pantalla un botón, que al presionarle se simule que cae agua sobre la planta sin tener que mover el teléfono.

### **Sprint 6 (04/03/2020 - 11/03/2020)**

Durante la reunión de este sprint mostré los primeros pasos que había realizado del ejemplo a desarrollar en Unity para aplicar herramientas AR. También comenté mis ideas sobre como continuar y los puntos en que me quería centrar durante este sprint.

Centrarme en poder detectar las partículas que simulan ser agua, cuando estas colisionan con un objeto determinado. Y que contando el número de contactos poder determinar la progresión para poder pasar a otra etapa o nivel. También hacer uso del sensor giroscopio del móvil, para determinar con la inclinación del dispositivo la cantidad de partículas que caen.

Como la idea del ejemplo sería seguir el crecimiento de una planta en realidad aumentada desde un punto educativo, pensamos en que aparte de poder echarle agua, también se podría cambiar entre diferentes opciones, como abonos, sulfatos, etc. También se podrían considerar establecer normas del tipo, escoger la temporada en la que se planta, si necesita que le quiten malas hiervas, etc. Por lo que habría que incluir una forma de cambiar entre esas diferentes opciones.

Otro de los aspectos que he estado mirando, es mejorar el posicionamiento virtual del objeto 3D en el marcador. Ya que con la primera configuración que he probado, cuando se mueve la cámara (el móvil) el objeto se mueve de su posición demasiado y no queda estable.

### **Sprint 7 (11/03/2020 - 18/03/2020)**

Durante la reunión de este sprint mostré los avances que había realizado sobre el ejemplo de la aplicación. También les expliqué que estuve realizando varias pruebas añadiendo las funcionalidades del SDK de MergeCube en la aplicación. Consiguiendo mejorar los resultados con el uso conjunto de Vuforia + Mergecube, que únicamente con Vuforia.

Otro de los aspectos tratados fue sobre la herramienta de CoSpace, la necesidad de explicar las ventajas de su uso, para explicar su viabilidad económica.

Durante la semana realicé algunos avances en la documentación, y estuve solucionando un bug en el uso del giroscopio. El bug en cuestión se traba de que el eje de gravedad de las partículas, no coincidía con el eje de gravedad normal. El problema resultó ser que, el parámetro «Simulation Space» debía de estar con la opción Word. Otro problema de este bug, era que el eje Z, no tenía la interpretación deseada para nuestro ejemplo. Para esto en el script del giroscopio, se modificó para invertir el eje Z.

### **Sprint 8 (18/03/2020 - 25/03/2020)**

En este Sprint, la reunión se tuvo que realizar por videoconferencia, debido a la cuarentena en la que se encontraba el país durante esos días. Expliqué los avances que había realizado en la documentación y algunas de las dudas que me habían surgido sobre como debería avanzar en ciertos puntos de la documentación. También expliqué sobre el bug que había corregido en la aplicación, aunque no puede mostrárselo ya que al ser la reunión online no pude preparar un vídeo para enseñarlo.

Para este sprint seguí avanzando en la documentación, me centré en especificar los requisitos y objetivos de la aplicación. También diseñé en unas imágenes un prototipo de la interfaz. En la aplicación trabajé en añadir diferentes fases del crecimiento de una planta, que cuando se completa el progreso de una fase salta a la siguiente.

### **Sprint 9 (25/03/2020 - 01/04/2020)**

Durante el sprint de esta semana me he centrado en dotar a la aplicación de un prototipo de la interfaz y de menú funcional. En la interfaz el principal punto en que me he centrado, ha sido el de realizar una barra de progreso, la cual se rellena a medida que el nivel es completado. En el menú, me he

centrado entre la navegación entre los diferentes niveles del menú, y el más importante, que desde el menú se pueda inicializar el juego correctamente.

También se ha investigado sobre la posibilidad de que la aplicación mande un fichero o un mensaje, a un servidor o página web. Esto serviría para realizar un encuesta de opinión de la aplicación sin tener que salir de ella.

### **Sprint 10 (01/04/2020 - 15/04/2020)**

Como objetivo durante el sprint tenía mejorar la interfaz, principalmente con la opción de poder activar y desactivar las herramientas del juego y añadir ventanas emergentes en las que se podría leer información de ayuda para el usuario. También centrarme en mejorar algunos de los apartados en la documentación. Otro de los puntos era el hacer pruebas en CoSpaces, intentando realizar un ejemplo similar al que se está desarrollando en Unity y poder hacer comparaciones.

### **Sprint 11 (15/04/2020 - 22/04/2020)**

Durante este sprint me propuse por objetivos, el implementar una nueva herramienta que simule una nueva función para el crecimiento de plantas sumado al de regar ya implementado. En concreto trataría de representar el uso de un tipo de fertilizante. Para completar esto, han surgido también los objetivos de completar las condiciones por las que se considera una fase completada y se puede iniciar la siguiente fase, ahora por ejemplo para completar una fase aparte de recibir cierta cantidad de agua, también debería de haber recibido fertilizante. Y también el objetivo de actualizar la interfaz para que puede representar la nueva funcionalidad, la idea sería que en la barra de progreso cuando se utilice el fertilizante, quede reflejado de alguna forma, para que así el usuario vea que se ha usado.

### **Sprint 12 (22/04/2020 -29/04/2020)**

Para este sprint durante la reunión mostré los avances sobre la aplicación. Mientras explicaba los avances, explique también algunos pequeños bugs que me estaba encontrando. Los objetivos para este sprint serían estos bugs que se han encontrado, el primero se trata de un bug en la animación de la herramienta, el cual consiste que al terminar dicha animación el objeto se queda en la posición final, la herramienta debería volver a su posición de origen para poder usarla nuevamente. Otro de los bugs y objetivos es que no se distinguía correctamente si un sistema tiene el sensor del giroscopio, por

lo que, en caso de no tenerlo, no se configura correctamente y las partículas que se deberían ver afectadas por el giroscopio se quedan flotando. Y el otro bug se trata de uno de adaptabilidad, pues un elemento en las pruebas del entorno de desarrollo en el ordenador se ve en su posición correcta, pero al probar la aplicación en un dispositivo móvil, ese elemento no aparece en la posición correcta en pantalla y debería de poder adaptarse a cualquier tipo de pantalla.

### **Sprint 13 (29/04/2020 - 06/05/2020)**

Los objetivos de este Sprint serán centrarse en la documentación. Principalmente he decidido centrarme en los apartados de la introducción de la memoria, el de Técnicas y Herramientas explicando sobre la experiencia de usar CoSpaces, y actualizar el apartado de los objetivos del proyecto.

Centrados en la aplicación que se esta desarrollando, se pondrán por objetivos seguir investigando posibles soluciones al bug de adaptabilidad que surge al ejecutar la aplicación en un dispositivo móvil. También añadir una nueva condición para que cada fase tenga un tiempo limite para completarla. Para ello hay que implementar un marcador que muestre el tiempo que queda y al finalizar se muestre algún mensaje para que el usuario se percate de que se ha quedado sin tiempo.

### **Sprint 14 (06/05/2020 - 13/05/2020)**

Para el sprint de esta semana me puse por objetivos el crear un menú en realidad aumentada, de forma que se pueda cambiar entre un menú normal y el de realidad aumenta, ademas de añadir imágenes que indiquen el nombre de cada parte de la planta. También la investigación para intentar corregir dos bugs, similares en los que los elementos en pantalla se posicionan incorrectamente dependiendo de la resolución de pantalla o si se ejecuta en un dispositivo móvil impidiendo que se vean de forma correcta. Otro punto a investigar es reducir el peso de la aplicación, pues actualmente pesa más de 80MB, y hay algunos archivos que no están en uso, por lo que habría que clasificar cuales se pueden eliminar.

Otro punto a investigar se trata de añadir alguna de las otras funciones de realidad aumentada que posee Vuforia, ver cuales de las que ofrece puede ser más apropiada para complementar el ejemplo desarrollado.

## A.3. Estudio de viabilidad

### Viabilidad económica

En este apartado se evaluará la viabilidad económica de las herramientas que se han investigado.

CoSpaces, ofrece varias tarifas aparte de la básica que es gratuita, la más barata de 69,99€ anuales y la más cara es de 1349,99€ anuales.

La tarifa básica, ofrece la creación de una clase con capacidad para 30 personas (alumnos y profesores). En esta clase virtual, el profesor puede crear únicamente una tarea y asignarse al alumnado de forma individual o por grupos. El número máximo de profesores por clase en la tarifa básica es de uno.

La tarifa básica, permite la creación de un máximo de dos espacios, es decir un máximo de dos proyectos. En la creación de ejemplos, estos se encuentran limitados a unos pocos modelos 3D de CoSpace, y a un limitado número de opciones de programación por CoBlocks. En la tarifa básica no es posible realizar proyectos para el MergeCube.

Con la tarifa Pro de 69,99€, el número de personas máximas para una clase, aumenta en 5, permitiendo también que haya más de un profesor en la clase. Permite crear más de una clase. En el apartado de espacios, la tarifa Pro, permite crear más de dos espacios, y en estos espacios da acceso a todos los modelos 3D de CoSpace, y permite utilizar en la programación todos los bloques de CoBlocks y scripts. Si se desea utilizar el MergeCube, la licencia asciende hasta los 79,99€.

El resto de tarifas que posee CoSpaces, su principal característica es el número de personas simultáneas para una clase que puede tener, subiendo en la última tarifa hasta 400 personas adicionales.

La tarifa que sería recomendable se trata de la primera ofertada en el plan Pro, ya que aunque se vaya a utilizar con un número de alumnos superior al ofertado, sería posible organizarse por turnos.

### Costes Personal

El proyecto ha sido desarrollado por una única persona, durante un periodo de seis meses a tiempo parcial.

**Costes Material**

Mergecube...

**Costes Totales****Viabilidad legal**

## *Apéndice B*

---

# Especificación de Requisitos

---

### B.1. Introducción

En el presente anexo se detallan los objetivos generales de la aplicación desarrollada y el catálogo de requisitos funcionales y no funcionales.

### B.2. Objetivos generales

- Un objetivo es el de estudiar el estado del arte en este tipo de aplicaciones de realidad aumentada, realizando una aplicación para el ámbito educativo.
- Utilizar MergeCube para el diseño e implementación de la aplicación.
- Como ejercicio se ha diseñado el crecimiento de una planta, en el que se representaría las principales fases del crecimiento. Sería para usar en clases de biología de primaria/secundaria.
- Que pueda usarse en el mayor número de dispositivos compatible posibles.

### B.3. Catálogo de requisitos

#### Requisitos Funcionales

- **RF 1:** Menú en el que configurar diferentes modos.

- **RF 1.1:** Seleccionar entre diferentes modos de juego.
- **RF 1.2:** Ajustar tiempos de cada fase, .
- **RF 1.3:** Seleccionar posibles tipos de plantas.
- **RF 2:** Botones para seleccionar las diferentes herramientas (regar, abonar, etc ).
- **RF 3:** Botón para volver al menú de selección.
- **RF 4:** Una interfaz que indique el progreso de cada fase del juego.
- **RF 5:** Uso del giroscopio del dispositivo, para simular tener gravedad correctamente orientada.
- **RF 6:** Posibilidad de mover el dispositivo, alrededor del objeto representado por realidad aumentada.
- **RF 7:** Ofrecer información educativa implementada dentro del juego.
- **RF 8:** Ofrecer una Ayuda de usuario o tutorial.
- **RF 9:** Poder cambiar de idioma.
- **RF 10:** Poder hacer capturas de pantalla.

## Requisitos no Funcionales

- **RNF 1:** La aplicación debe de resultar fácil de usar y intuitiva para el usuario.
- **RNF 2:** Debe tener un rendimiento aceptable, para un uso cómodo.
- **RNF 3:** Debe de ser responsiva, pudiéndose adaptar la interfaz, a la pantalla de cualquier dispositivo.

## B.4. Especificación de requisitos

### Descripción de los casos de uso

#### Caso de uso 1: Menú

- **Autor:** Saúl Martín Ibáñez



- **Descripción:** Se crea un menú en el que poder seleccionar distintos modos de juego que pueda haber en la aplicación. Así como para poder configurar algunas de normas o preferencias del usuario.
- **Precondiciones:** Compatibilidad del dispositivo con la aplicación.
- **Requisitos:** RF-1.1, RF-1.2, RF-1.3
- **Acciones:**
  1. Abrir aplicación.
  2. Seleccionar modo de juego.
  3. Ajustar normas de juego a las preferencias que escoja el usuario o a las por defecto.
- **Post Condiciones:** Inicia el modo cámara ¿?
- **Excepciones:** No hay
- **Importancia:** media...

#### Caso de uso 2: Botones Herramientas

- **Autor:** Saúl Martín Ibáñez
- **Descripción:** Se trata de los botones para poder seleccionar las diferentes opciones del modo jugable de la aplicación.
- **Precondiciones:**
- **Requisitos:** RF-2
- **Acciones:**
  1. Seleccionar el botón de la acción deseada.
  2. Habilitar la herramienta seleccionada y deshabilitar la anterior.
- **Post Condiciones:**
- **Excepciones:**
- **Importancia:** Alta

**Caso de uso 3: Atrás**

- **Autor:** Saúl Martín Ibáñez
- **Descripción:** Retroceder al menú, para poder volver a seleccionar otro modo.
- **Precondiciones:** Estar en el segundo nivel del menú, o dentro del modo jugable.
- **Requisitos:** RF-3
- **Acciones:**
  1. Pulsar el botón de Atrás.
  2. Volver al menú principal.
- **Post Condiciones:** El usuario ha vuelto a la pantalla del menú.
- **Excepciones:**
- **Importancia:** Media.

**Caso de uso 4: Interfaz**

- **Autor:** Saúl Martín Ibáñez
- **Descripción:** En la interfaz del juego se mostrara el progreso de cada fase, de esta manera el usuario, sabrá cuanto le falta para finalizar la fase en la que se encuentra.
- **Precondiciones:** Estar en la pantalla del modo jugable.
- **Requisitos:** RF-4
- **Acciones:**
  1. Actualizar visualmente el progreso, cuando el usuario cumpla los requisitos.
- **Post Condiciones:** La interfaz se ha actualizado con éxito.
- **Excepciones:** La información de la interfaz no se actualiza.
- **Importancia:** media.

#### Caso de uso 5: Giroscopio

- **Autor:** Saúl Martín Ibáñez
- **Descripción:** la aplicación puede usar el sensor giroscópico del terminal, para actualizar los vectores de gravedad de objetos de la aplicación.
- **Precondiciones:-**
- **Requisitos:** RF-5
- **Acciones:** No hay.
- **Post Condiciones:** Se actualizan los vectores de gravedad, según la inclinación del dispositivo.
- **Excepciones:** El dispositivo no posee del sensor o tiene inhabilitado los permisos.
- **Importancia:** Media.

#### Caso de uso 6:

- **Autor:** Saúl Martín Ibáñez
- **Descripción:** Al completar una fase ofrecerán datos educativos sobre esa fase.
- **Precondiciones:...**
- **Requisitos:** RF-7
- **Acciones:**
- **Post Condiciones:** Se ha ofrecido información.
- **Excepciones:** No se ha ofrecido ningún tipo de información de la fase.
- **Importancia:** Media

**Caso de uso 7: Ayuda**

- **Autor:** Saúl Martín Ibáñez
- **Descripción:** Ofrecer una guía para los usuarios noveles o que tengan dudas en las normas y funcionamiento de la aplicación.
- **Precondiciones:**
- **Requisitos:** RF-8
- **Acciones:**
  1. Seleccionar botón de ayuda.
  2. En caso de estar en mitad del juego, pausar el progreso y poder continuar después.
  3. Desplegar una guía con las posibles dudas de utilización de la aplicación que puedan surgir.
- **Post Condiciones:**
- **Excepciones:** Tener la ayuda ya desplegada.
- **Importancia:**

**Caso de uso 8: Cambiar Idioma**

- **Autor:** Saúl Martín Ibáñez
- **Descripción:** Poder cambiar el idioma de los menús, y demás información textual de la aplicación, entre los idiomas disponibles.
- **Precondiciones:** No hay.
- **Requisitos:** RF-9
- **Acciones:**
  1. Seleccionar botón de idioma.
  2. Seleccionar idioma deseado.
  3. Cambiar el idioma.
- **Post Condiciones:** El idioma de la aplicación ha cambiado satisfactoriamente.

- **Excepciones:** Ya se encuentra en ese idioma.
- **Importancia:** Baja.

#### **Caso de uso 9: Captura de Pantalla**

- **Autor:** Saúl Martín Ibáñez
- **Descripción:** Poder realizar una foto del instante del juego con realidad aumentada.
- **Precondiciones:** Estar en el modo realidad aumentada.
- **Requisitos:** RF-10
- **Acciones:**
  1. Presionar el botón de foto.
  2. Guardar la foto en la galería.
- **Post Condiciones:** La foto se ha guardado con éxito.
- **Excepciones:** La aplicación no tiene permisos para guardar un archivo.
- **Importancia:** Baja.

#### **Actores**

- **Usuario:** usuario que hará uso aplicación.



## *Apéndice C*

---

# **Especificación de diseño**

---

### **C.1. Introducción**

### **C.2. Diseño de datos**

### **C.3. Diseño procedimental**

En la figura **C.1** se muestra un diagrama de flujo, en el que se puede observar el comportamiento básico de la aplicación. Para crear el diagrama se ha usado la herramienta online Draw.io<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup><https://app.diagrams.net/>

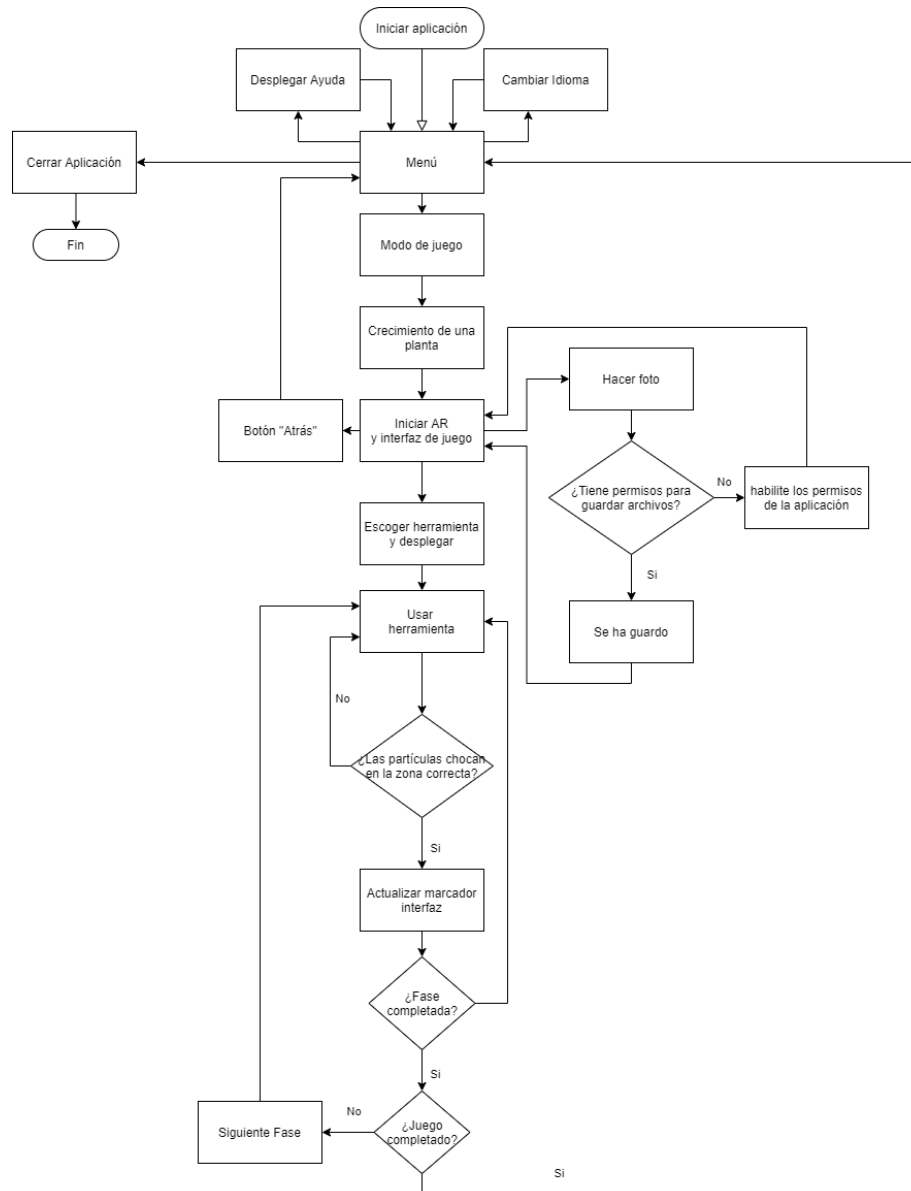


Figura C.1: Diagrama de flujo del funcionamiento básico de la aplicación.



## C.4. Diseño arquitectónico

## C.5. Diseño de interfaz

En las siguientes imágenes se pueden ver, el prototipo de interfaz pensado para la aplicación.

En las figuras C.2, C.3 y C.4 se muestra un prototipo de los menús de la aplicación. En la segunda, se puede escoger diferentes modos de juego, por el momento en esta aplicación únicamente se está desarrollando un modo de juego. Otra posibilidad para los menús, sería integrarlos por realidad aumentada en el MergeCube, teniendo que girarle y jugar con él para navegar por el menú.

En las figuras C.5 y C.6, se muestra un prototipo de la interfaz del juego. Tendríamos botones para seleccionar las diferentes herramientas posibles en la parte inferior. Y en la parte superior una barra de progreso, para indicar el progreso de cada fase. Para regresar al menú principal se podría usar los botones del terminal o añadir uno a la interfaz también.



Figura C.2: Prototipo del menú principal de la aplicación.



Figura C.3: Prototipo del menú de juegos de la aplicación.



Figura C.4: Prototipo del menú de tipos de plantas disponibles.

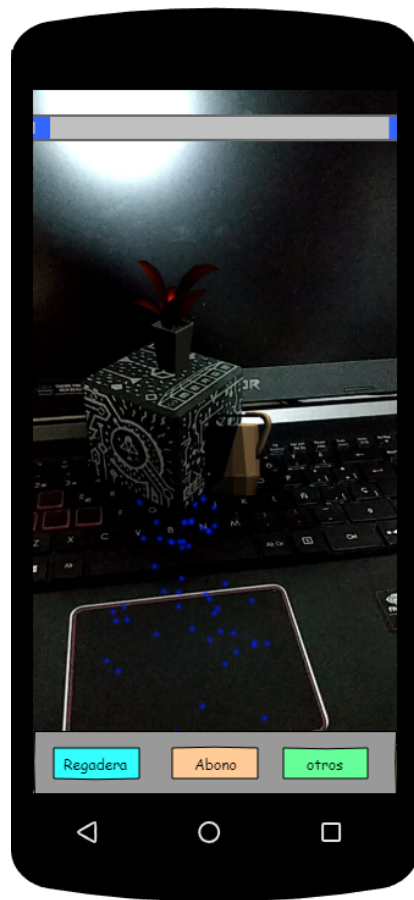


Figura C.5: Prototipo de la interfaz en modo AR.

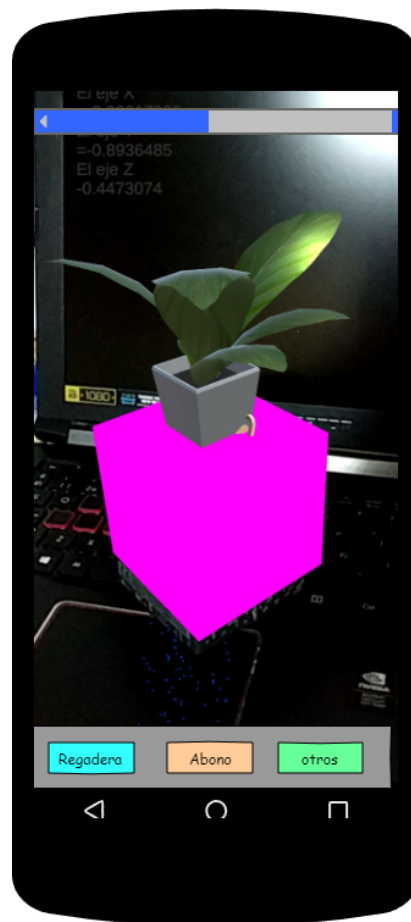


Figura C.6: Prototipo de la interfaz en modo AR.

## *Apéndice D*

---

# Documentación técnica de programación

---

## D.1. Introducción

En este apartado se explicaran los pasos para la instalación y ejecución de las herramientas con las que se deberá trabajar.

## D.2. Estructura de directorios

## D.3. Manual del programador

### Unity

Instalación.

Para Instalar el motor Unity es necesario descargar Unity Hub: <https://store.unity.com/es/download-uno>

Unity Hub se trata de un launcher desde el que se pueden descargar varias versiones de Unity simultáneamente, pudiendo escoger la que mejor se acomode a las necesidades del usuario. También ofrece una serie de tutoriales para iniciarse en el desarrollo de Unity. Por último ofrece un listado de los proyectos del usuario, así como a que versión pertenecen, pudiendo escoger con que versión de Unity desean ejecutarlos.

En la pestaña de installs, pulsando el botón «Add», saldrá una ventana donde poder escoger la versión deseada, al pasar el siguiente paso deberemos

## APÉNDICE D. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROGRAMACIÓN

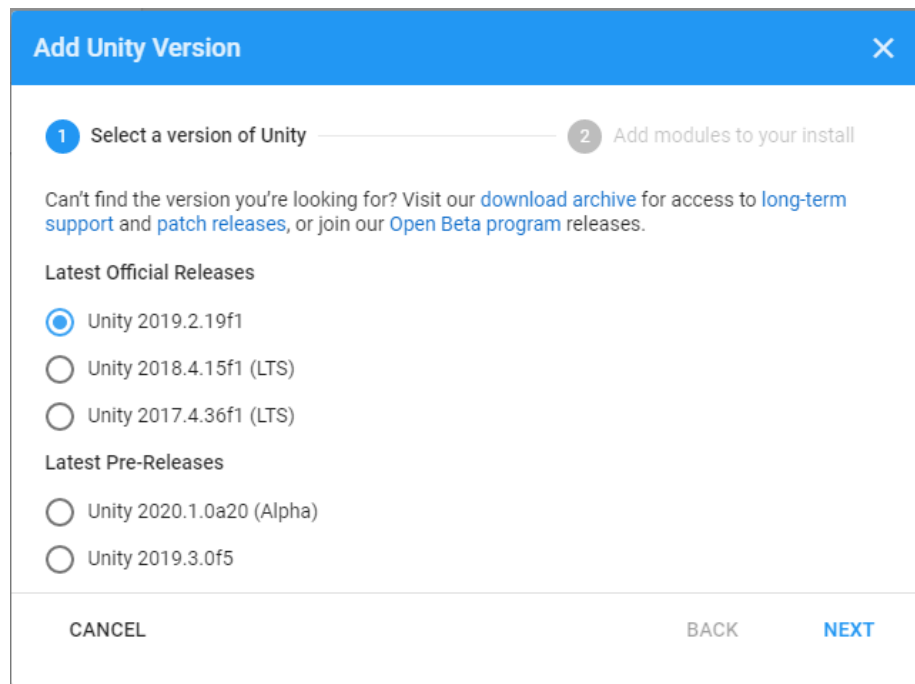


Figura D.1: Paso 1: Seleccionar la versión de Unity

escoger los módulos complementarios para Unity, por el momento sería necesario el de Android, para poder pasar nuestros proyectos a una aplicación Android, importante desplegar las opciones del módulo y seleccionar ambas, pues para la compilación de una aplicación es estrictamente necesario el APK de Android.



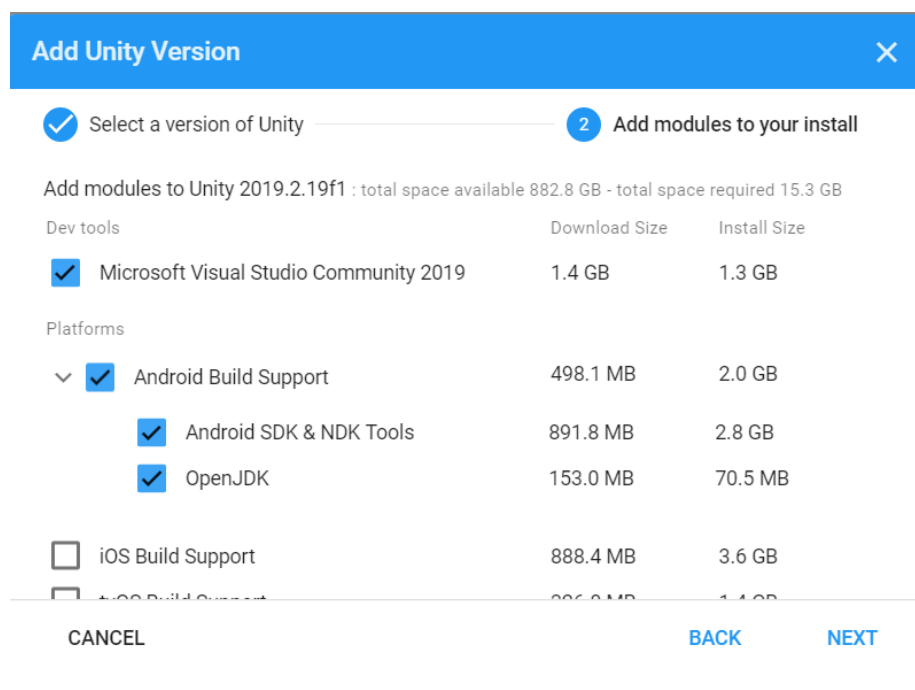


Figura D.2: Paso 2: Seleccionar

Una vez terminada la instalación ya es posible comenzar a crear proyectos. Para poder descargar y usar Assets desde la tienda de Unity es necesario tener una cuenta de usuario.

Dado que en el ejemplo realizado en Unity se utiliza Vuforia como herramienta de realidad aumentada, es necesario añadir dicha herramienta al proyecto de Unity en el se trabajará. Para esto hay varios métodos posibles:

- Desde la pestaña de Edit-Project Settings, en el apartado Player-XR Settings, nos encontraremos con varias herramientas que se han instalado por defecto con Unity, marcamos el check de Vuforia y se incluirá automáticamente en nuestro proyecto.

## APÉNDICE D. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROGRAMACIÓN

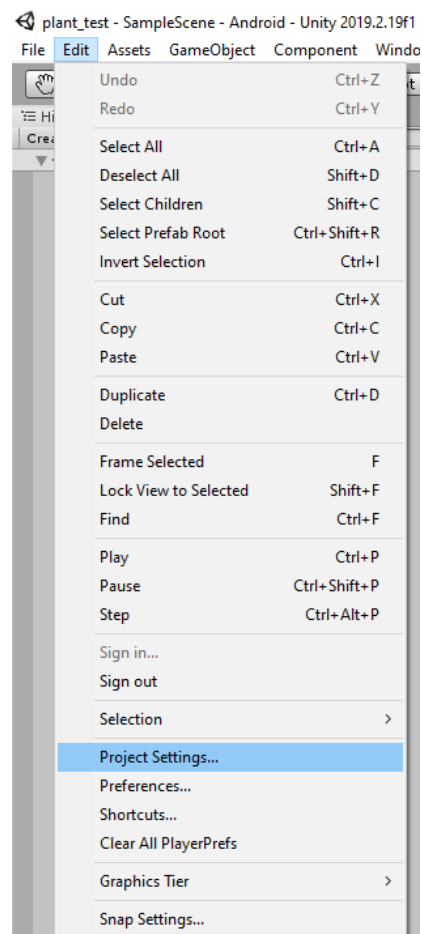


Figura D.3: Instalación Vuforia en Unity paso 1.

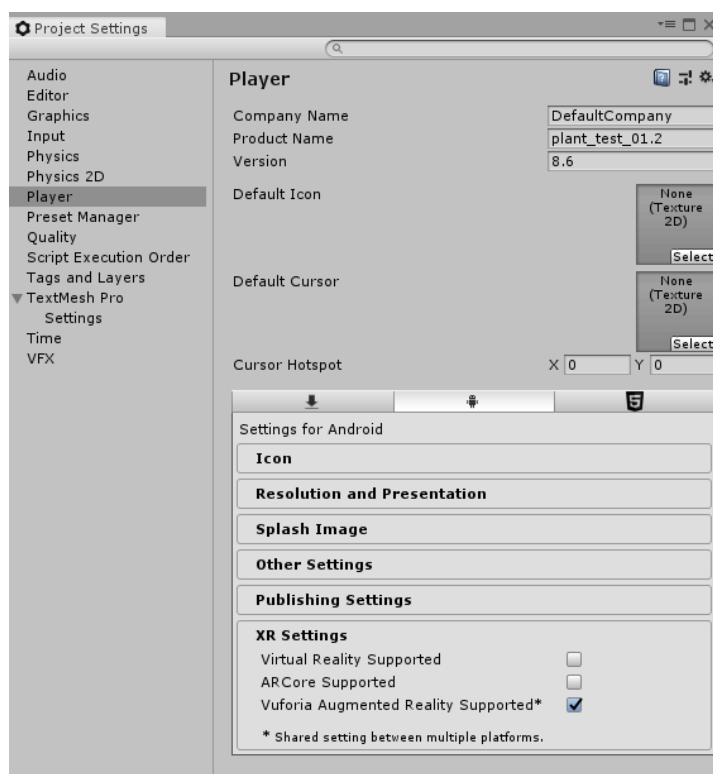


Figura D.4: Instalación Vuforia en Unity paso 2.

## APÉNDICE D. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROGRAMACIÓN

- Otra opción posible es, desde la pestaña de la tienda de Assests de Unity, podemos buscar Vuforia Core Samples. Aquí la podremos encontrar de forma gratuita para descargar, y el único proceso que tendremos que seguir es presionar el botón de descargar y seguidamente el botón de importar, de esta manera Vuforia quedará importado en nuestro proyecto. Si seguimos estos pasos también se habrán incorporado al proyecto algunos ejemplos ya contruidos de las distintas funcionalidades de la herramienta.
- Por ultimo, con el SDK de Vuforia para Unity, el cual le podemos descargar desde **developer Vuforia** si tenemos una cuenta de usuario (Una cuenta gratuita es suficiente). Una vez que le hemos descargado, podemos importarlo en el proyecto ejecutándolo mientras tenemos el proyecto Unity abierto, o simplemente arrastrando el ejecutable dentro del proyecto abierto.

### D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto

### D.5. Pruebas del sistema

## *Apéndice E*

---

# Documentación de usuario

---

### E.1. Introducción

### E.2. Requisitos de usuarios

El ejemplo desarrollado se trata de una aplicación Android, por lo que el primer requisito necesario es disponer de un Dispositivo Android, con una versión Android 6.0 (Marshmallow) o superior.

Ademas deberá cumplir los siguientes requisitos<sup>[1]</sup>:

- CPU Quad Core.
- 1-2GB de memoria RAM.
- Sensor de Giróscopio.
- Se recomienda una cámara que permita grabar mínimo en 720p.

También es necesario disponer de un MergeCube, es valido tanto en papel como el original.

### E.3. Instalación

### E.4. Manual del usuario



---

## Bibliografía

---

- [1] Vuforia supported devices.