



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

APLICACIÓN PARA MÓVIL DE UNA GUÍA DE LA EPSL BASADA EN REALIDAD AUMENTADA

Alumno: María Dolores Béjar Martos

Tutor: Damián Martínez Muñoz

Depto.: Ingeniería de Telecomunicación

FECHA

Septiembre-2021



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Linares

Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación

Trabajo Fin de Grado

APLICACIÓN PARA MÓVIL DE UNA GUÍA DE LA

EPSL BASADA EN REALIDAD AUMENTADA

Alumno: María Dolores Béjar Martos

Tutor: Damián Martínez Muñoz

FECHA

Septiembre-2021

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no es el resultado de un año de aprendizaje. Es fruto de un proceso que se ha desarrollado durante muchos años gracias a la educación de nuestro país.

Quiero empezar agradeciendo el buen hacer de todos mis maestros del CEIP San Roque y del IES Acebuche, ambos centros de Torredonjimeno. Ellos sembraron en mí la semilla del conocimiento que poco a poco fue dando sus frutos.

También quiero agradecer a todos mis profesores de la EPS de Linares por disipar las dudas que pudiera tener sobre mi vocación. Gracias a vosotros se ha asentado con firmeza mi interés por estos estudios y me habéis ayudado a convertirlos en un instrumento para convertirme en la persona que soy.

Quiero agradecer a Don Damián Martínez Muñoz por sus instrucciones, sus consejos y sus conocimientos sin los cuales este trabajo no habría alcanzado su fin. Especialmente por su trato personal, su dedicación y su tiempo para resolver mis dudas en todo momento.

A mi hermano Juan. Desde que tengo memoria siempre me has ayudado y me has resuelto todas mis dudas, siempre me has salvado.

A mi madre, Luisa, por ser el viento que empuja mis espaldas. Gracias por tu empeño para que sea siempre mejor en todo lo que hago. Si he llegado aquí es “culpa” tuya.

A mi padre, Béjar, por llevarme a “Jamaica” todos los años. Por hacerme reír, ser mi cómplice, mi ejemplo y confiar siempre en mí.

Finalmente agradecer a todos mis amigos por estar siempre siendo vía de escape y a mis compañeros por brindarme tantos buenos momentos en este periodo.

Contenido

Contenido	3
Tabla de Ilustraciones	5
Tabla de Contenidos.....	7
1. RESUMEN.....	8
1.1 Resumen del TFG.....	8
1.2 Abstract.....	8
2. INTRODUCCIÓN	9
2.1 Antecedentes y estado del arte de la RA	9
2.2 Realidad Aumentada.....	11
2.3 Realidad Virtual	18
2.4 Diferencias entre RA y RV	19
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 Objetivo general.....	22
3.2 Objetivos Específicos.....	22
3.3 Resultados esperados	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1 Materiales.....	23
4.1.1 Fase 1: Búsqueda de herramientas de RA	25
4.1.2 Fase 2: Análisis de herramientas de RA	26
4.1.3 Fase 3: Elección de API.....	35
4.1.4 Unity.....	36
4.1.5 Sistema operativo Android	43
4.2 Metodología y planificación	45
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
5.1 Descripción y diseño de la solución elegida.....	48
5.2 Visión general.	48
5.3 Fase 1: Zonas exteriores	51
5.4 Fase 2: Zonas interiores	53
5.4 Discusiones y líneas futuras.....	55
5.4.1 Estudio de alternativas y viabilidad	55

5.4.2 Zonas exteriores	56
5.4.3 Zonas interiores.....	56
5.4.4 Líneas futuras	57
6. CONCLUSIONES	59
ANEXO I: INSTALACIÓN DE UNITY Y USO DE VUFORIA	60
ANEXO II: MANUAL DE USUARIO DE LA APP	67
ANEXO III: MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA APLICACIÓN	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

Tabla de Ilustraciones

<i>Ilustración 1: Resumen de la historia de la RA.</i>	10
<i>Ilustración 2: Ej. Ikea Place.</i>	11
<i>Ilustración 3: RA en la educación</i>	12
<i>Ilustración 4: RA en la industria</i>	12
<i>Ilustración 5: RA en medicina</i>	13
<i>Ilustración 6: RA en arquitectura.</i>	13
<i>Ilustración 7: RA en navegación.</i>	14
<i>Ilustración 8: Ej. Pokemon GO.</i>	14
<i>Ilustración 9: Código QR</i>	16
<i>Ilustración 10: Realidad Virtual</i>	19
<i>Ilustración 11: Diferencias RA y RV.</i>	20
<i>Ilustración 12: Realidad Mixta.</i>	21
<i>Ilustración 13: Procedimiento de elección de herramienta RA</i>	23
<i>Ilustración 14: Herramientas RA</i>	25
<i>Ilustración 15: Logo de Vuforia</i>	36
<i>Ilustración 16: Logo de Unity</i>	37
<i>Ilustración 17: Ventana Project</i>	38
<i>Ilustración 18: Ventana de escena</i>	38
<i>Ilustración 19: Ventana de Jerarquía</i>	39
<i>Ilustración 20: Ventana de inspector</i>	40
<i>Ilustración 21: Barra de herramientas</i>	40
<i>Ilustración 22: Vista del juego</i>	41
<i>Ilustración 23: Ventana de consola</i>	41
<i>Ilustración 24: Unity Editor</i>	42
<i>Ilustración 25: Arquitectura Android</i>	44
<i>Ilustración 26: Mercado sistemas operativos</i>	45
<i>Ilustración 27: Diagrama Gantt</i>	47
<i>Ilustración 28: Interacción aplicación-tecnologías</i>	49
<i>Ilustración 29: Interfaz de la app.</i>	50
<i>Ilustración 30: Distribución general app.</i>	51
<i>Ilustración 31: Carteles zonas exteriores</i>	52
<i>Ilustración 32: Ejemplo de laboratorios</i>	54
<i>Ilustración 33: Ejemplo laboratorios2</i>	55
<i>Ilustración 34: Descargar Unity Hub</i>	60
<i>Ilustración 35: Interfaz Unity Hub</i>	61
<i>Ilustración 36: Activación de licencia Unity</i>	61
<i>Ilustración 37: Instalación editor Unity</i>	62
<i>Ilustración 38: Módulos posibles a instalar Unity</i>	63

<i>Ilustración 39: Introducir Key Manager en Unity</i>	64
<i>Ilustración 40: Introducir Key Manager en Unity</i>	65
<i>Ilustración 41: Crear Target Manager Vuforia</i>	65
<i>Ilustración 42: Añadir Target</i>	66
<i>Ilustración 43: Targets almacenados Vuforia y calidad de reconocimiento</i>	66
<i>Ilustración 44: Descarga app</i>	67
<i>Ilustración 45: Instalación de la app</i>	67
<i>Ilustración 46: Abrir la aplicación.</i>	68
<i>Ilustración 47: Pantalla principal app</i>	68
<i>Ilustración 48: Cerrar aplicación</i>	69
<i>Ilustración 49: Botón de información</i>	69
<i>Ilustración 50: Información app</i>	70
<i>Ilustración 51: Ejemplos zonas exteriores app</i>	71
<i>Ilustración 52: Vista aérea app</i>	72
<i>Ilustración 53: Vista aérea campus app</i>	73
<i>Ilustración 54: Icono QR app</i>	73
<i>Ilustración 55: Código aulario</i>	74
<i>Ilustración 56: Paso a interiores app</i>	75
<i>Ilustración 57: Planta baja aulario app</i>	76
<i>Ilustración 58: 2º planta aulario app</i>	77
<i>Ilustración 59: Barra de búsqueda app</i>	77
<i>Ilustración 60: Demostración buscador</i>	80
<i>Ilustración 61: Término erróneo</i>	80
<i>Ilustración 62: Tabla indicativa</i>	81
<i>Ilustración 63: Menu app</i>	81
<i>Ilustración 64: Menú app</i>	82
<i>Ilustración 65: Distribución interna app</i>	83
<i>Ilustración 66: Escena español mantenimiento app</i>	84

Tabla de Contenidos

<i>Tabla 1: Dimensiones herramientas RA</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2: Análisis técnico herramientas RA</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3: Análisis organizativo herramientas RA.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4: Análisis económico herramientas RA.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 5: Buscador de dependencias app</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 6: Dsitribución escenas app</i>	<i>86</i>

1. RESUMEN

1.1 Resumen del TFG

La gran extensión y el elevado número de dependencias que presenta la Escuela Politécnica de Linares dificultan al estudiantado conocer dónde se sitúa una determinada dependencia o servicio provocando que la búsqueda de estos, ocupen bastante tiempo al alumnado recorriendo la Escuela.

Si a esto se le suma el alto porcentaje de alumnado extranjero que forma parte del alumnado total que realiza sus estudios en la Escuela, el problema se agrava.

En este trabajo fin de grado se procede a la creación de una aplicación móvil mediante uso de realidad aumentada, dicha aplicación facilitará la movilidad por el campus, haciéndole conocer al estudiante a qué edificio debe dirigirse e indicando cómo se distribuyen los laboratorios, dependencias, despachos y aulas dentro de su respectivo edificio.

1.2 Abstract

The high number of dependencies present in the Escuela Politécnica de Linares (EPSL) poses a difficulty for students to know where a determined room or service is located, resulting in an increase of their time spent going through the campus.

Foreign students may also face increased difficulties when navigating the school due to the language barrier. As the percentage of international students grows, a solution for this problem becomes even more important.

In this project, we will proceed to the development of a mobile application based on augmented reality aiming at improving mobility through the EPSL campus. This tool will help students to recognise which building should they go to, and indicate them how building are distributed internally.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Antecedentes y estado del arte de la RA

La Realidad Aumentada ha pasado por una larga trayectoria, empezó siendo un concepto de ciencia-ficción hasta convertirse en una realidad con base científica, estando disponible para que cualquier persona sea capaz de lograr su implementación.

La primera mención de esta tecnología tuvo lugar en 1901, por el escritor Frank L Baum en una de sus novelas en la que imaginaba un juego de gafas electrónicas que proyectaban información sobre las personas.

La RA fue lograda por primera vez en 1957 por el cinematógrafo Morton Heiling quien inventó un sensorama capaz de proporcionar al espectador imágenes, olores, sonidos... Siendo el primer intento de superponer datos adicionales, aunque no estaba asistido por ordenador.

En 1968 se inventó el casco de realidad virtual, aunque la tecnología existente en esos años no hizo posible el funcionamiento deseado para este.

El termino RA no se lanzó como tal hasta el 1992 cuando los ingenieros Boeing Thomas Caudell y David Mizell lo idearon mientras diseñaban un sistema que guiara a los trabajadores con el complejo montaje de un avión, aunque no tuvo éxito introdujeron el término de Realidad Aumentada con el fin de que algún día esta tecnología se implementara correctamente.

Finalmente fue en los 2000 cuando esta tecnología comenzaba a presentar resultados en su funcionamiento y lograr la idea de Realidad Aumentada que llevaba sonando años atrás, pasando de ser un sueño a una realidad en solo un siglo.

A continuación, se muestra la evolución de la realidad aumentada:



Ilustración 1: Resumen de la historia de la RA.

En los últimos años la Realidad Aumentada ha tenido un gran avance y ha cobrado gran importancia en el mercado esperándose una explosión de esta tecnología en los siguientes años (2021-2025). Esto se debe a que permite la facilidad de cualquier tarea aportando información en tiempo real y siendo sensible al entorno y ubicación del usuario.

El término Realidad Aumentada como se ha visto lleva presente muchos años atrás, presentando una historia mucho más larga de lo que la mayoría de la gente se imagina, aunque es en la actualidad cuando esta tecnología está ganando importancia y dando sus primeros pasos con resultado muy positivo, trayendo un mundo digital inimaginable a nuestro entorno real.

Se dice que la Realidad Aumentada es el futuro del diseño debido a que los dispositivos móviles son parte de nuestra vida integrando la tecnología más profundamente en nuestras vidas. Queda demostrado que la Realidad Aumentada proporciona oportunidades que mejoran las experiencias de los usuarios.

2.2 Realidad Aumentada

Se conoce como Realidad Aumentada (AR) a la técnica que permite la superposición de elementos virtuales (texto, vídeo, imágenes, objetos 3D...) sobre el mundo real, combinando de esta manera la dimensión virtual y la física a través de un dispositivo tecnológico (teléfono móvil, tabletas, webcams, gafas...), con ayuda de estos dispositivos la información del mundo real es digitalizada para mezclarla con la información virtual, pudiendo ser almacenada y recuperada. La RA No sustituye la realidad física, si no que se unen los datos informáticos con las imágenes del mundo real.

Las tres principales características de la RA son:

- Inserción de elementos virtuales en entornos reales: Es su principal funcionalidad, integrar información en el escenario real mediante animaciones o imágenes estáticas sobre la captación de la cámara del dispositivo.
- Reconocimiento de objetos 3D: Sobreponer información directamente sobre objetos del entorno, aplicando técnicas de reconocimiento de los elementos del ambiente.
- Interactividad en tiempo real: Mientras el usuario se encuentra en el entorno real puede interactuar con los objetos virtuales al mismo tiempo.

La Realidad Aumentada ofrece infinidad de formas de interacción, estando presente en muchos ámbitos. Las principales aplicaciones de la Realidad Aumentada son:

- Marketing: Hay muchas campañas que utilizan este recurso para llamar la atención al usuario. Permite ver al comprador su objeto de interés en 3D, de esta manera el cliente podrá probar como quedaría el elemento a comprar en el lugar donde desea colocarlo. Principalmente esta tecnología apareció con este fin, una de las aplicaciones más exitosas es IKEA Place que utiliza AR para colocar cualquier elemento de su catálogo en casa virtualmente y ver cómo queda.

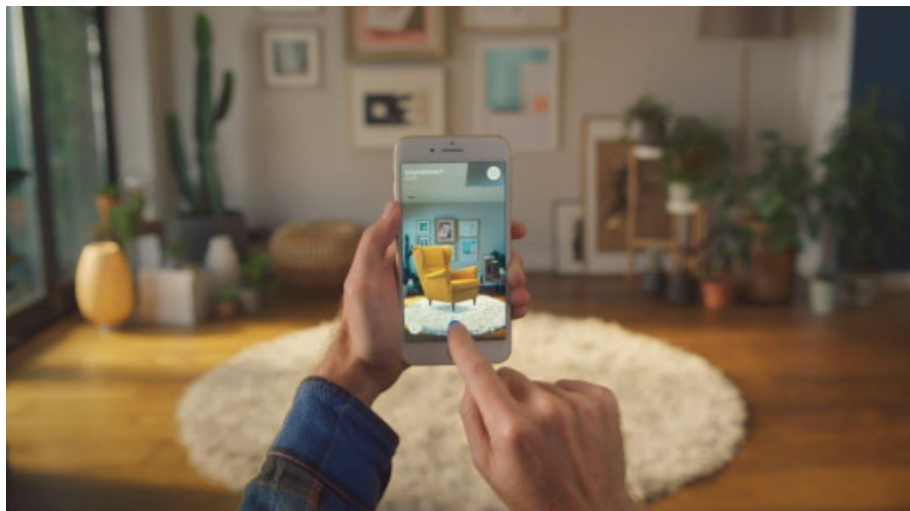


Ilustración 2: Ej. Ikea Place.

- **Formación:** Ayuda en los manuales de formación. Contenido virtual que indica información extra facilitando el entendimiento.
- **Educación:** Posibilidad de vincular a los materiales escolares información tridimensional. Una de las aplicaciones más destacada en el ámbito de la educación es el uso de la Realidad Aumentada como guía en museos, exhibiciones, parques de atracciones temáticos.



Ilustración 3: RA en la educación

- **Industria:** La RA puede ser utilizada para comparar datos de las maquetas físicas con las reales, otro uso destacado en industria es mostrar mediante RA la utilización de máquinas, los pasos a seguir en fabricaciones...



Ilustración 4: RA en la industria

- Medicina.



Ilustración 5: RA en medicina

- Arquitectura: Visualizar edificios históricos destruidos, edificios a construir....



Ilustración 6: RA en arquitectura.

- Navegación: Superponer indicaciones de navegación e información de tráfico.



Ilustración 7: RA en navegación.

- Entretenimiento: Esta tecnología está cobrando gran importancia en el área de videojuegos. En este ámbito se marcó una gran diferencia a la hora de hacer famosa la RA, esto tuvo que ver con la salida del famoso juego Pokemon GO, en este te iban apareciendo criaturas superpuestas al mundo real:



Ilustración 8: Ej. Pokemon GO.

Para la implementación de dicha tecnología es necesaria la existencia de los siguientes elementos:

- Dispositivos visualizadores (Hardware): Estos equipos muestran el resultado de la superposición de todo elemento virtual sobre la realidad mezclándolas o bien proyectándolas directamente a través de un sistema de display. Constan de sensores para localizar con precisión la situación. Los sistemas más modernos utilizan una o más de las siguientes tecnologías:
 - Giroscopio: Permite medir el ángulo de rotación de un dispositivo en todos sus ejes.
 - Cámaras digitales: Necesarias para captar la escena real a la cual se le van a añadir los elementos virtuales. Los sistemas de cámaras basadas en AR requieren un procesador potente y una gran cantidad de memoria RAM para procesar las imágenes de dichas cámaras
 - Acelerómetro: Capaz de detectar los cambios de orientación. Consta de dos partes una base o cubierta unida al objeto que queremos medir la aceleración y una masa. Si la base se mueve hacia arriba, la masa queda atrás estirando el resorte que lo sostiene, midiendo la distancia que el resorte se estira se puede calcular la fuerza de gravedad. En los dispositivos móviles esto funciona de forma más compleja, aunque presenta los mismos elementos fundamentales, se creó un acelerómetro de silicio con una base unida al teléfono y masa sísmica. La flexibilidad del silicio actúa como resorte pudiéndose calcular gracias a este la orientación que presenta nuestro dispositivo.
 - Magnetómetro: Mide el cambio magnético de la tierra, proporcionando la dirección del norte actuando como una brújula.
 - GPS: Establece la posición en coordenadas en términos de latitud y longitud en cualquier lugar de la tierra. Se basa en el principio matemático de la triangulación, conociendo la distancia que separa a nuestro dispositivo de 4 satélites (como mínimo) se puede determinar la localización del dispositivo, este recibe una señal transmitida por cada uno de los satélites y mide el tiempo que tardan en llegar hasta él, multiplicando el tiempo por la velocidad de la señal se obtiene la distancia dispositivo-satélite.
 - Sensores ópticos: Basan su funcionamiento en la emisión de un haz de luz que es interrumpido o reflejado por el objeto a detectar.

Los dispositivos visualizadores pueden ser teléfonos móviles, ordenadores, tabletas, gafas....

- Software: Es el encargado de componer la información e integrarla con la realidad. Dicho de otra manera, es el programa informático utilizado para la elaboración del proyecto. Existen una gran cantidad de programas que trabajan con esta tecnología y que se comentarán posteriormente.
- Disparador o activador: Elementos que al ponerse en funcionamiento o ser detectados activan la información que se superpone a la realidad. Hay varios tipos:
 - Códigos QR (Quick Responsive): Herramienta de enlace entre el contenido real y el de tipo virtual pudiendo contener éste elementos multimedia e hipermedia. Son códigos de respuesta rápida, representan un código bidimensional con el cual se puede codificar texto alfanumérico, códigos numéricos e imágenes. Permiten tres clases de información: QR's con 7'089 caracteres numéricos, con 4'296 caracteres alfanuméricos o con 2'953 códigos binarios (imágenes). Consiste en escanear dicho código y se generará un enlace al contenido virtual o directamente este se disparará.



Ilustración 9: Código QR

Estos marcadores disponen de información, para reconocerla se utiliza un algoritmo compuesto de las siguiente cinco etapas:

- 1- Umbralización: Eliminación de sombras y colores presentes en el entorno, de esta manera la identificación del marcador será más sencilla.
- 2- Detección de marcadores: Detección de todas las figuras que pueden formar un marcador, teniendo como resultado diversas formas.
- 3- Definición de la forma: Las formas detectadas anteriormente pasan por un proceso para eliminar aquellas que no cumplen con la forma de los marcadores, es decir, si el marcador es un cuadrado quedarán eliminadas aquellas que no tengan las propiedades de este.

- 4- Verificación de patrones: Se identifica el patrón que el marcador contiene, una vez verificado es posible reconocerlo y añadir los objetos virtuales correspondientes.
 - 5- Estimación de la orientación: Si se detecta alguna inclinación en la imagen capturada se estima la orientación del dispositivo respecto al marcador.
- Imagen: En este caso, el elemento a detectar por la cámara será una imagen. Esta imagen será analizada y cuanto más detalle presente, más fácil resultará su detección. Una vez reconocida, los elementos virtuales se activarán.
 - Objetos 3D: Es posible el reconocimiento de objetos 3D, funcionando de tal manera que al ser interceptados por la cámara del dispositivo aparecerá el contenido virtual. Hay que destacar que este tipo de disparador necesita del uso de cámaras especiales o la compra de algún “asset”. Una vez el objeto es escaneado por un dispositivo queda almacenado en una base de datos para tener una coincidencia de formas y mostrar la información asociada. Muchos sistemas de este tipo se basan en identificar bordes, formas o puntos clave de los objetos del entorno y aplicar en estos un algoritmo de tratamiento de imágenes por visión artificial. Los pasos que incluye el algoritmo son los siguientes:
 - 1- Extracción de la estructura del objeto: Disponer de una imagen del objeto para analizarla e identificar sus bordes y puntos clave que puedan ayudar a su posterior reconocimiento.
 - 2- Acceso a los datos 3D-CAD: Modelos creados en programas de diseño asistido mediante computadoras, de esta forma se almacenarán las formas de los objetos que pueden ser identificados.
 - 3- Detección de figuras auxiliares: Se compara el modelo 3-CAD con las figuras capturadas en las imágenes para obtener todas las coincidencias y definir la forma del objeto.
 - 4- Reducción de polígonos: Las figuras que no coincidan con el modelo quedan descartadas, simplificando de esta forma su reconocimiento.
 - 5- Extracción de bordes dominantes: Quedan definidos los bordes y superficies que definen el objeto.

- 6- Definición de relaciones: Se procede a realizar comparativas con los bordes y superficies definidos para reconocer finalmente el objeto deseado.
 - 7- Conversión de datos: El objeto finalmente se pasa a un formato de reconocimiento para así poder devolver una clave de identificación e indicar al sistema cómo reaccionar una vez reconocido.
- Coordenadas GPS: Es posible la colocación de contenido virtual en coordenadas GPS, activándose cuando el dispositivo se encuentra en las coordenadas adecuadas. Gracias a la brújula y el acelerómetro queda definida la dirección a la que apunta la cámara, a las imágenes virtuales que se pretenden proyectar se le asigna unas coordenadas de tal manera que si están apuntando hacia ellas se visualizarán.
 - Superficie: Existe la opción de distinguir cuándo se enfoca una superficie y una vez haya sido encontrada el contenido virtual será añadido encima de dicha superficie.

2.3 Realidad Virtual

La Realidad Virtual (RV) surge sobre el año 1980, aunque ya se imaginaba años antes, es un mundo totalmente nuevo que no tiene nada que ver con la realidad. Presenta entornos y objetos de apariencia real, pero todo ello es creado mediante tecnología informática. Proporciona una sensación de realidad que convence al usuario de estar inmerso en él, esta tecnología se contempla mediante gafas 3D o cascos de Realidad Virtual, pueden ir acompañados de otros dispositivos como guantes o trajes especiales con el fin de percibir distintos estímulos que hacen más intensa la sensación de realidad. El ámbito en el que destaca es en videojuegos donde el jugador se sumerge hasta el punto de verse a el mismo como el propio personaje principal.



Ilustración 10: Realidad Virtual

2.4 Diferencias entre RA y RV

Mientras que la Realidad Aumentada hace uso del mundo real como soporte, la Realidad Virtual construye un mundo virtual inexistente en el que nos sumergimos.

Otra diferencia que presentan es el dispositivo a usar para la percepción de la tecnología, siendo para Realidad Virtual necesario el uso de gafas o cascos Virtuales mientras que para realidad Aumentada un simple teléfono móvil es suficiente.



Ilustración 11: Diferencias RA y RV.

Cabe mencionar la posibilidad de mezclar ambas tecnologías, Realidad Virtual y Realidad Aumentada, a esto se le conoce como Realidad Mixta (MR), permite la interacción del usuario con el entorno visual y en tiempo real, es decir la Realidad Mixta crea nuevas escenas en las que interactúan tanto objetos o personas reales como virtuales, traslada el mundo real al virtual, transformándolo en un modelo 3D y superponiendo sobre éste información virtual.

La diferencia entre Realidad Mixta y Realidad Aumentada es que la RA añade información y objetos que complementan la realidad, mientras que la RM combina ambas realidades, es decir, permite tanto la interacción con los elementos virtuales como con los reales.

Para la percepción de la Realidad Mixta hay que emplear unos cascos cerrados que presentan una cámara a través de la cual se puede visualizar el entorno real.



Ilustración 12: Realidad Mixta.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

El objetivo principal del proyecto es el desarrollo de una aplicación móvil haciendo uso de la Realidad Aumentada que facilite a cualquier miembro universitario a orientarse dentro del Campus Científico Tecnológico de Linares.

- Diseño de una API genérica e intuitiva que defina el espacio indicado, debe incluir su implementación en los exteriores del campus como en los interiores del mismo.
- Experimentación y adquisición de resultados a través de realización de pruebas de la API comprobando y demostrando que facilita al usuario ubicarse dentro del campus.

3.2 Objetivos Específicos

- Implementación de la API para el sistema operativo Android.
- Debido al alto número de estudiantado extranjero que recorre el campus, la aplicación debe estar disponible tanto en idioma castellano como en inglés con el fin de que sea utilizable para todo el estudiantado.

3.3 Resultados esperados

Con el desarrollo de este proyecto se espera disponer de una aplicación móvil de gran utilidad en el espacio de la Escuela Politécnica Superior de Linares, que permitirá al alumnado o personal de nuevo ingreso contar con información respecto la disposición del área y conocer dónde se sitúa su destino.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

Se realiza un estudio y exploración sobre las aplicaciones más destacadas de Realidad Aumentada en la actualidad, obteniendo varias a valorar dentro de las cuales se procederá a la elección de una de ellas para la realización de nuestro proyecto. El procedimiento llevado a cabo para ello ha sido el siguiente:

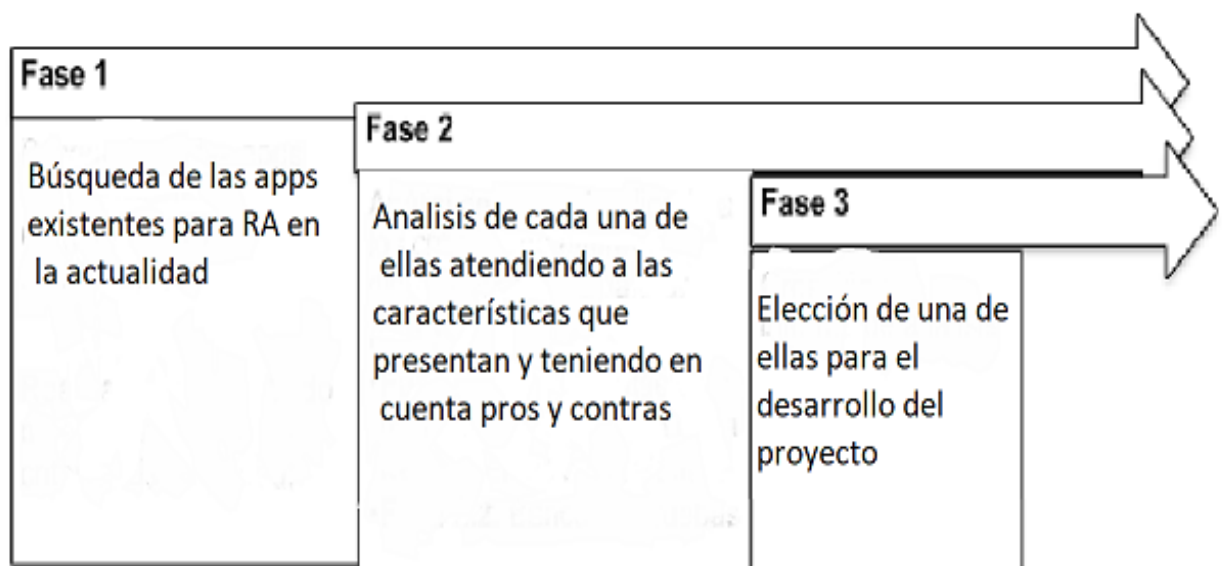


Ilustración 13: Procedimiento de elección de herramienta RA

Seguidamente se recopila un conjunto de características a comparar en las diferentes herramientas a elegir para hacer posible el desarrollo del proyecto, estas se recopilan diferenciando entre distintas dimensiones:

DIMENSIÓN	DEFINICIÓN	INDICADORES
Técnica	Estudio de la infraestructura que constituye la aplicación para poder definir las características técnicas.	-Elementos y librerías de las que dispone. -Facilidades respecto Programación. -Tecnologías disponibles: GPS, brújula.
Organizativa y creativa	Ventajas y posibilidades organizativas y creadas	-Idioma -Entorno visual -Estructura y Organización
Económica	Coste de uso de la herramienta	-Coste

Tabla 1: Dimensiones herramientas RA

4.1.1 Fase 1: Búsqueda de herramientas de RA

Tras investigar sobre las herramientas existentes para crear contenido en RA, se ha realizado un filtrado de las más destacadas dónde pueden encontrarse las siguientes: Layar, Metaio, Augment, Aurasma, Total Immersion, ZooBurst, Hoppala Augmentation, Cliclar, ARTool Kit y Vuforia.



Ilustración 14: Herramientas RA

4.1.2 Fase 2: Análisis de herramientas de RA

En este apartado se van a analizar las herramientas anteriormente mencionadas, con este análisis se pretende recopilar las características que ofrece cada una y una vez tenida una visión de todas ellas elegir cuál se usará para desarrollar este proyecto.

Herramientas	Dimensión Técnica		
	Elementos de la infraestructura TIC y calidad de los componentes hipermedia	Accesibilidad a la Infraestructura tecnológica	Complejidad infraestructura TIC
Layar	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea eficaz.	-Necesaria cuenta y usuario. -Fácil encontrar información y recursos sobre su uso.	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.
	Dispone de geolocalización	-Analiza páginas creadas informando del número de visitas	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.
	Marcadores.		
	Objetos 3D, vídeos, imágenes, clips de música, botones y enlaces.	-Compatible con los sistemas Operativos iOS, Android y Symbian.	
	Creación con dispositivo móvil y ordenador.	-No es necesario tener cuenta, pero recomendable para descuentos en su versión de pago.	
	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea eficaz.	-Fácil encontrar	

Metaio	Metaio Cloud para administrar el contenido a utilizar	información y recursos sobre su uso.	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.
	Creación de Interfaces sin necesidad de programación	-Compatible con los sistemas operativos iOS, Android, Windows PC y Mac OS X.	
	Marcadores		
	Objetos 3D, vídeos, imágenes, reconocimiento de figuras.		
	Motor renderizado 3D que mejora la visualización y la velocidad		
Augment	Dispone de geolocalización	-Necesidad de cuenta. -Fácil encontrar Información y recursos sobre su uso	
	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea eficaz.	-Compatible con iOS, Android. -Diseño coherente con significado y funcionalidad	
	No dispone de geolocalización		

	Creación con ordenador sin necesidad de app adicional.		
	Marcadores		
	No permite objetos 3D ni uso de vídeo		
Aurasma	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea eficaz.	-Necesidad de cuenta y usuario solo para crear contenido. -Fácil encontrar Información y recursos sobre su uso	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.
	Dispone de geolocalización		
	Creación con ordenador sin necesidad de app adicional.	-Compatible con iOS, Android. -Diseño coherente con significado y funcionalidad	
	Marcadores		
Total Immersion	Permite objetos 3D y el uso de vídeo	-Necesidad de cuenta y usuario solo para crear contenido.	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.
	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea eficaz.	-Fácil encontrar Información y recursos sobre su uso	
	Marcadores	-Compatible con iOS, Android.	
	Dispone de geolocalización		
	Creación con ordenador sin necesidad de app adicional.		
	Permite objetos 3D y el uso de vídeo		

ZooBurst	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea eficaz.	-Necesidad de cuenta y usuario solo para crear contenido.	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.
	No dispone de geolocalización	-Fácil encontrar Información y recursos sobre su uso	
	Permite objetos En 3D	-Compatible con iOS, Android.	
	Creación con ordenador sin necesidad de app adicional.	-Principal uso en Ámbito educativo	
	Permite uso de vídeos		
Hoppala	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea eficaz.	-No es necesario Crear cuenta y usuario solo para crear contenido.	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.
	Soporte para los navegadores Junaio y Wikitude AR móvil	-Fácil encontrar Información y recursos sobre su uso	
	Permite uso de vídeo	-Compatible con iOS y Android	
	Necesita soporte adicional de otra app		
	Permite objetos 3D		
	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea	-Necesidad de cuenta y usuario solo para crear contenido.	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.

Clickarapp	eficaz.	-Fácil encontrar Información y recursos sobre su uso	
	Plantillas para facilitar la creación de contenido interactivo	-Compatible con iOS y Android	
	Marcadores	-Permite ver las visualizaciones que recibe un proyecto	
	Disponibilidad de geolocalización		
	Permite objetos 3D		
ARTool Kit	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea eficaz.	-Necesidad de cuenta y usuario solo para crear contenido.	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.
	Marcadores	-Fácil encontrar Información y recursos sobre su uso	
	Permite objetos 3D	-Compatible con iOS y Android	
	Permite geolocalización		
	Biblioteca Multiplataforma.		
	Variedad de elementos y componentes que hacen que la herramienta sea eficaz.	-Necesidad de cuenta y usuario solo para crear contenido.	No se requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para su utilización.
	Marcadores	-Fácil encontrar Información y recursos sobre su uso	

Vuforia	Permite geolocalización	-Compatible con iOS, Android, Windows PC, Mac OS X, Linux	
	Permite objetos 3D		
	Creación con dispositivo móvil y ordenador.		
	Creación de Interfaces sin necesidad de programación. Es necesario uno de los siguientes software para su uso: Unity, Xcode o Eclipse.		
	clips de música, vídeos, imágenes botones y enlaces.		

Tabla 2: Análisis técnico herramientas RA

Herramientas	Dimensión Organizativa y Creativa	
	Idioma	Estructura y organización de la Información de la app
Layar	Inglés Español Japonés Alemán Portugués Francés Ruso	Intuitiva Organización y distribución sencilla

Metaio	Inglés Español Francés Japonés	Intuitiva Organización y distribución sencilla
Augment	Inglés Francés Español (Información solo disponible en Inglés)	Fácil identificación y acceso a las diversas funciones que ofrece. Intuitiva Organización y distribución sencilla
Aurasma	Disponible en Inglés íntegramente y español parcialmente	Dinámico e innovador Intuitiva Organización y distribución sencilla
Total Immersion	Inglés Español	Intuitiva Organización y distribución sencilla
ZooBurst	8 idiomas entre Los que incluye el español	Intuitiva Organización y distribución sencilla Ámbito educativo

Hoppala	Inglés Español Japonés Alemán Portugués Francés Ruso	Intuitiva Organización y distribución sencilla
Clickarapp	Español	Intuitiva Organización y distribución sencilla Manual de uso disponible
ARTool Kit	Inglés	Intuitiva Organización y distribución sencilla
Vuforia	Inglés Francés Alemán Italiano Japonés Coreano Español Chino	Intuitiva Estructuración y distribución fácil de usar Cantidad de librerías y herramientas que facilitan el desarrollo de proyectos

Tabla 3: Análisis organizativo herramientas RA

Herramientas	Dimensión Económica
	Coste
Layar	Ambas versiones con las que cuenta son de pago. Dentro de estas hay una versión básica más barata y una versión PRO que ofrece funciones mucho más avanzadas.
Metaio	Presenta distintos precios según la versión.
Augment	Presenta varios precios según su uso. Dispone de una licencia académica gratuita para el uso de RA.
Aurasma	Completamente gratuita.
Total Immersion	Las distintas versiones con las que cuenta son de pago.
ZooBurst	Gratuita para la versión básica, y de costo para la versión premium, destacando que cuesta 10 euros al mes, una de las más baratas dentro de las appS de costo de esta tecnología.
Hoppala	App de costo ya que al funcionar con Layar hay que pagar el precio de Layar.
Clickarapp	Completamente gratuita.

ARTool Kit	Dispone de una versión gratuita, aunque presenta menos opciones que la de pago. Además, da opción a una prueba gratis antes de la suscripción.
Vuforia	Versión gratuita, incluye la opción de descargar e instalar una cantidad de librerías de pago.

Tabla 4: Análisis económico herramientas RA

4.1.3 Fase 3: Elección de API

Tras la investigación y la recogida de información acerca de las distintas herramientas para la creación de apps de Realidad Aumentada, se puede llegar a la conclusión de que todas de ellas aportan unas características muy semejantes, siendo Augment la única de ellas descartada en base a las posibilidades que ofrece, ya que carece de varias funciones importantes que en principio se van a utilizar en la implementación de la app. Finalmente, entre el resto de apps, se ha optado por la utilización de Vuforia, la decisión se ha tomado teniendo en cuenta su previa utilización, que hace que se esté ya familiarizado con el entorno de trabajo agilizando el procedimiento de aprendizaje, y la gran cantidad de opciones que incluye, dentro de estas destacan la disponibilidad de GPS y la cantidad de librerías que esta herramienta ofrece facilitando en un alto rango la implementación de código y permitiendo crear un proyecto con unos conocimientos básicos de programación. Otra razón muy tenida en cuenta es que Vuforia es el SDK más utilizado a nivel empresarial del momento y uno de los más recomendados para la realización de videojuegos. Finalmente, el ámbito económico también ha sido un punto importante en la elección, aunque presenta algunos paquetes de pago disponiendo de un ‘Asset Store’ que los contiene, para el desarrollo de este proyecto basta con las opciones gratuitas que presenta, razón por la cual se ha escogido este SDK. El uso de la plataforma Vuforia queda definido en el ANEXO I: INSTALACIÓN DE UNITY Y USO DE VUFORIA.



Ilustración 15: Logo de Vuforia

Vuforia funciona como complemento al conocido software de programación Unity. La integración de Vuforia en Unity permite la creación de aplicaciones y juegos para distintos sistemas operativos

4.1.4 Unity

Unity es un motor de desarrollo o motor de juegos multiplataforma. El término motor de videojuego, game engine, hace referencia a un software que presenta una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y el funcionamiento de un entorno interactivo. Unity permite una edición e iteración rápida en el ciclo de desarrollo de proyectos aportando tanto la posibilidad de realizar proyectos en 2D como en 3D, logrando una experiencia de juego altamente realista y de alto rendimiento. Unity está disponible para Microsoft Windows, OS X, Linux. Muchas empresas trabajan en la actualidad con este software. Unity es una herramienta que permite la creación de videojuegos para diversas plataformas mediante un editor visual y programación vía scripting, pudiendo conseguir resultados totalmente profesionales.



Ilustración 16: Logo de Unity

Dentro de las funcionalidades típicas que tiene un motor de videojuegos se pueden encontrar las siguientes:

- Motor gráfico para renderizar gráficos 2D y 3D.
- Motor físico que simule las leyes de la física.
- Animaciones.
- Sonidos.
- Inteligencia Artificial.
- Programación o scripting.

Tras el proceso de instalación de Unity, explicado paso a paso en el ANEXO I: INSTALACIÓN DE UNITY Y USO DE VUFORIA, se van a indicar las distintas ventanas principales que presenta el programa y para qué sirve cada una de ellas.

- Ventana de proyecto: En esta vista se pueden acceder y gestionar todos los assets que componen tu proyecto (Escenas, scripts, imágenes, bases de datos...). A la izquierda se puede visualizar la estructura de carpetas que componen el proyecto cada una incluyendo lo que su nombre indica. Cuando una de estas carpetas se selecciona, su contenido es mostrado a la derecha.

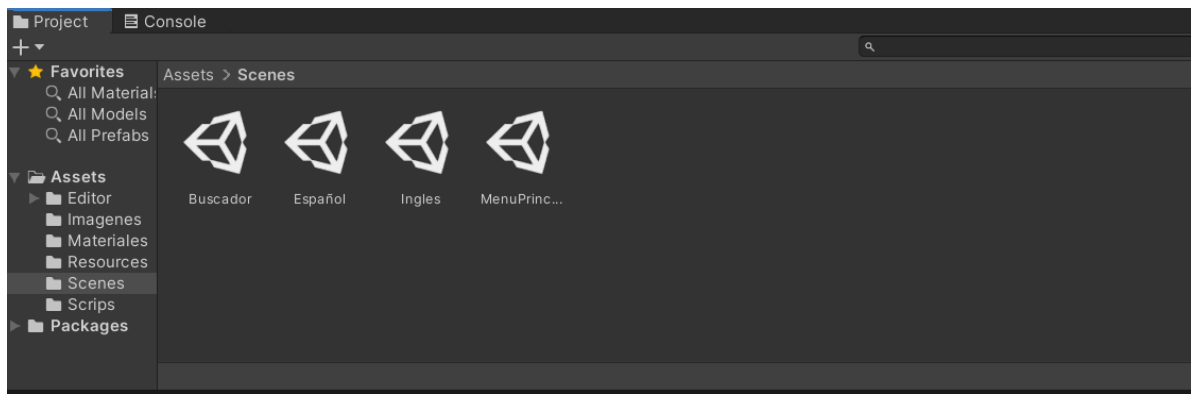


Ilustración 17: Ventana Project

- Ventana de escena: Es la ventana interactiva, se utiliza para seleccionar y posicionar entornos, cámara y todos los GameObject o elementos que vayan a componer la escena. Permite realizar la distribución de elementos asignándole la posición en la pantalla, muestra cómo quedará el resultado permitiendo realizar cambios en el.

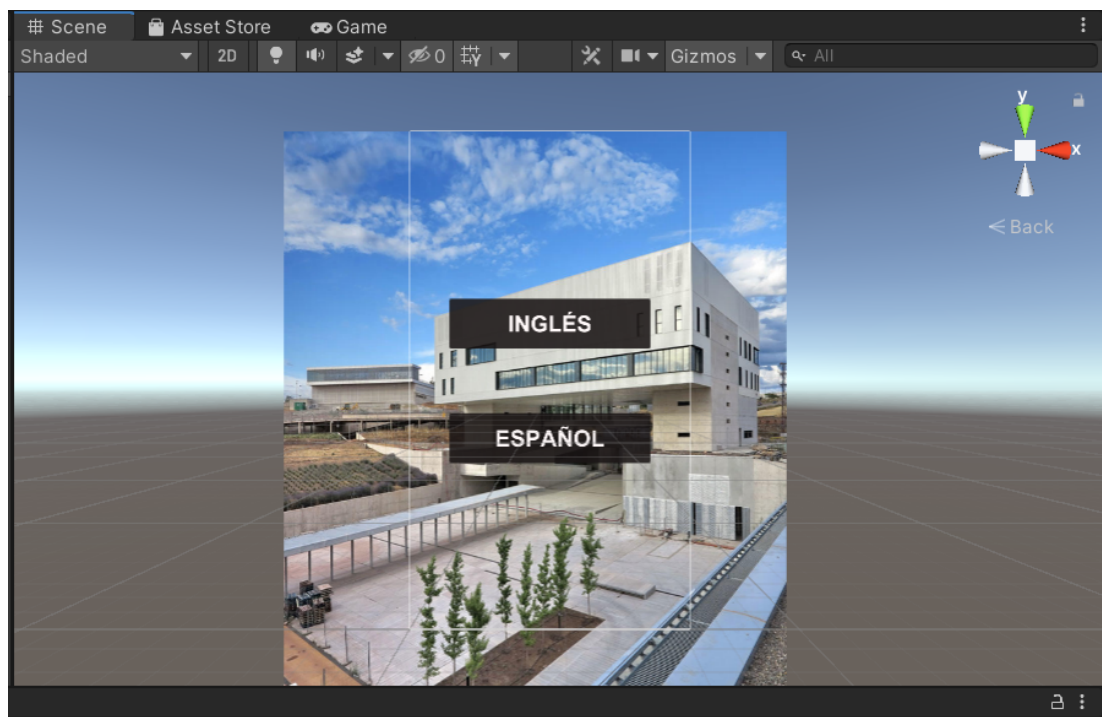


Ilustración 18: Ventana de escena

- Ventana de Jerarquía (Hierarchy): Contiene cada elemento de la escena actual. Puede seleccionar objetos en la jerarquía y arrastrarlo a otro para hacer uso de parenting, es decir, se puede hacer que cualquier objeto sea hijo de otro, un hijo va a heredar el movimiento y rotación de su padre. Cuando se selecciona un objeto de la lista de jerarquía se abre la ventana de inspector que se explica posteriormente. Además

haciendo click derecho sobre esta pantalla se habrá una ventana que permite añadir elementos, de esta manera se añaden a la escena botones, imágenes, formas, objetos, cámaras....

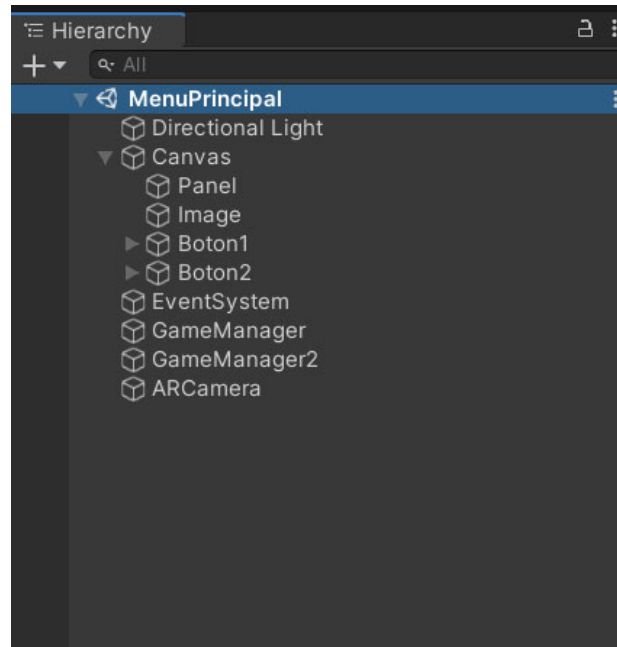


Ilustración 19: Ventana de Jerarquía

- Ventana de inspector: Cuando se selecciona un elemento de la lista de jerarquía mostrada en la Ilustración 18, se abre esta ventana. Se utiliza para ver y editar las propiedades de un objeto, según el objeto se le permitirá unas propiedades, por ejemplo, puede permitir el posicionamiento de éste, añadirle funcionalidades como convertir una imagen en botón, añadirle un script que describa su funcionamiento, rotarlo, cambiar su tamaño....

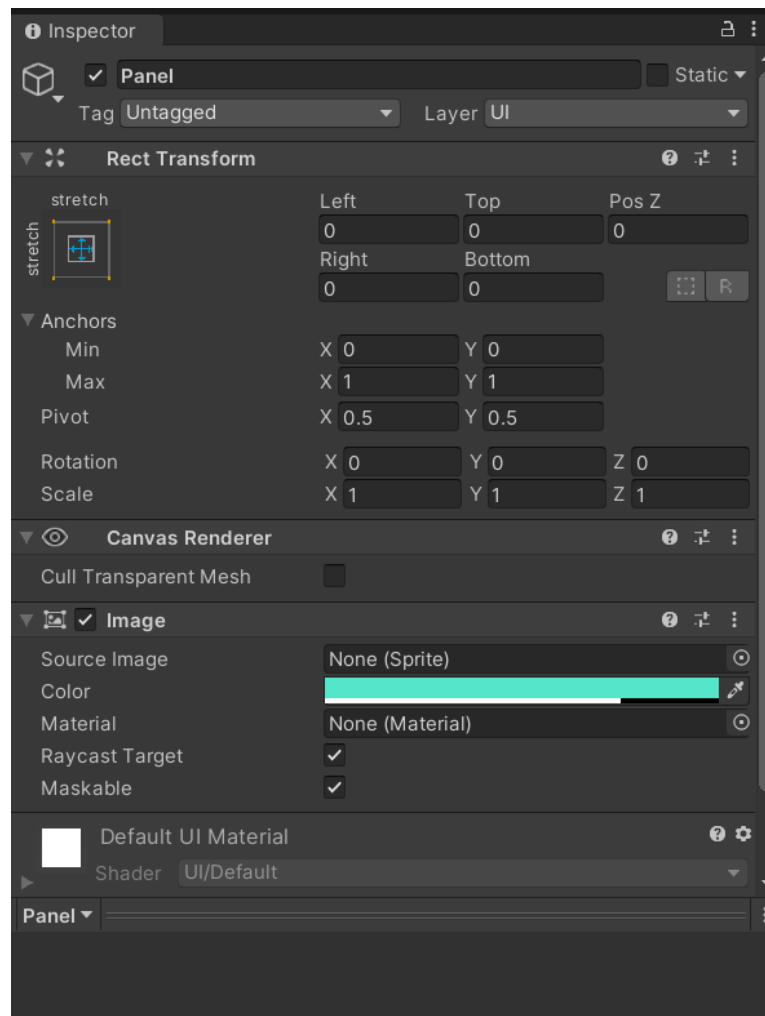


Ilustración 20: Ventana de inspector

- Barra de herramientas: Consiste en cinco controles básicos, las principales funcionalidades son moverse por el panel de escena, rotar los elementos en cualquier dirección, acercamiento y alejamiento, cambio de escala... También en esta barra se encuentra el botón de 'play' y el de 'pause' para poner en marcha nuestra app e ir viendo su funcionamiento o pararla y poder seguir realizando ajustes en los elementos.



Ilustración 21: Barra de herramientas

- Vista del juego (Game View): Es renderizada por la cámara en su juego, en ésta se representa cómo está funcionando la aplicación creada, es decir, cómo se vería y funcionaría en un dispositivo móvil. Cuando esta pantalla se pone en funcionamiento se le permite al creador tener conocimiento de cuándo algo no está funcionando, además cuando esto sucede el error exacto es remitido a la ventana de consola.

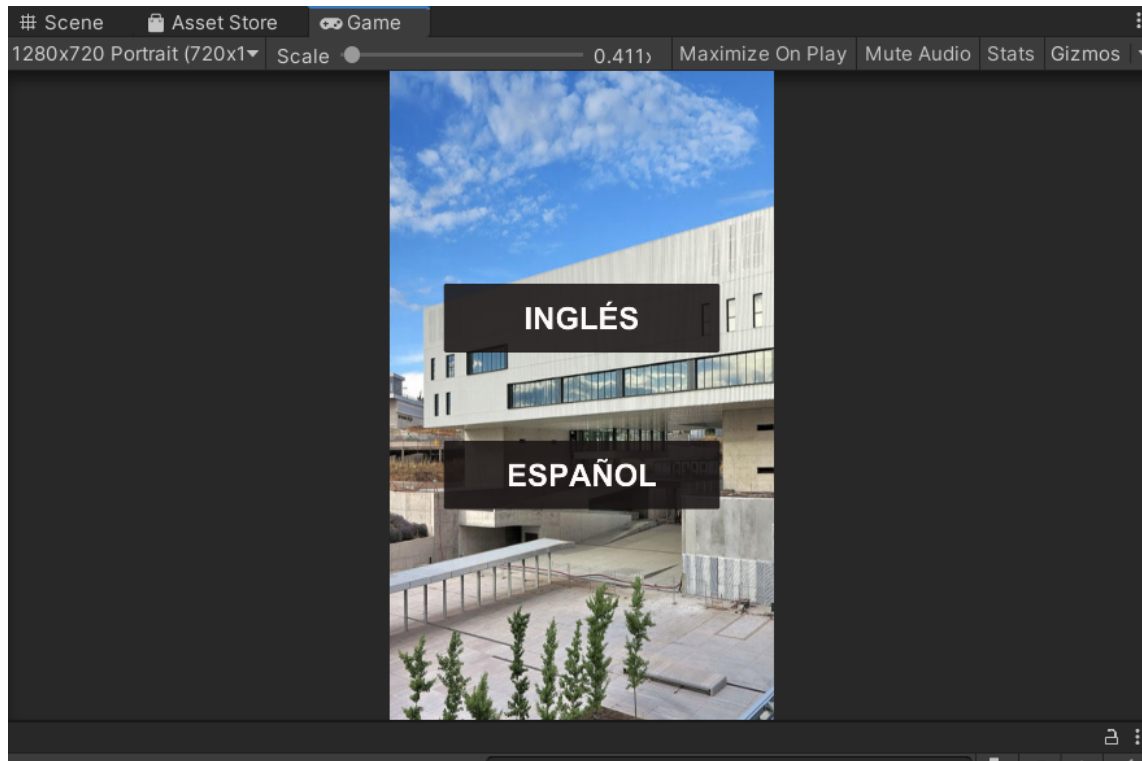


Ilustración 22: Vista del juego

- Ventana de consola: En esta ventana se notifican todos los errores que se producen mientras se implementa la aplicación. No solo indica que se está produciendo un error, sino que también proporciona información sobre el error que ayuda a la toma de solución. Los errores serán notificados en rojo con un símbolo redondo de exclamación, si todo funciona de forma correcta también será notificado indicando que no hay fallo ninguno.

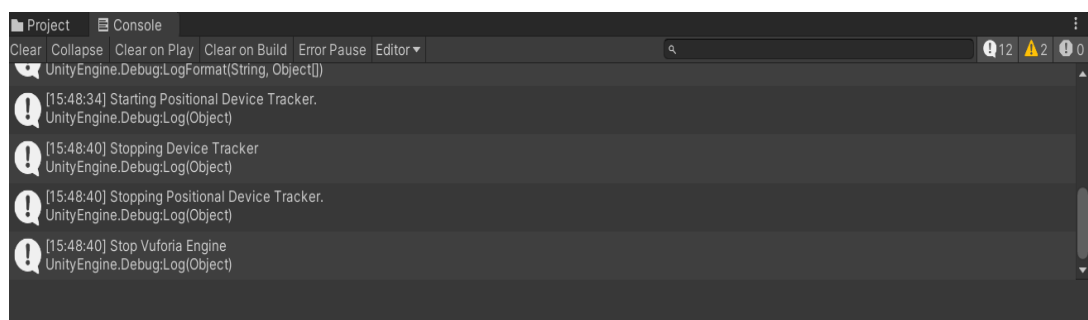


Ilustración 23: Ventana de consola

Vista todas las pantallas principales que componen el software a utilizar, se muestra la vista previa del software conformada por todas estas ventanas indicadas anteriormente en conjunto.

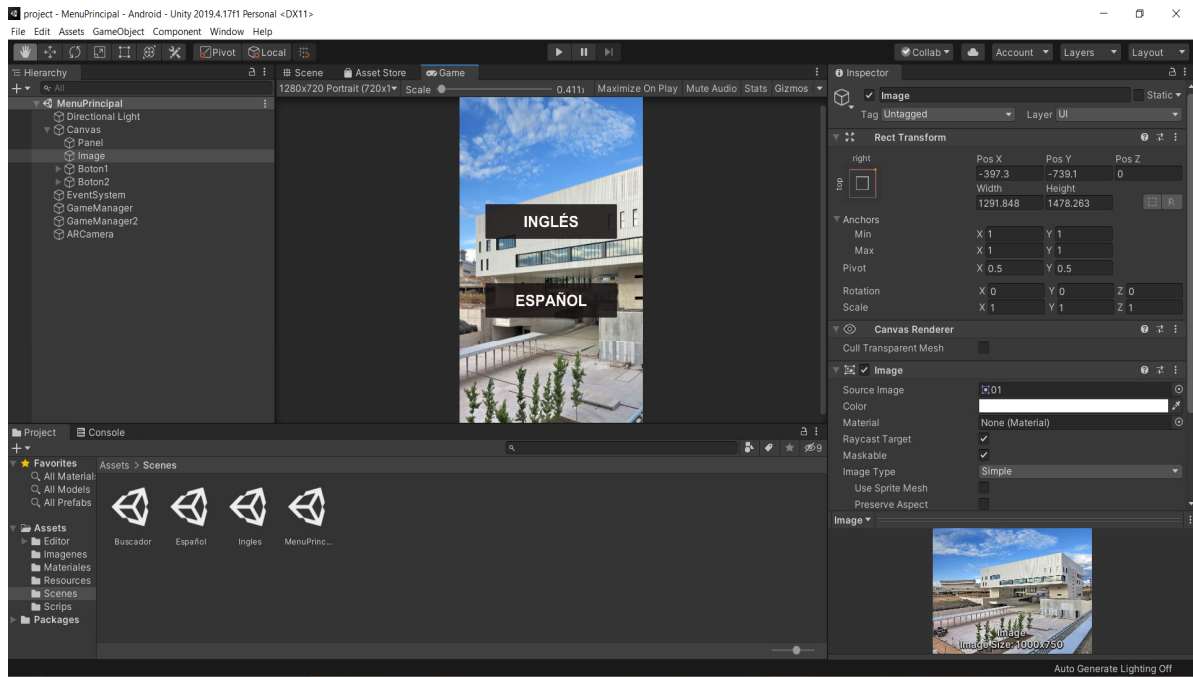


Ilustración 24: Unity Editor

4.1.5 Sistema operativo Android

El desarrollo de la aplicación se va a llevar a cabo para el sistema operativo Android, sistema para dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas, es una pila de software de código abierto basado en Linux y desarrollado por Google. Construido para que todas las aplicaciones aprovechen las herramientas que ofrece un dispositivo móvil, de esta manera se puede conseguir que una aplicación acceda a los datos GPS recopilados por el teléfono, o a la cámara, funciones más que necesarias para el posible funcionamiento de este proyecto.

La arquitectura empleada por Android está compuesta por capas, cada una de estas capas utiliza servicios ofrecidos por las capas anteriores y ofrecen otros servicios a las posteriores. Las capas que la forman son las siguientes:

- 1- Aplicaciones: Todas y cada una de las aplicaciones que se encuentren instaladas en el dispositivo móvil.
- 2- Framework de aplicaciones: Conjunto de herramientas de cualquiera de las aplicaciones, todas ellas usan el mismo conjunto de API y el mismo framework. Ejemplos de estas pueden ser acceso a las funcionalidades del teléfono, acceso a la localización, conexión Wi-Fi, acceso a cámara...
- 3- Librerías: Todas las librerías utilizadas por Android, escritas en C/C++ y que proporcionan a Android sus capacidades y características.
- 4- Tiempo de ejecución de Android: Se sitúa al mismo nivel que las librerías. Compuesto por otras librerías (Core Libraries) implementadas con clases Java y Dalvik.
- 5- Núcleo Linux: Capa de abstracción para el hardware de los dispositivos móviles. Engloba los drivers necesarios para que cualquier componente hardware pueda ser utilizado con las llamadas correspondientes.

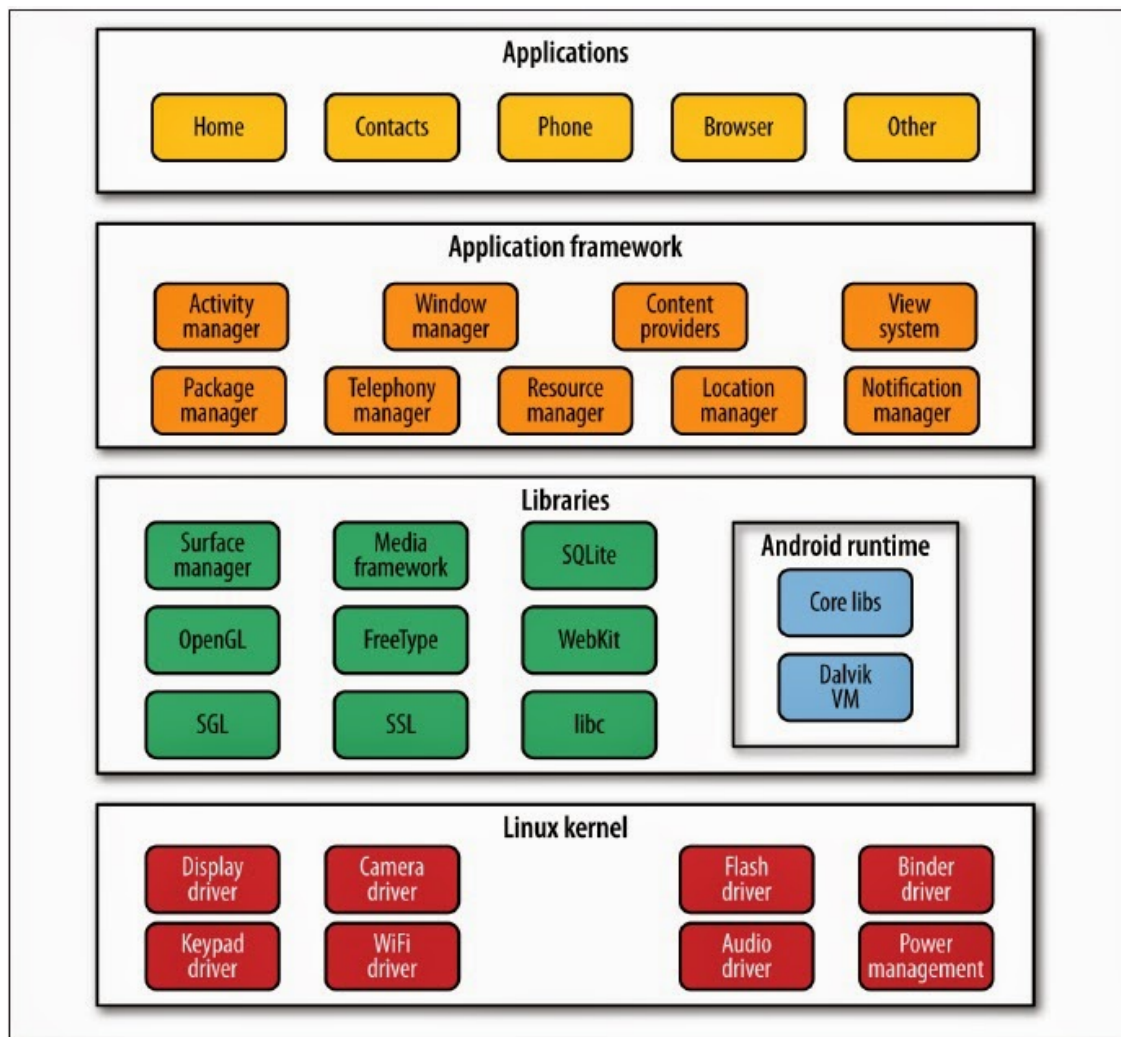


Ilustración 25: Arquitectura Android

Visualizando la cuota en el mercado por porcentajes de dispositivos móviles según su sistema operativo en el último año destacan los sistemas iOS y Android. Aun así, en España la cantidad de dispositivos Android vendidos supera con creces a los dispositivos iOS. Dato que nos lleva a conocer que la aplicación a implementar va a poder ser utilizada por un porcentaje alto del personal que transita el campus.



Ilustración 26: Mercado sistemas operativos

4.2 Metodología y planificación

La metodología de desarrollo seguida ha tenido un enfoque ágil. Se ha buscado tener una versión funcional de la aplicación, centrándose principalmente en los usuarios que van a hacer uso de ella y sumergiéndose en su punto de vista con el fin de que la aplicación realizada sea funcional y realmente aporte facilidades a los usuarios al recorrer el campus. Una vez la aplicación da resultado, mediante un enfoque iterativo e incremental, se ha ido progresivamente mejorando el sistema e incorporando nuevas funcionalidades, entre estas se encuentran las alternativas explicadas en el punto 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN de este documento.

A nivel de planificación temporal, la implementación del proyecto se ha llevado a cabo en varias etapas. Inicialmente se comienza con recopilación de información, en esta etapa que abarca los meses de febrero y marzo, se realiza un estudio sobre la Realidad Aumentada, cómo funciona y qué tecnologías existen dentro de esta que su uso puede ser de utilidad en la aplicación a implementar. Dentro de esta etapa también se incluye la familiarización con Unity y Vuforia para tener manejo sobre el software antes de arrancar con el desarrollo de la app.

Una vez completado el estudio, se realiza un prediseño. Por prediseño se entiende definir cómo se quiere que esta funcione, cómo va a ser el interfaz y cuáles van a ser las distintas opciones que va a presentar, es decir, una idea principal de la aplicación para su puesta en marcha. Aunque en la idea principal quedó definido el diseño que se ha utilizado en la app, a lo largo del desarrollo de esta han surgido nuevas ideas que se han añadido complementando a ese prediseño. En tener una idea principal de cómo iba a ser la app de cara al usuario se invirtió poca parte del mes de abril.

Conociendo como se quería la vista de la app se pasa a la fase 1. La fase 1 engloba la implementación de las zonas exteriores, para el desarrollo de esas zonas el primer paso necesario es documentarse sobre las tecnologías utilizadas, en este caso GPS, y barajar las distintas posibilidades existentes. Una vez decidida una posibilidad se comienza creando la aplicación, diseñando el menú principal y su estructura, y teniendo dicha parte, comienza el desarrollo de las zonas exteriores. Dentro de esta fase se puede encontrar un periodo de tiempo en el que no se trabaja en la aplicación al no contar con excesivo tiempo disponible debido a la época de exámenes, finales de mayo y principios de junio. El efecto ocasionado es el alargamiento de duración, presentando esta fase una duración que ocupa los meses entre abril y julio.

En la fase 2 se desarrollan las zonas interiores del campus, igualitariamente que en la 1, se comienza con documentación, estudiando las distintas posibilidades y eligiendo la más viable. La implementación de esta fase abarca parte de los meses de julio y agosto.

Finalmente, cuando se tiene un funcionamiento general de la aplicación se procede a la inclusión de distintas mejoras, este proceso ocupa la semana de mitad de agosto.

A continuación, se presenta de forma gráfica la planificación temporal llevada a cabo.

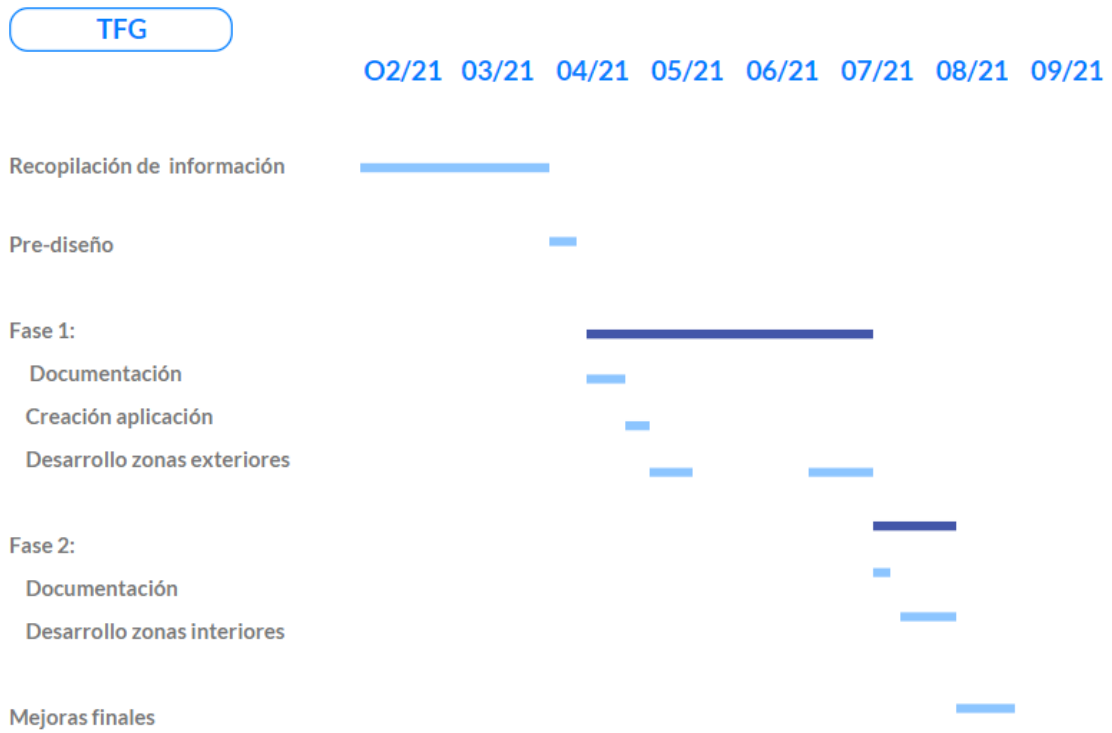


Ilustración 27: Diagrama Gantt

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Descripción y diseño de la solución elegida

En esta sección se resume, con el objetivo de facilitar la comprensión del proyecto, cuáles han sido los métodos adoptados para la implementación del proyecto. El proceso de diseño puede dividirse en zonas exteriores y zonas interiores del espacio a implementar, la información detallada a continuación muestra los resultados finales a los que se ha llegado separando entre diferentes fases y dando a la vez una visión general del proyecto.

5.2 Visión general.

A continuación, se describen cuáles han sido las tecnologías seleccionadas, la interacción existente entre la aplicación ejecutada en el dispositivo y los servicios de las tecnologías seleccionadas, así como la estructura que sigue la aplicación.

- Ubicación en tiempo real: El sistema requiere la ubicación del dispositivo mediante los parámetros latitud y longitud, esta información es proporcionada por el GPS, GLONASS o A-GPS del teléfono móvil.
- Marcadores: Distintos códigos o imágenes que van a activar los elementos a superponer.
- C#: Es un lenguaje de programación orientado a objetos, lenguaje utilizado por Unity, por lo cual ha sido el lenguaje de programación utilizado para la implementación de la API.

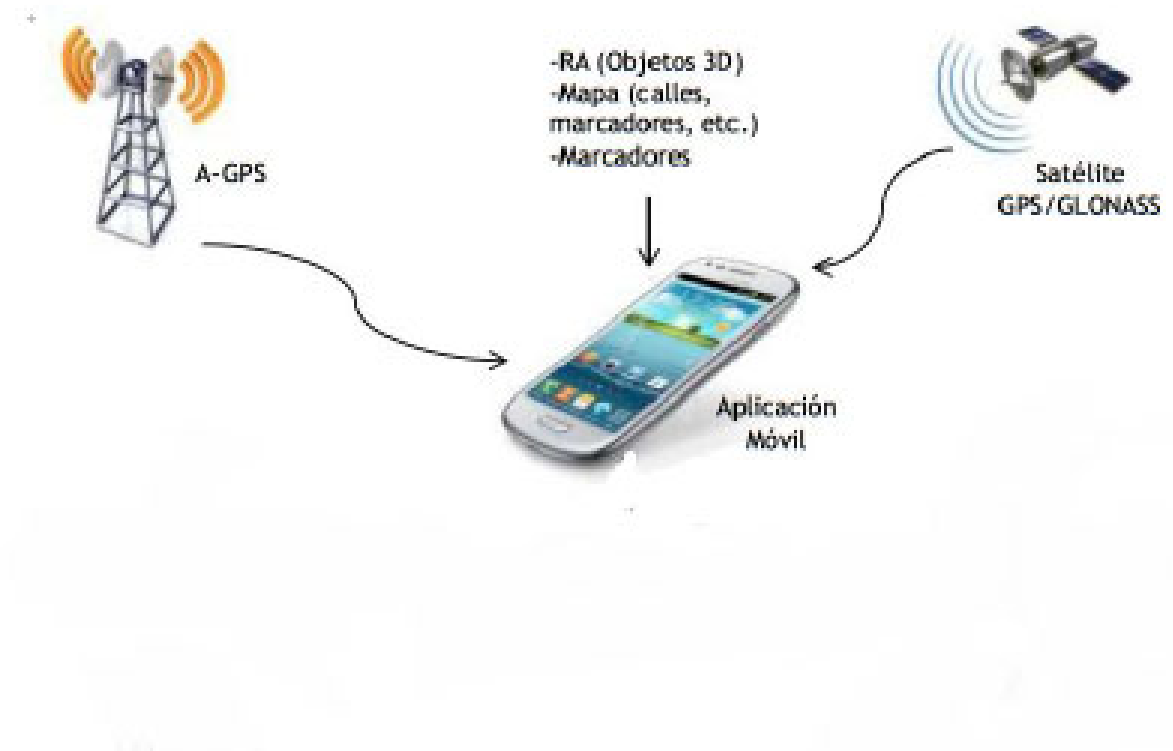


Ilustración 28: Interacción aplicación-tecnologías

La estructura principal que sigue la aplicación se descompone de la siguiente manera:

- 1- Menú principal: Interfaz de la aplicación, pantalla de inicio, conformado por dos botones que dan lugar a la selección de idioma, inglés y español, además se añaden botones con distintas funcionalidades como acceso a información o salir y abandonar la app. La realización del menú principal es bastante sencilla, esta primera parte del proyecto consiste en el uso de elementos de Unity como son botones e imágenes y la asignación a estos de scripts que definan el cambio de pantalla, de forma que al pulsar sobre estos se produzca el cambio que se quiere obtener. Una vez seleccionado el idioma existen dos vías totalmente distintas en el proyecto, de forma que se repite a información, pero cambiando el idioma.

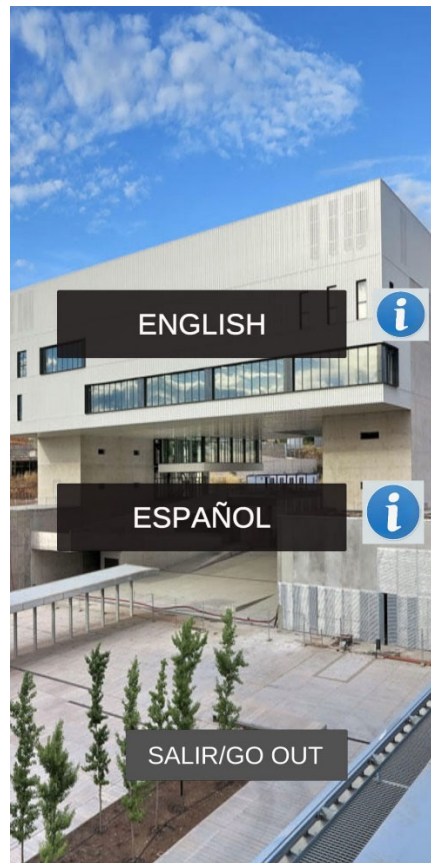


Ilustración 29: Interfaz de la app.

- 2- Zonas exteriores: La elección de idioma en el menú principal directamente redirige a zonas exteriores, por estas se entiende toda zona al aire libre que compone el espacio a desarrollar, dentro de estas se trata solo los edificios que la conforman: Aulario, despachos, laboratorio y edificio de servicios generales.
- 3- Zonas interiores: Una vez dentro del entorno de las zonas exteriores se podrá acceder a la obtención de información sobre las zonas interiores, edificio y planta en la que se sitúa una dependencia o distribución de un edificio en concreto.

De esta manera la estructura seguiría los pasos de los usuarios, pasando por las zonas exteriores para ir a las interiores, aunque la idea es esa, la aplicación permite acceder a las opciones de zonas interiores sin haber utilizado la parte implementada para las zonas exteriores.

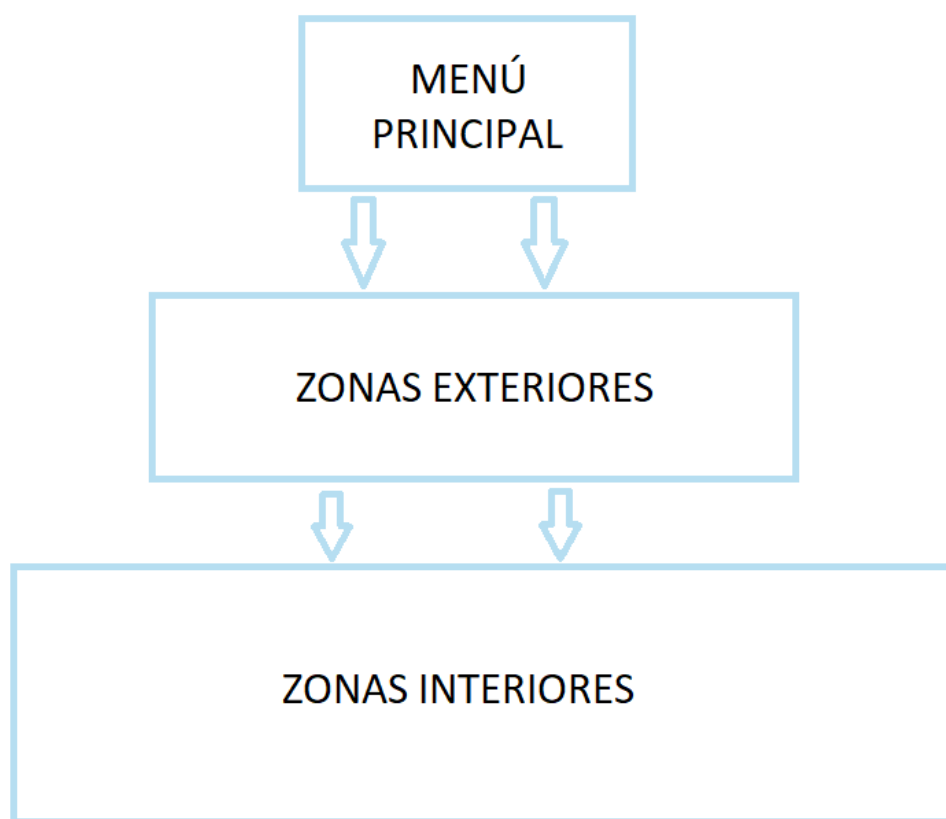


Ilustración 30: Distribución general app.

5.3 Fase 1: Zonas exteriores

Esta primera fase se llevó a cabo los meses de abril, junio y parte de julio de 2021. Los objetivos que se plantean en esta son el desarrollo y funcionamiento de la aplicación para las zonas exteriores del Campus Científico Tecnológico de Linares, dando esta información sobre cada edificio de manera que el usuario que la utilice sepa hacia donde se dirige.

Para el desarrollo de las zonas exteriores la solución adoptada ha sido la utilización de geolocalización y de la brújula, englobadas en nuestra aplicación gracias a librerías que presenta Vuforia y que al llamarlas en el código la aplicación obtiene los datos proporcionándoselos al teléfono móvil. La utilización de dichas tecnologías ha causado distintos problemas para los cuales se han ido encontrando soluciones, consiguiendo un correcto funcionamiento de este bloque.

Dentro de estos problemas cabe destacar las grandes variaciones que produce la brújula, variando de 20° a 30° en cuestión de milisegundos, para ello se ha fijado como

tiempo de refresco un tiempo superior a un milisegundo, eligiendo un valor de 4 segundos de forma que el número de veces que la aplicación actualizará la imagen será superior y la brújula seguirá produciendo los mismos cambios pero de forma más lenta permitiendo conocer los valores que esta emite, de esta manera se puede realizar una media de los cambios que produce en un cierto tiempo, como se dijo anteriormente los cambios son de 20° a 30°, conociendo este dato en las condiciones impuestas se pone dicho margen a la brújula pudiendo superponer el elemento virtual siempre que se presenten esas variaciones.

Más concretamente, para las zonas exteriores se han diseñado cuatro carteles a superponer, uno para cada uno de los edificios: Aulario, laboratorios, despachos y servicios generales.

Teniendo estos cuatro carteles, se han definido unas coordenadas concretas recibidas a través del GPS y la dirección a la que apunta la brújula cuando se apunta con el dispositivo a cada uno de los edificios. De esta manera, una vez el usuario se encuentre dentro de estas coordenadas y apuntando con su dispositivo hacia el ángulo adecuado se mostrará activo el cartel correspondiente al edificio que se apunta en el caso de que se esté apuntando alguno. Si las coordenadas o dirección no coinciden con las definidas, los carteles quedaran inactivos y no se mostrará ningún elemento en pantalla.

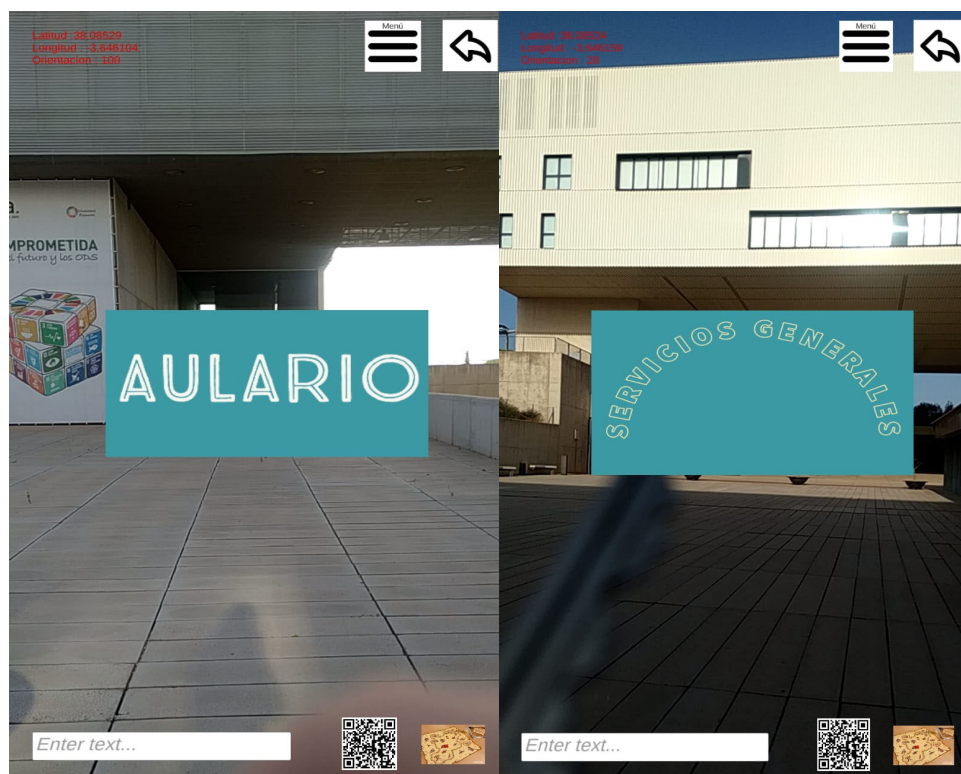


Ilustración 31: Carteles zonas exteriores

Cabe destacar que los carteles solo aparecerán en puntos concretos y no en todos los puntos pertenecientes al área, se realiza de dicha manera ya que si se definen todos los puntos y tener coordenadas bastantes semejantes todos los carteles estarían disponibles la mayoría del tiempo activándose cuándo no deben o desactivándose cuándo deberían ser mostrados.

Un punto importante a tener en cuenta en el desarrollo de la app es que se han realizado distintas alternativas con el fin de que el usuario pueda obtener ayuda en su recorrido, de esta manera si se produce algún error va a haber otra alternativa presente para recorrer el campus.

Como alternativa, en la pantalla de zonas exteriores, se establece la opción de visualizar mediante vista aérea la disposición de los edificios en el Campus de manera que, si la geolocalización no está disponible o su funcionamiento no está siendo el adecuado, exista otra opción de que el usuario pueda ubicarse y conocer dónde se encuentra el edificio al que quiere dirigirse y cómo llegar a él. A esta opción se puede acceder a través de visualizar un icono de un mapa que se visualiza en la pantalla, pinchando sobre este se podrá acceder a la visualización aérea del Campus. Otra forma de acceder es a través del menú. Toda funcionalidad existente tanto como su correcta utilización queda explicada en ANEXO II: MANUAL DE USUARIO DE LA APP.

Cabe destacar que, según el idioma seleccionado al arrancar la aplicación, los carteles e información superpuesta serán los respectivos a ese idioma.

5.4 Fase 2: Zonas interiores

Esta segunda fase se llevó a cabo entre parte de los meses de julio y agosto de 2021. Los objetivos que se plantean en esta son el desarrollo y funcionamiento de la aplicación para las zonas interiores del Campus Científico Tecnológico de Linares, dando esta información a los usuarios sobre dónde se encuentra un despacho, laboratorio, aula o cualquier otro servicio requerido.

Para el desarrollo de las zonas interiores la solución adoptada ha sido la utilización de códigos a escanear. Se disponen de cuatro códigos QR, todos ellos funcionando como Imagen Target, cada uno de ellos asociados a un edificio. En la entrada de cada edificio se podrá encontrar el código respectivo a este de manera que al entrar el usuario lo escanee pudiendo acceder a la disposición del edificio y facilitándole conocer dónde se encuentra la dependencia a la que se dirige.

Para escanear el código hay que encontrarse en el apartado de la aplicación preparado para esta acción. Para ello en la pantalla se puede visualizar un icono de un código QR, pinchando sobre este o a través del menú, se accede a otra escena que muestra la cámara

ocupando al completo la pantalla, una vez dentro de esta escena el usuario puede comenzar a realizar su escaneo.

Cuando un código es escaneado se mostrará una pantalla en la que se indica el edificio al que se va a dar paso, esta pantalla aparece como intermediaria a la entrada del edificio y ha sido implementada ya que los códigos QR se están utilizando como “Imagen Target”, utilizar estos componentes permiten sobreponer información sobre estas imágenes solo cuando se esté enfocando a ellas, de forma que al escanear el código se presenta el elemento, pero si se deja de enfocar desaparece. Por esta razón se ha introducido dicha imagen que aparece y desaparece y que al pulsarla mostrará el interior dejándolo de forma fija para que el usuario pueda andar por el edificio siguiendo el plano y éste no desaparezca.

Solo basta pulsar sobre el nombre del edificio para mostrar el plano de la planta baja de dicho edificio y en este quedará indicada cada una de las dependencias que se sitúan en la planta además del lugar que ocupa cada dependencia dentro de la planta, dando una idea del camino a recorrer para llegar a cada una de estas. Además de la distribución, se podrán encontrar tantos botones como plantas disponga el edificio, cada uno de estos botones indicará el nombre de la planta con la que esté enlazado, y al pulsarlo se mostrará la planta seleccionada ocultándose la que se estaba mostrando. De esta manera el usuario puede desplazarse por las distintas plantas hasta encontrar en cuál de ellas se encuentra su destino.

Además de los botones respectivos a cada una de las plantas, siempre hay un botón presente para salir de estas que llevará a la pantalla de exteriores.

Cabe destacar que, una vez escaneado el edificio de laboratorios, se representará la mitad de este, presentando una flecha en un pasillo que al pulsarla avanzará por este mostrando la otra mitad, este edificio se ha implementado de dicha manera debido a su gran dimensión de forma que sea posible la inteligible visualización de las dependencias que lo componen.

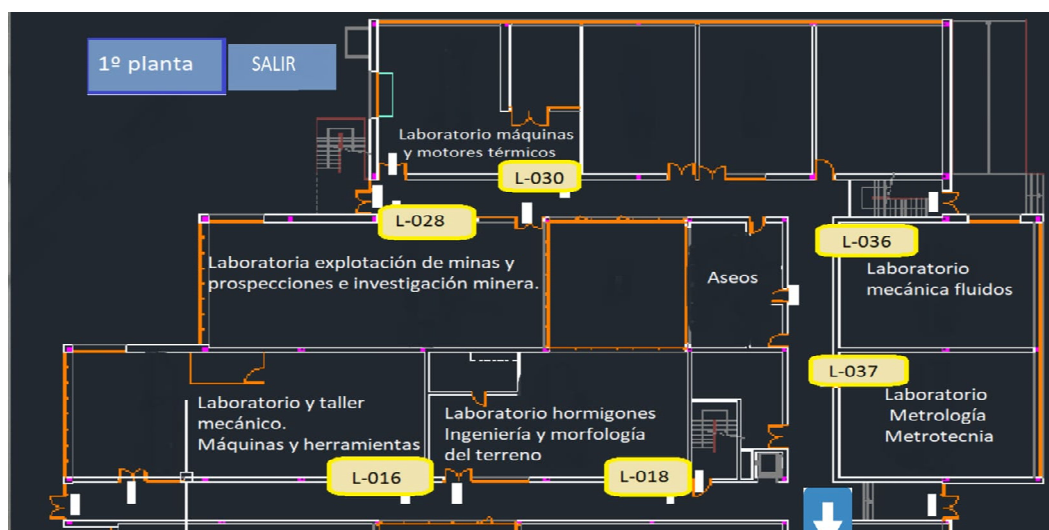


Ilustración 32: Ejemplo de laboratorios

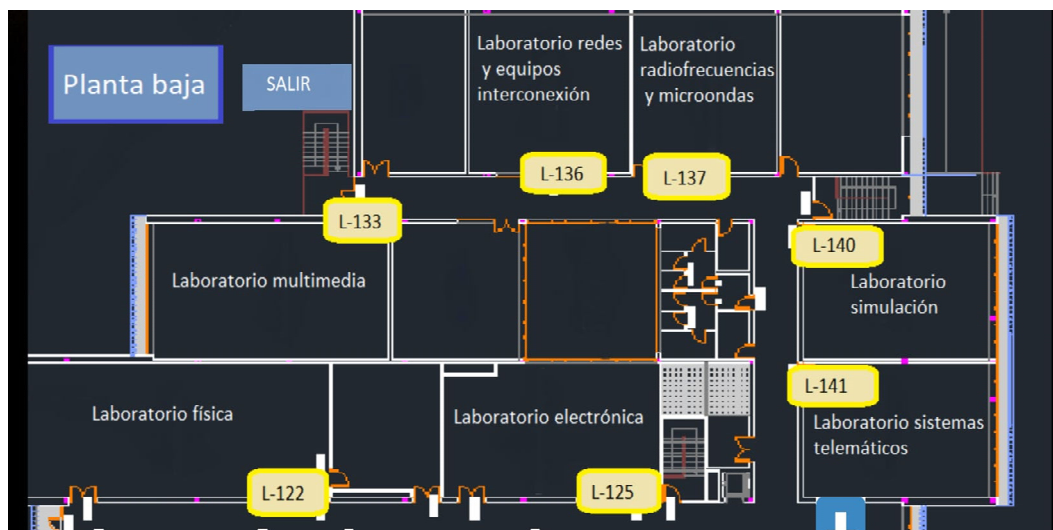


Ilustración 33: Ejemplo laboratorios2

Como alternativa o complemento a los códigos QR, se presenta una barra de búsqueda en la que al introducir el nombre de la dependencia devuelve el edificio y la planta en la que esta se encuentra. La realización de dicho elemento se ha llevado a cabo a través de un bucle que recoge el valor introducido en la barra buscadora. Una vez se tiene este valor se va comparando con los valores definidos por el creador y según el bucle en el que entre se presentará por ventana la respuesta correspondiente a este. Por esta razón la búsqueda a introducir en el buscador debe ser la adecuada, si no lo es se obtendrá respuesta errónea. Se añade el nombre asignado a cada dependencia para hacer una correcta búsqueda en el ANEXO II: MANUAL DE USUARIO DE LA APP. En caso de que la búsqueda sea errónea aparecerá un icono de ayuda que lleva a una tabla indicativa de como introducir las distintas dependencias según el edificio.

De la misma manera, todas las opciones expuestas pueden ser accedidas a través de un menú en el que se indica las opciones y como utilizar cada una de ellas, dando el mismo resultado la utilización de este menú como la directa actuación a los iconos explicados anteriormente y al que se accede de la siguiente manera.

5.4 Discusiones y líneas futuras.

5.4.1 Estudio de alternativas y viabilidad

En esta sección se pretenden presentar las diferentes alternativas desde un punto de vista teórico y tecnológico sobre las que desarrollar la aplicación planteada. Como conclusión se exponen las razones por las que se ha adoptado la solución elegida.

5.4.2 Zonas exteriores

A la hora de desarrollar las zonas exteriores tras la investigación de las diferentes maneras de poderse realizar se han barajado varias posibles soluciones expuestas a continuación indicando qué tan viables serían.

- 1- Reconocimiento de edificios: Existe la posibilidad de que la cámara del dispositivo móvil cámara reconozca directamente el edificio y se superpongan sobre este los elementos virtuales que se quieren. A priori, sería la forma de implementación más conveniente y sencilla ya que ahorraría todos los errores que la geolocalización y brújula pueden producir, sería un método bastante más efectivo y no se necesitaría programación para llevarlo a cabo. Por otro lado, la opción no es viable respecto al ámbito económico ya que para que el edificio quede grabado de forma que se pueda reconocer como marcador se debe disponer de una cámara preparada para ello o de librerías de pago que presenta Vuforia.
- 2- Fijación de los elementos a superponer: Los elementos virtuales pueden ser fijados en una posición concreta de forma que al acercarnos a ellos aparecerían. Esta opción hace uso de la geolocalización y de la brújula por lo que hasta aquí sería completamente viable. Por el contrario, no existiendo mucha documentación sobre cómo asignar a los elementos posiciones concretas, con la información recopilada se llega a la conclusión de que para ello es necesario disponer de una librería de Vuforia, denominada “GPS+AR”, librería de pago que convierte esta opción en inviable.

La solución que se ha adoptado y desarrollado, anteriormente explicada en el punto: 5.3 Fase 1: Zonas exteriores de este documento, es muy similar a la solución 2, salvo que los elementos no se encuentran fijados en una localización exacta. Se establece dicha solución ya que el funcionamiento que proporciona nos sirve para la implementación de la aplicación y no requiere coste alguno.

5.4.3 Zonas interiores

Respecto a las zonas interiores, desde el principio se ha tenido en mente la solución adoptada debido a la poca variedad de posibles soluciones existentes. Aun así, se exponen algunas otras soluciones estudiadas para la posible implementación.

- 1- Geolocalización: Se pensó en la posibilidad de la utilización de geolocalización, de manera que al pasar por los pasillos vayan apareciendo los elementos virtuales indicando qué dependencia es la que capta la cámara. Tras la realización de las zonas exteriores que aun presentando distancias considerables entre los distintos edificios las variaciones de coordenadas eran mínimas y que además en el interior de edificios no se tiene cobertura de los sistemas de posicionamiento por satélite, razón principal que descarta totalmente el uso de dicha tecnología en interiores, se llega a la conclusión de que no es nada viable, aunque se tuviese cobertura de los sistemas de posicionamiento, las dependencias presentan muy poca distancia entre ellas y se haría imposible la diferenciación de coordenadas para asignar a estas. Si además se tiene en cuenta que habría que añadir la altura a la que se encuentra el usuario debido a las distintas plantas de los edificios, se sumaría una alta posibilidad de obtención de errores.
- 2- Uso de códigos QR por dependencia: Otra opción tenida en mente fue la asignación de un código QR a cada una de las dependencias de forma que al escanearlo generara información sobre qué dependencia era. Viendo que en la puerta de cada dependencia existe un cartel que indica qué clase, laboratorio, despacho o servicio es, se ve totalmente innecesario e inviable dicha opción, ya que no aportaría ninguna información adicional y el usuario recorrería los pasillos de igual manera que sin aplicación.

Finalmente se adopta la opción de un código QR funcionando como Imagen Target por edificio, que muestra los planos de este y sitúa a las dependencias en ellos. Se establece esta solución ya que se entiende que aporta más facilidades al usuario, de esta manera el usuario solo tiene que tomar unos segundos en buscar el piso en el que se encuentra su dependencia y tomar el camino que lleva a ella. Cabe destacar que al utilizar códigos QR existe la posibilidad de que estos códigos se encuentren en la página online de la universidad, de forma que el estudiantado pueda investigar desde su casa los edificios para ir con la idea de dónde se encuentra el lugar al que se dirige.

5.4.4 Líneas futuras

En este apartado se proponen una serie de mejoras futuras con el fin de obtener un mayor rendimiento de la aplicación mejorando la experiencia de las personas que transitan el lugar.

- 1- Teniendo en cuenta que no todo usuario presenta un dispositivo con sistema operativo Android, para que todos ellos puedan tener acceso a la app y hacer uso de esta habría que realizar una extensión de la aplicación a todos los sistemas operativos existentes.

- 2- Utilización de herramientas de Machine Learning para hacer posible el reconocimiento de edificios en las zonas exteriores, modelo con menos probabilidad de error que el utilizado además de ser más óptimo y proporcionar mejores sensaciones al usuario.
- 3- Utilización de sensores en las zonas interiores, si cada puerta de la dependencia presenta un sensor que interactúa con el teléfono móvil, existiría la posibilidad de ir andando por los pasillos y que directamente salgan elementos indicando que dependencia es. Esta opción sería más vistosa y llamativa, aunque a nivel de ahorro de tiempo haría recorrer los pasillos hasta encontrar la dependencia, sería recomendable que fuese acompañada por el buscador que indique directamente el edificio y planta al que ir, y una vez presente en el lugar tener en cuenta la comunicación con los sensores.
- 4- Cambio de idioma directo, sin necesidad de la existencia de dos caminos, simplemente detección de idioma del dispositivo en el que se está utilizando y mostrar la aplicación en ese idioma. Además, convendría añadir más idiomas ya que el número de estudiantado extranjero que transita la universidad es alto.
- 5- De forma que la aplicación sea lo más inclusiva posible y se adapte a todo tipo de público, la introducción de audio guía sería una opción en el punto de mira para personas con discapacidades visuales.
- 6- Cargar fichero Excel o CSV que actúe como base de datos para la utilización de la barra buscadora.

6. CONCLUSIONES

Como conclusión final se indica que el proyecto se ha realizado en todo momento sumergiéndose en el usuario que va a utilizar la aplicación, teniendo en consideración su nulo conocimiento de la distribución de la Escuela Politécnica Superior de Linares, tomando las soluciones que aportan una visión más clara del entorno e intentando que recorrer el campus sea mucho más sencillo con el uso de la aplicación para ellos.

Tras la realización de pruebas se puede afirmar que la aplicación cumple con su labor, facilitando al usuario su movimiento dentro del entorno y cumpliendo el objetivo principal del proyecto. Cabe mencionar que todos los requisitos adicionales impuestos se cumplen, la aplicación se encuentra disponible tanto en idioma castellano como en inglés y el sistema operativo para el que queda desarrollada es el sistema Android.

ANEXO I: INSTALACIÓN DE UNITY Y USO DE VUFORIA

Los principales pasos a seguir para la instalación de Unity son:

- 1- Descargar e instalar Unity Hub.
- 2- Crear una cuenta en Unity.
- 3- Instala tu editor desde Unity Hub.

En primer lugar, dirigirse a la página oficial de Unity, dónde se encuentra la opción descargar Unity Hub.



Ilustración 34: Descargar Unity Hub

Cuando la descarga e instalación se completan se abre la aplicación automáticamente, si no ocurre esto se puede abrir desde el buscador o acceso directo.

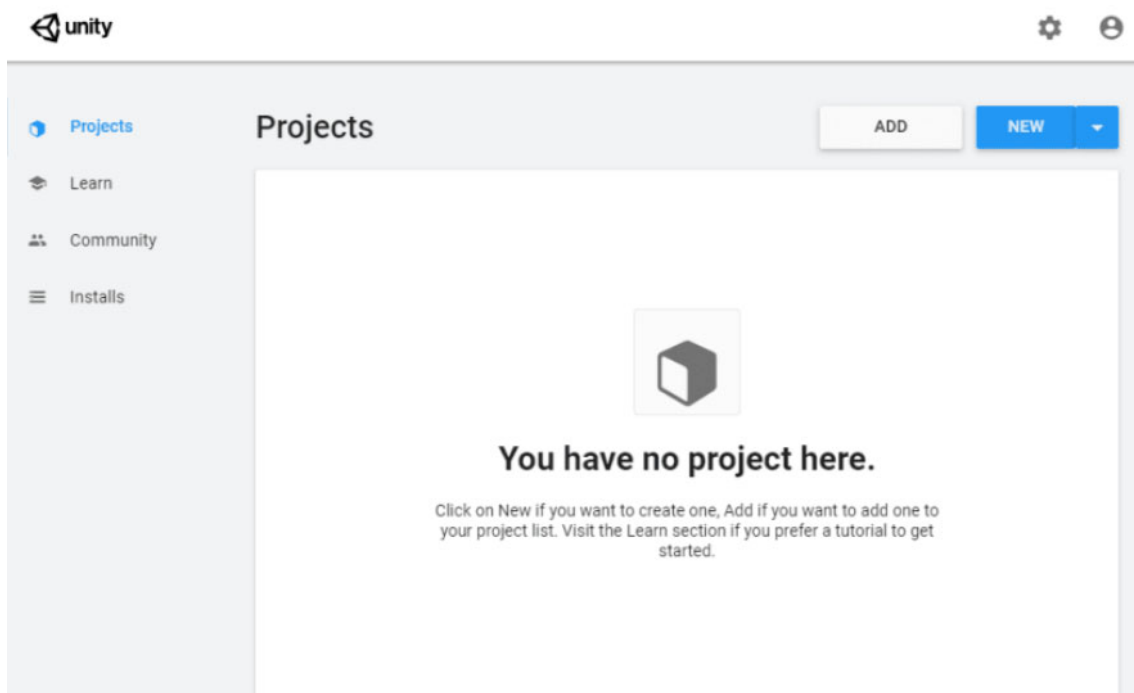


Ilustración 35: Interfaz Unity Hub

Haciendo click sobre el icono superior de la Ilustración 30, aparece la opción de iniciar sesión o de registrarse si no dispone de cuenta seleccionando “Create a Unit ID”.

Habrà que autenticar mediante un link de confirmación enviado al correo electrónico proporcionado, una vez hecho esto en el icono de ajustes se procederà a la activación de la cuenta personal.

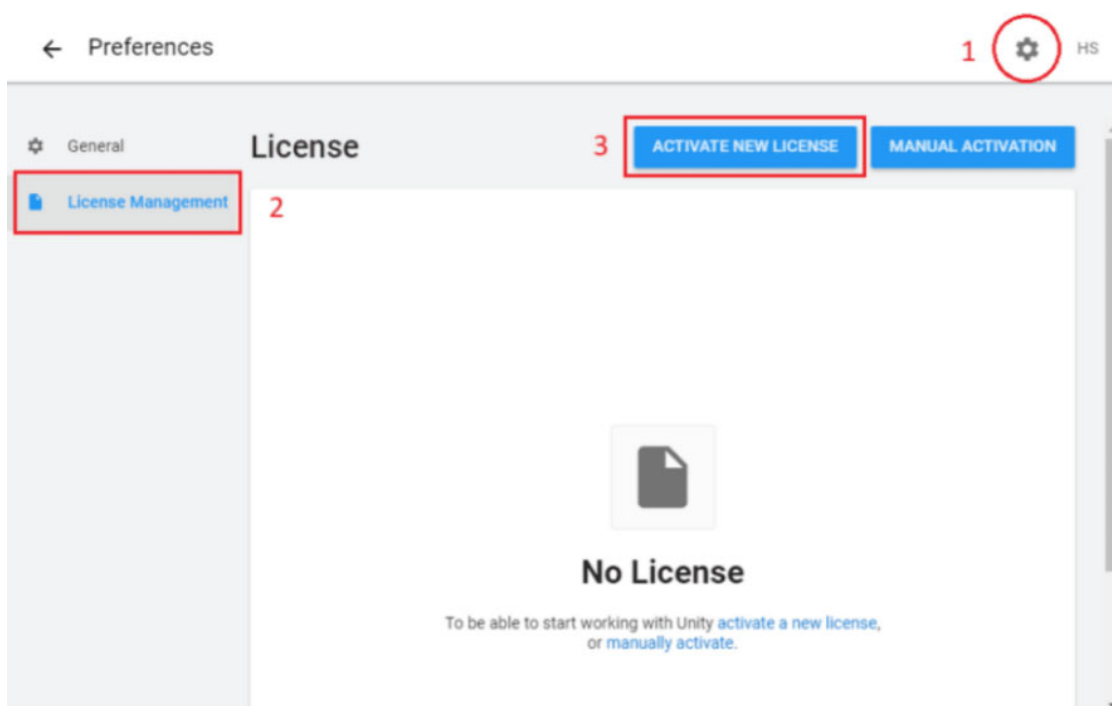


Ilustración 36: Activación de licencia Unity

Una vez activada la licencia, regresar a la pantalla principal y dirigirse al apartado “Installs” en el cual se procede a la instalación de un editor de Unity. Haciendo click en “ADD” se abre una pantalla que da a elegir distintas versiones de este editor.

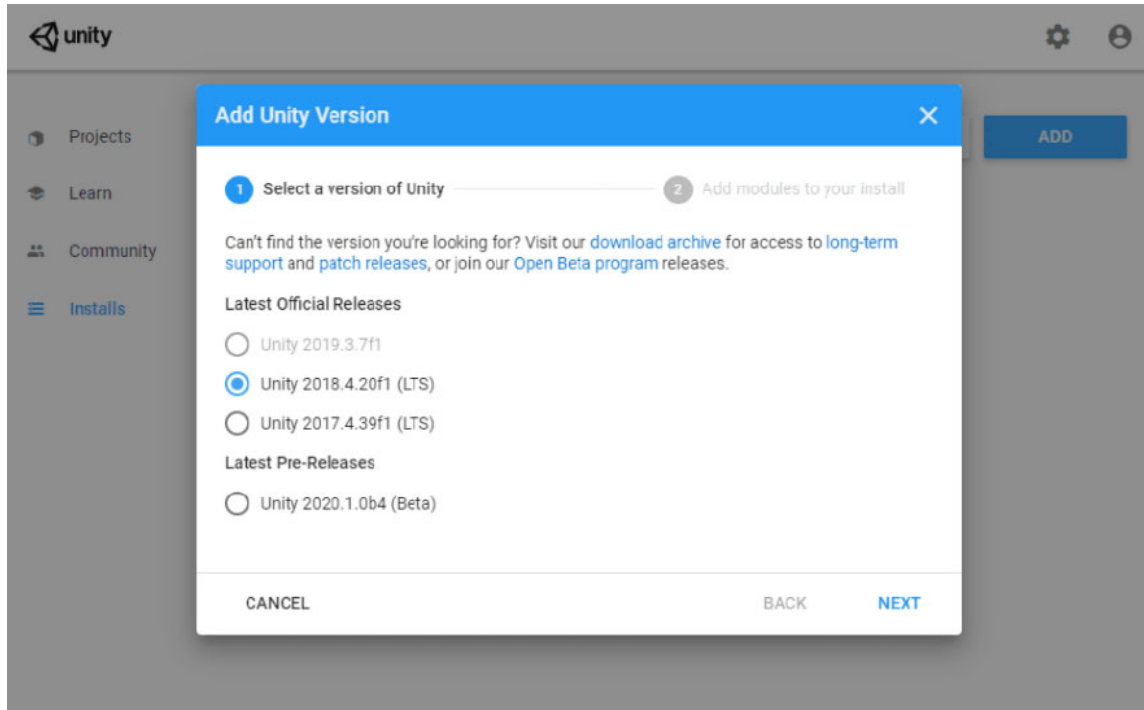


Ilustración 37: Instalación editor Unity

Seleccionado el editor elegido para la instalación y clicado continuar aparece un listado de los módulos posibles a instalar, es obligatorio que Microsoft Visual Studio quede seleccionado ya que es necesario para la implementación de Scripts en Unity. De las demás opciones se seleccionarán aquellas plataformas utilizadas como exportación de los proyectos.

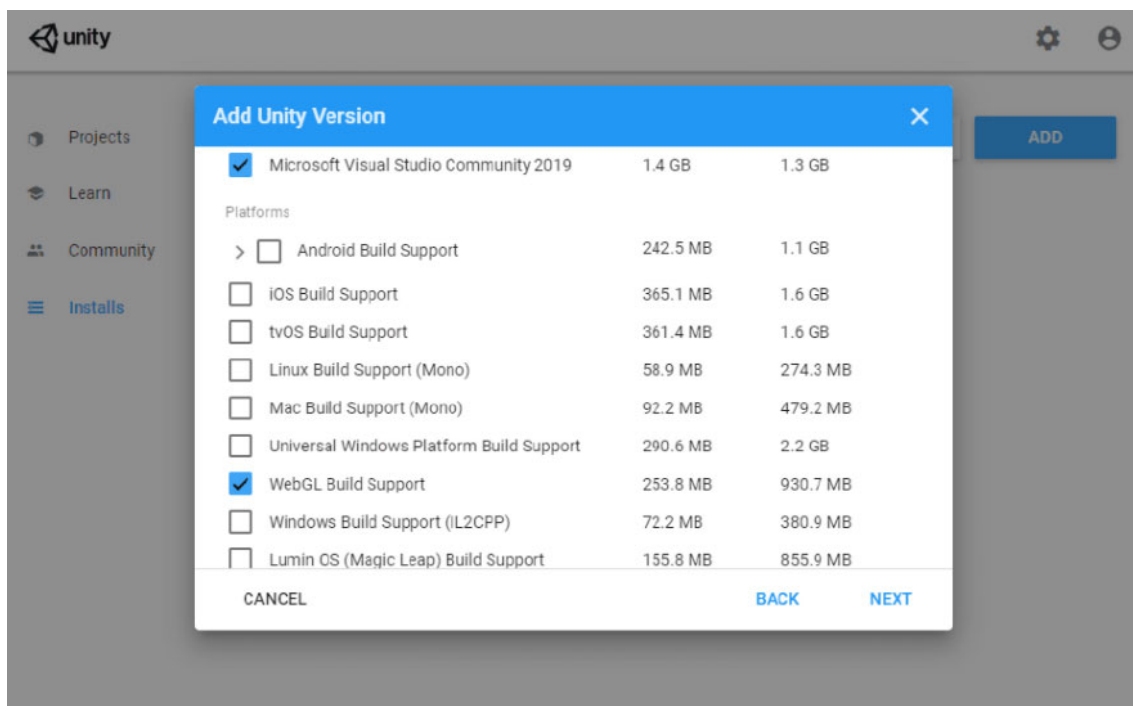


Ilustración 38: Módulos posibles a instalar Unity

Una vez seleccionados, continuar y enseguida comenzará la instalación del editor. Conforme la instalación termine estará listo para comenzar a trabajar con él.

Para la utilización de la plataforma Vuforia, el primer paso es crear una cuenta de desarrollador en su página oficial.

Una vez registrado y dentro de esta se procede a la creación de una “License Manager” necesaria para introducirla en la cámara de Realidad Aumentada de Unity para que los targets sean asociados al proyecto. Para introducir dicha licencia, en Unity seleccionar AR Camera en la ventana de jerarquía y en la ventana del inspector seleccionar “Open Vuforia Engine Configuration”:

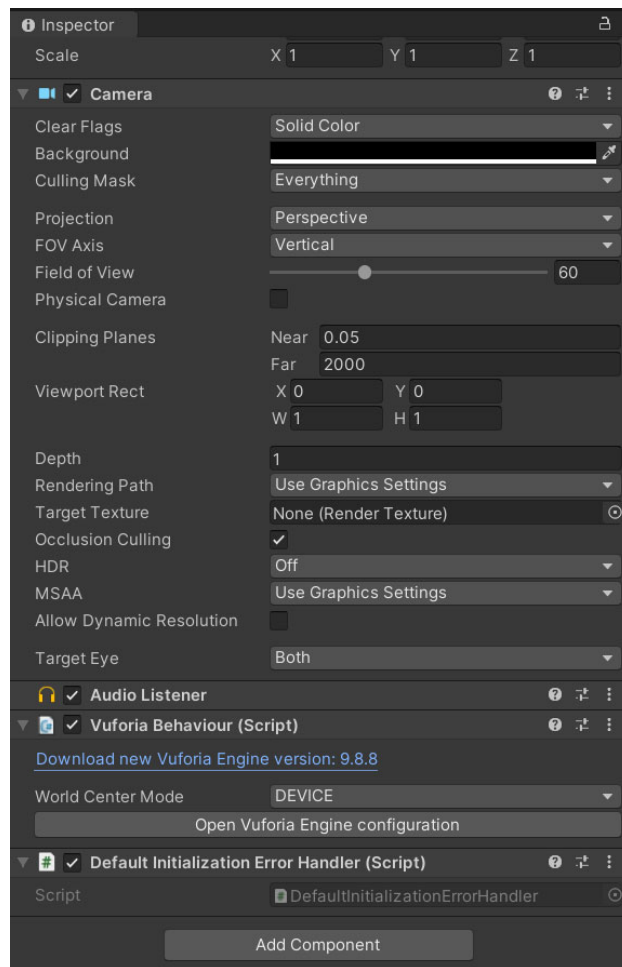


Ilustración 39: Introducir Key Manager en Unity

Automáticamente se abre una nueva ventana en la cuál aparece un espacio definido para la introducción de la clave de Vuforia.

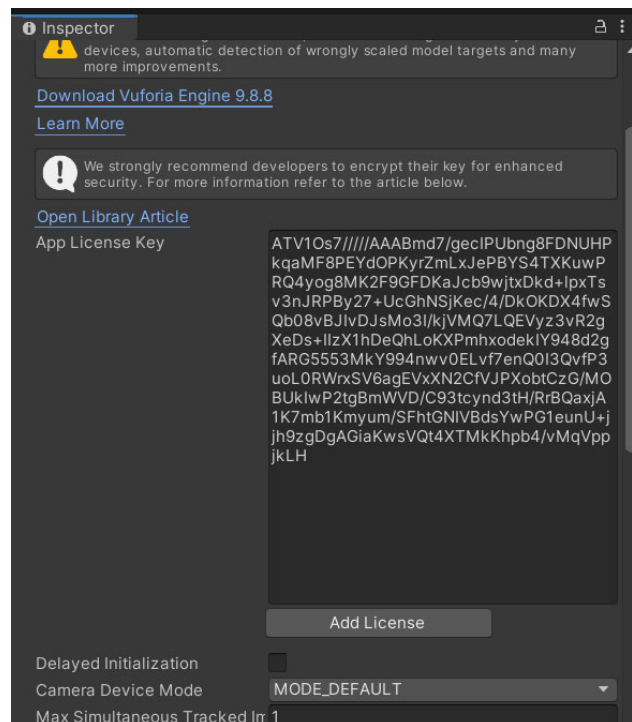


Ilustración 40: Introducir Key Manager en Unity

El siguiente paso es elegir la imagen que va a utilizarse como marcador de forma que al reconocerla el dispositivo se superpongan los elementos elegidos. Para completar este paso se selecciona la pestaña “Target Manager” y crear una nueva base de datos.

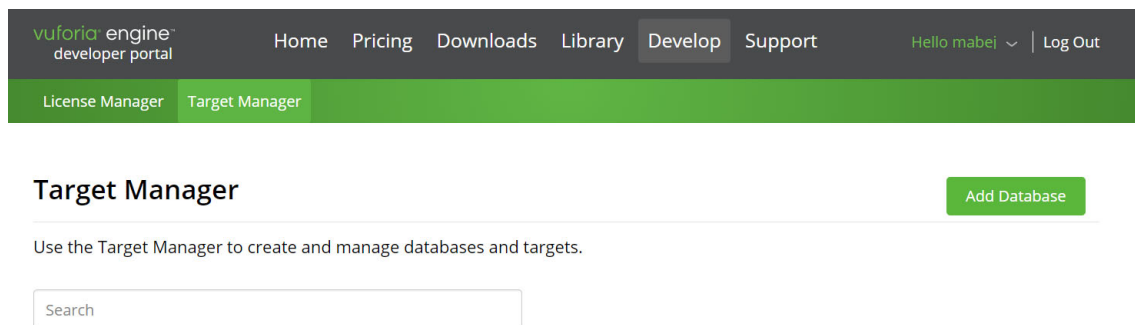


Ilustración 41: Crear Target Manager Vuforia

Una vez la base de datos esté creada, dentro de esta se añadirá un target, donde se abrirá una ventana para especificar el tipo de target, el archivo y las dimensiones de ancho que tiene una imagen.

Add Target

Type:

Single Image Cuboid Cylinder 3D Object

File:

Choose File Browse...

.jpg or .png (max file size 2mb).

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the APL.

Cancel Add

Ilustración 42: Añadir Target

Una vez añadida, se podrán visualizar todos los targets almacenados, así como la calidad de reconocimiento que presenta cada uno de ellos según el número de estrellas que presente.

Targets (1)				
Add Target			Download Database (All)	
☐ Target Name	Type	Rating ⓘ	Status ▾	Date Modified
☐  LaboratoriosB	Single Image	★★★★★	Active	Aug 06, 2021 10:07

Ilustración 43: Targets almacenados Vuforia y calidad de reconocimiento

Para que los distintos targets sean integrados en el proyecto de Unity, se descargará la base de datos a través de esta opción que puede observarse en la Ilustración 33, una vez descargada solo con abrirlo se importa automáticamente a Unity. No olvidar la importación del SDK de Vuforia en Unity para el correcto funcionamiento.

ANEXO II: MANUAL DE USUARIO DE LA APP

Este manual le permitirá aprender a utilizar correctamente todas las funcionalidades de la aplicación.

El primer paso es la instalación de la aplicación, el paquete que la contiene es un archivo “.apk”, Este archivo debería encontrarse en la página web de la universidad de forma que esté disponible a todo público. Una vez el archivo se descarga, se mostrará lo siguiente:

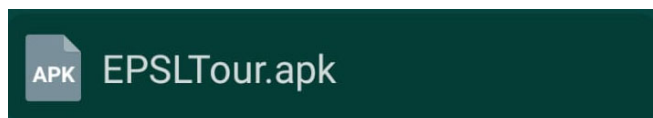


Ilustración 44: Descarga app

Haciendo clic sobre el apk, se procede a la instalación de la aplicación pulsando donde pone instalar:

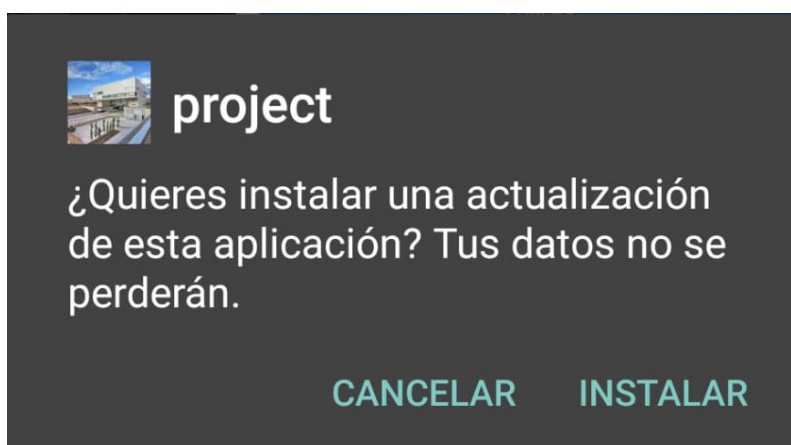


Ilustración 45: Instalación de la app

Una vez instalada se procede a abrir la misma:

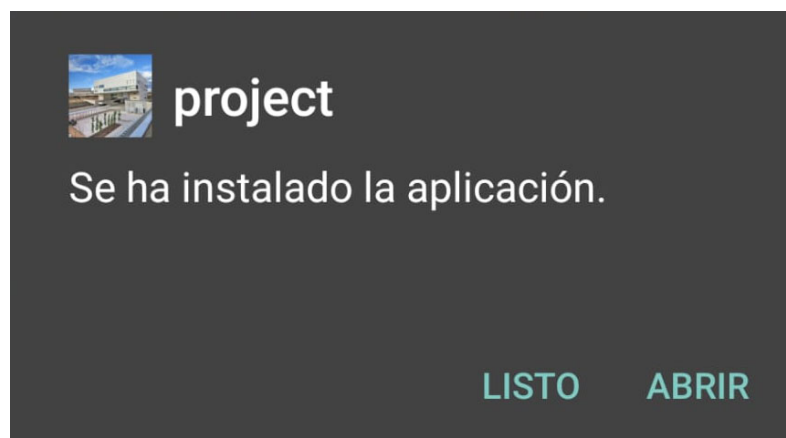


Ilustración 46: Abrir la aplicación.

Cuando se pulsa el botón abrir, aparece la pantalla principal de la aplicación:

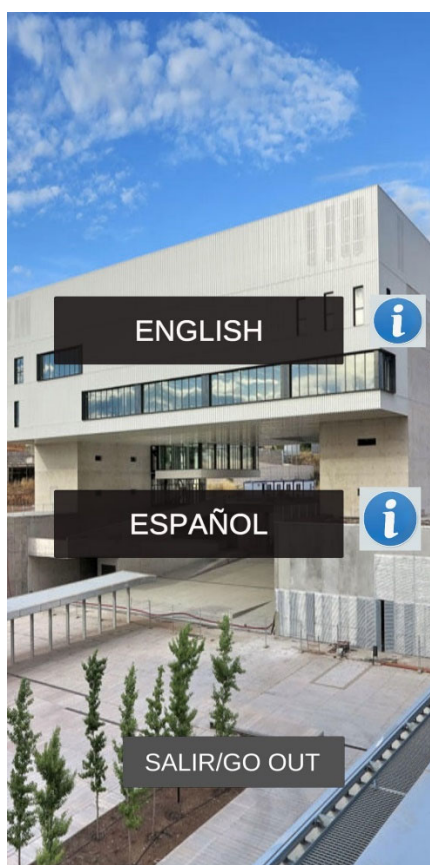


Ilustración 47: Pantalla principal app

Desde la pantalla principal se procede a la elección del idioma, cuándo se elige uno de estos la aplicación se ejecutará en el idioma seleccionado y todo aparecerá en dicho idioma.

Además de la elección de idioma, queda presente un botón para cerrar la app situado abajo en el centro con el nombre de “SALIR/GO OUT”, cuando dicho botón se selecciona la app se cierra volviendo al menú de su dispositivo móvil.



Ilustración 48: Cerrar aplicación

Se pueden visualizar otros dos botones de información, uno respectivo a cada uno de los idiomas situados a la derecha de estos:



Ilustración 49: Botón de información

Cuando el botón de información es pulsado se abre una explicación del funcionamiento de la app en el idioma correspondiente, en esta se incluye tanto el objetivo de la app como las funciones que incluye y cómo utilizarla. Si se pulsa el respectivo al español, se visualizará dicha información:

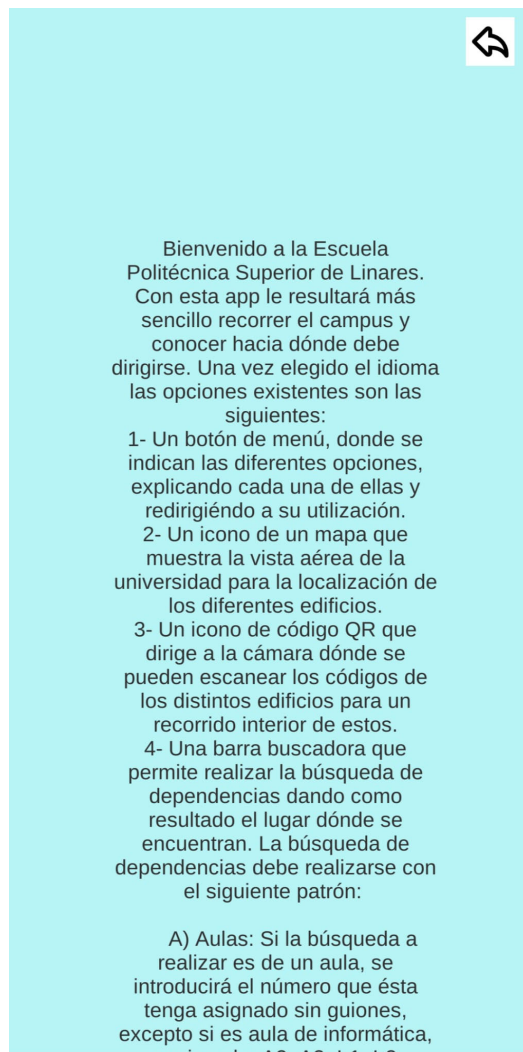


Ilustración 50: Información app

Este texto es desplazable y el usuario tiene que arrastrarlo hacia arriba para seguir con la lectura del mismo.

Para volver al menú principal basta con pinchar la flecha de retroceso situada en la esquina superior izquierda. Volviendo al menú principal y seleccionando el idioma deseado, se abre la ventana de exteriores, en esta ventana además de visualizar diferentes iconos, se abre la cámara y una vez abierta se puede proceder a recorrer el campus enfocando los edificios obteniéndose la respuesta de un elemento virtual que indica el nombre del edificio cuando se apunta a este, funcionando de la siguiente forma:

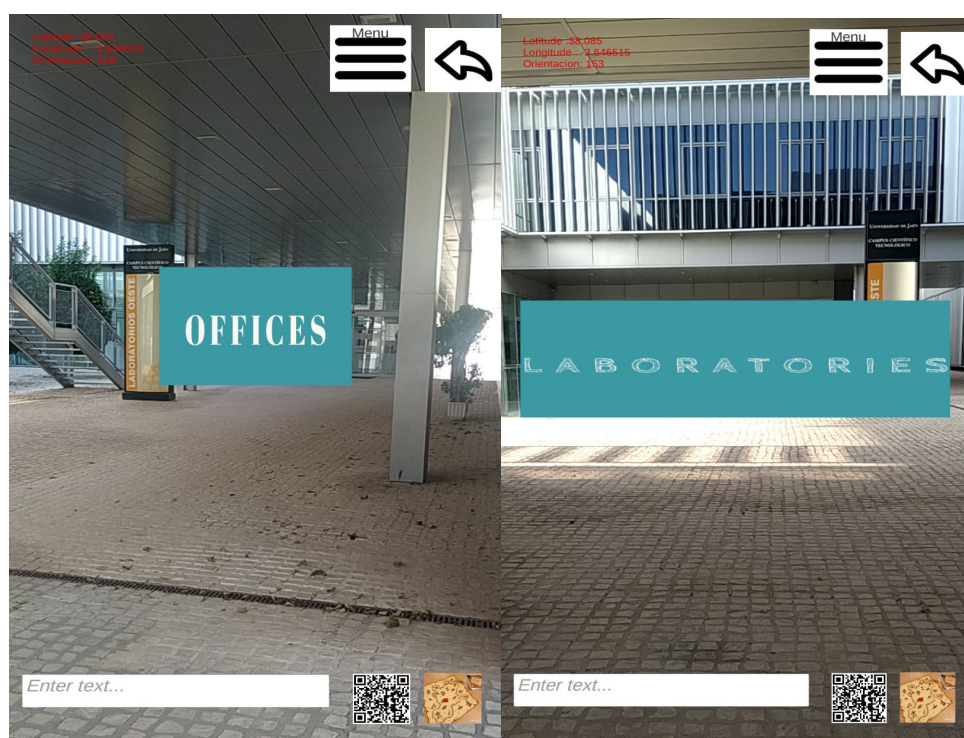
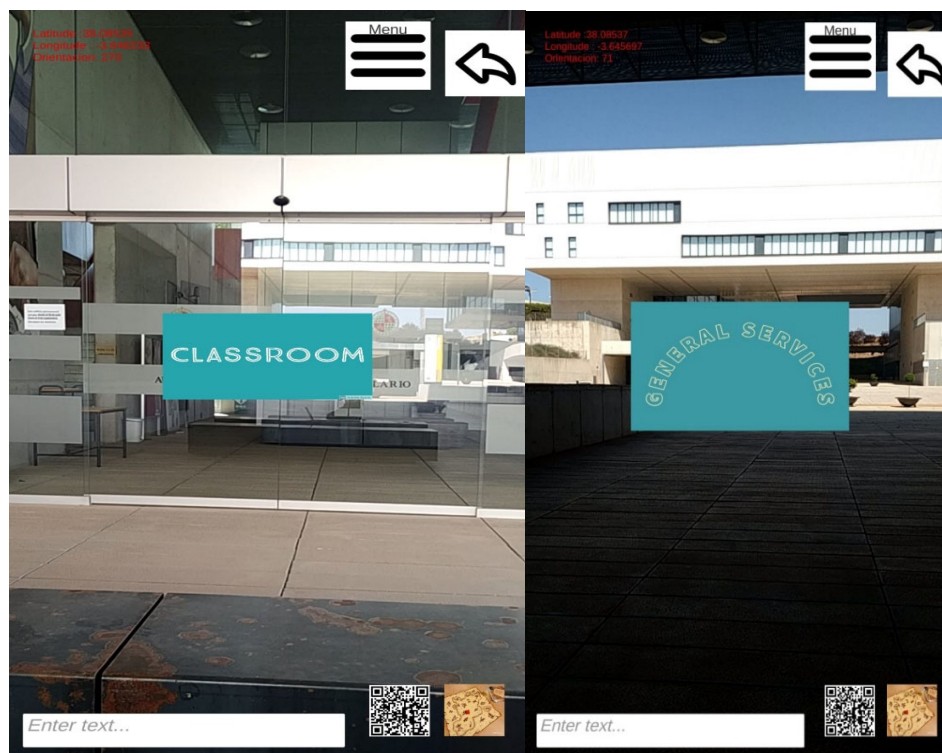


Ilustración 51: Ejemplos zonas exteriores app

Una vez teniendo conocimiento del funcionamiento de dicha pantalla, se procede a indicar el funcionamiento de los distintos iconos que la componen.

En primer lugar, sin salir de las zonas exteriores, existe un icono que presenta una alternativa al erróneo funcionamiento de la aparición de los elementos, se puede acceder a esta alternativa a través del icono del mapa, una vez seleccionado este icono se accede a una vista aérea de la universidad, de forma que el usuario pueda situarse y conocer qué edificio es cada uno de los que compone el campus y así dirigirse al que esté buscando



Ilustración 52: Vista aérea app

Cuando el icono de mapa es seleccionado, se muestra a vista aérea del Campus:



Ilustración 53: Vista aérea campus app

Las siguientes funcionalidades de la app se centran en los interiores del campus, ya que los exteriores quedan totalmente definidos. El siguiente icono que se encuentra en pantalla es el correspondiente a un código QR:



Ilustración 54: Icono QR app

Una vez este icono se selecciona, se redirige a una pantalla que muestra la cámara, desde dicha pantalla se pueden escanear los códigos QR procedentes a cada uno de los edificios para contemplar el interior de estos, dichos códigos deben encontrarse en la puerta de cada uno de cada edificio, siendo accesibles a todos los usuarios.

Poniendo como ejemplo el aulario, en la entrada se encontrará el código correspondiente a este edificio:



Ilustración 55: Código aulario

Encontrándose en la pantalla de escaneo y escaneando dicho código, la respuesta de la aplicación será la siguiente, según el edificio aparecerá el nombre de este, indicando el edificio al que se va a proceder a entrar:



Ilustración 56: Paso a interiores app

Una vez aparece esa ventana hay que pulsar sobre el nombre del edificio para entrar en él, cuando se pulsa la respuesta que se obtiene es la planta baja de dicho edificio, en el caso del aulario es la siguiente:

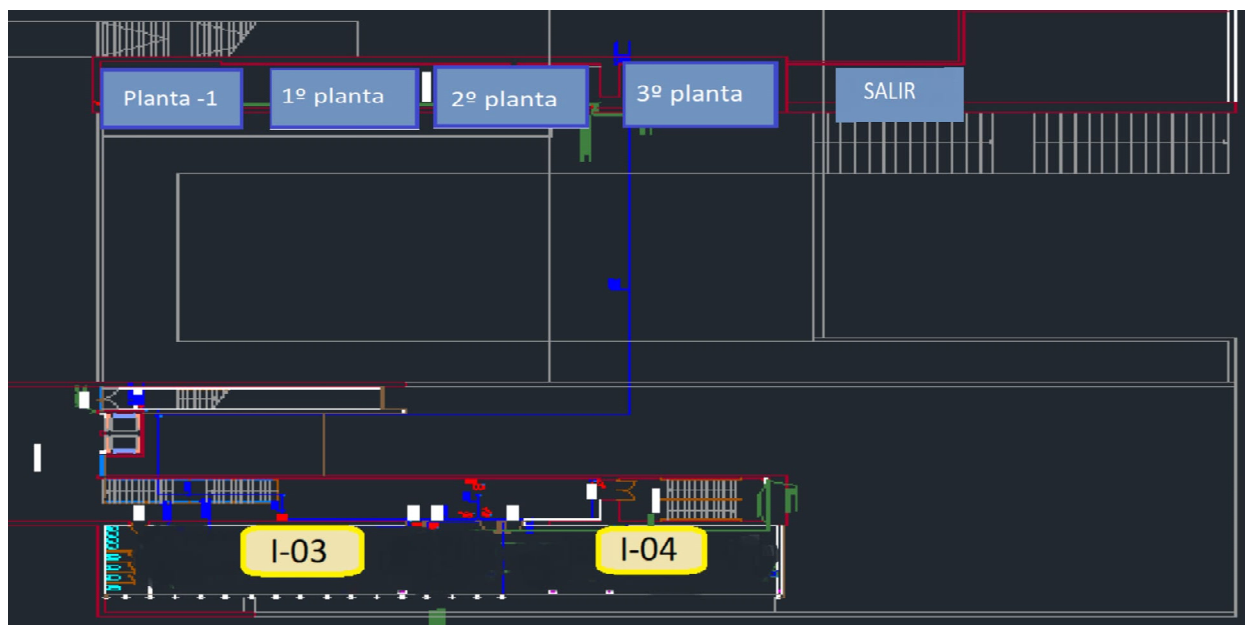


Ilustración 57: Planta baja aulario app

Como se puede visualizar presenta botones para dirigirse a todas las plantas que presenta el edificio, así como un botón de salida que abandonará el edificio y volverá a la pantalla de exteriores para elegir la función deseada.

Pulsando cualquiera de los botones correspondientes a cada una de las plantas, será mostrada esa planta del edificio (en este caso del aulario). En cada planta de este aparecerán tantos botones como plantas tiene el edificio sin tenerse en cuenta la planta en la que se sitúa en ese momento.

En este caso, si se realiza un clic sobre el botón “2º planta”, nos llevará a la segunda planta del aulario, visualizándose como se puede ver a continuación:

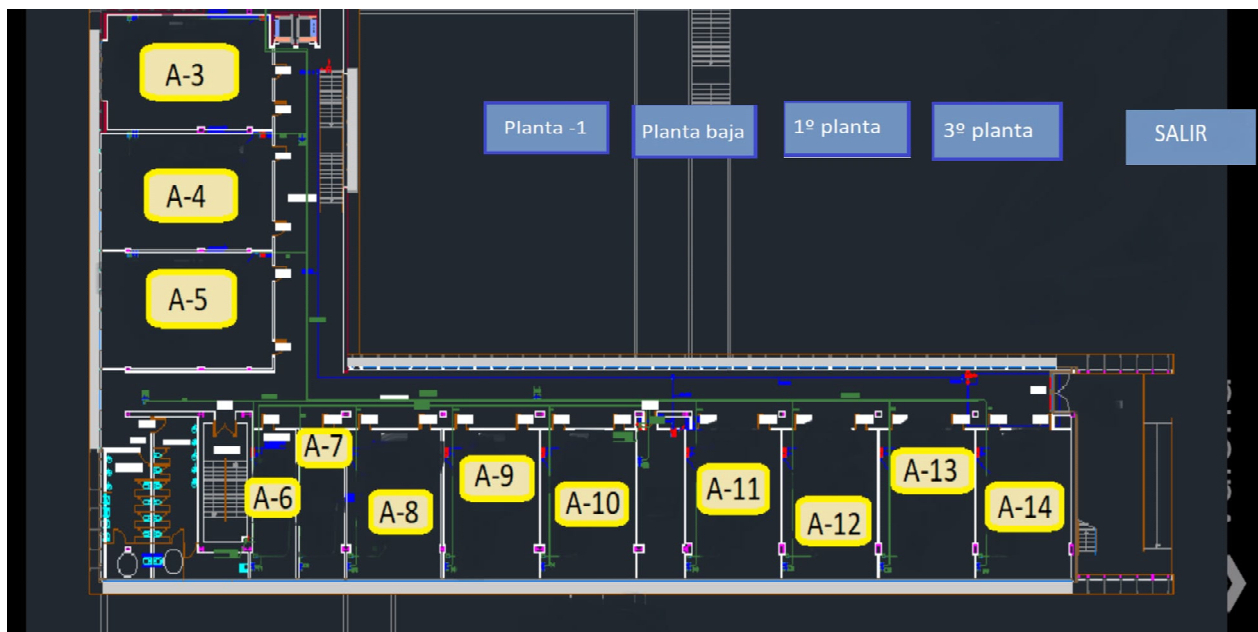


Ilustración 58: 2º planta aulario app

Una vez comentada dicha funcionalidad, se expone otra funcionalidad como alternativa o complemento a esta, en la pantalla de exteriores puede encontrarse una barra de búsqueda:



Ilustración 59: Barra de búsqueda app

La existencia de dicha barra de búsqueda se debe a que la app ofrece la opción de introducir el nombre de una dependencia, dando como resultado en el espacio blanco inferior el edificio y planta donde se encuentra la dependencia, de esta forma el navegante directamente puede irse a dicha planta o buscar los planos de esa planta para ver la disposición de esta y encontrar de forma más sencilla la dependencia.

Para obtener un correcto funcionamiento de esta función es necesario buscar las dependencias con los nombres fijados a estos. Los nombres a introducir para que la búsqueda tenga un resultado acertado quedan definidos siguiendo el siguiente patrón:

- 1- Aulas: Si la búsqueda a realizar es de un aula, se introducirá el número que ésta tenga asignado sin guiones, excepto si es aula de informática, por ejemplo: A2, A3, I-1, I-2...
- 2- Laboratorios: Si la búsqueda a realizar es de un laboratorio, se introducirá el número de este acompañado de la L respectiva a laboratorios y siempre con guion, por ejemplo: L-136, L-133....
- 3- Despachos: Si la búsqueda a realizar es de un despacho, se introducirá el número de este acompañado de la D respectiva a despachos y siempre con guion, por ejemplo: D-016, D018....
- 4- Otras dependencias: Si la búsqueda a realizar es de alguna otra dependencia, se introducirá el nombre de esta en el idioma correspondiente según el seleccionado en la pantalla principal.

En la tabla siguiente se exponen las dependencias disponibles a buscar acompañadas del texto a introducir tanto en inglés como en español para que la búsqueda sea satisfactoria:

DEPENDENCIA	ESPAÑOL	INGLÉS	ACLARACIÓN
Consejería del aulario	“A-conserjeria”	“A-concierge’s office”	
Conserjería de laboratorios	“L-conserjeria”	“L-concierge’s office”	
Conserjería de despachos	“D-conserjeria”	“D-concierge’s office”	
Conserjería	“conserjeria”	“concierge’s office”	Conserjería general situada en el edificio de servicios generales

Cafetería	“cafeteria”	“cafeteria”	
Secretaría	“secretaria”	“secretary’s office”	
Salón de grados	“salon de grados”	“grade meeting room”	
Salón de actos	“salon de actos”	“events hall”	
Taquillas	“taquillas”	“lockers”	
Sala de estudio	“sala de estudio”	“study room”	Sala de estudio general
Salas de estudio	“salas de estudio”	“study rooms”	Salas de estudio pequeñas, también salas de trabajo
Biblioteca	“biblioteca”	“library”	
Relaciones internacionales	“relaciones internacionales”	“international relations”	

Tabla 5: Buscador de dependencias app

A continuación, se muestra el funcionamiento de esta función, como ejemplo se buscan varias dependencias en la barra buscadora:

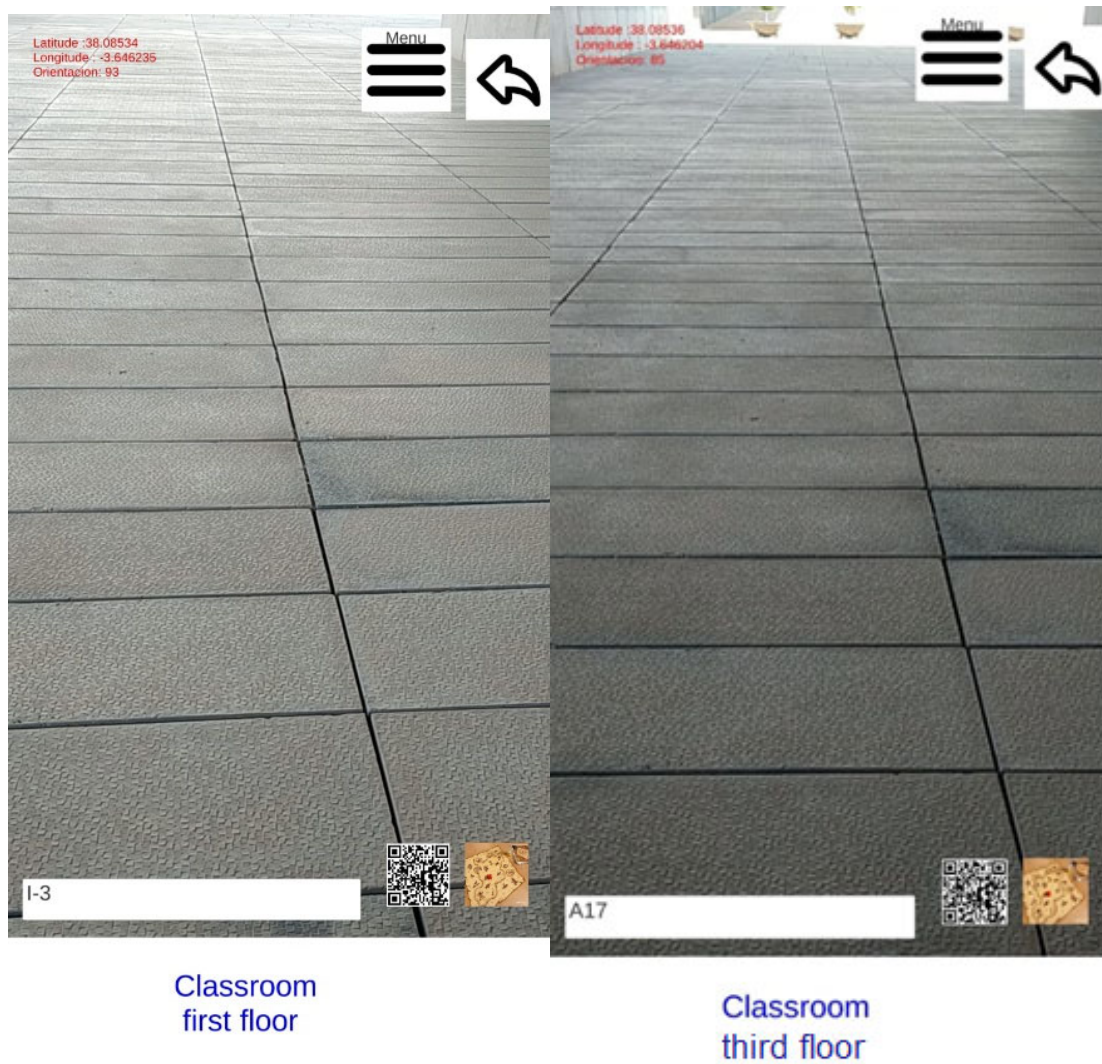


Ilustración 60: Demostración buscador

Cuando la dependencia introducida es errónea, la respuesta será la siguiente

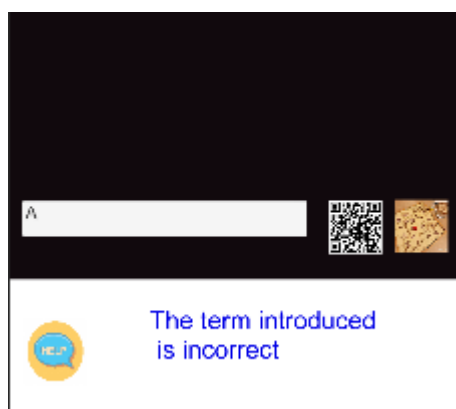


Ilustración 61: Término erróneo

Como se puede visualizar aparece un icono de ayuda, cuando se pulsa sobre este aparece una tabla en la que se indica la forma correcta de introducir las dependencias.

DEPENDENCE	TERMS
CLASSROOM	AXX I-XX
LABORATORIES	L-XXX
OFFICES	D-XXX
OTHERS DEPENDENCIES	DEPENDENCE'S NAME

GO OUT

The term introduced
is incorrect

Ilustración 62: Tabla indicativa

Para salir de dicha pantalla solo habría que presionar el botón de salida.

Finalmente, el último icono que se encuentra en la pantalla es el de menú:

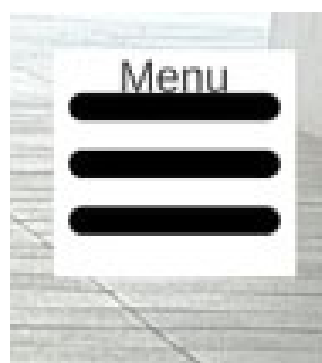


Ilustración 63: Menu app

Cuando el menú es seleccionado, se muestran todas las opciones existentes como se mencionó anteriormente, el menú es otra forma de acceder a las distintas funciones de la app, en este se presenta cada una de ellas con un texto explicativo de cómo funcionan.



Ilustración 64: Menú app

ANEXO III: MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA APLICACIÓN

Para la realización de cambios de la app, el principal conocimiento a tener es la distribución de esta, de forma que si se quiere tocar algún punto de ella se conozca dónde se encuentra dicho punto a modificar y evitar tocar aquellos que no requieren modificación alguna. Para ello se expone un esquema de la distribución interna que sigue la app.

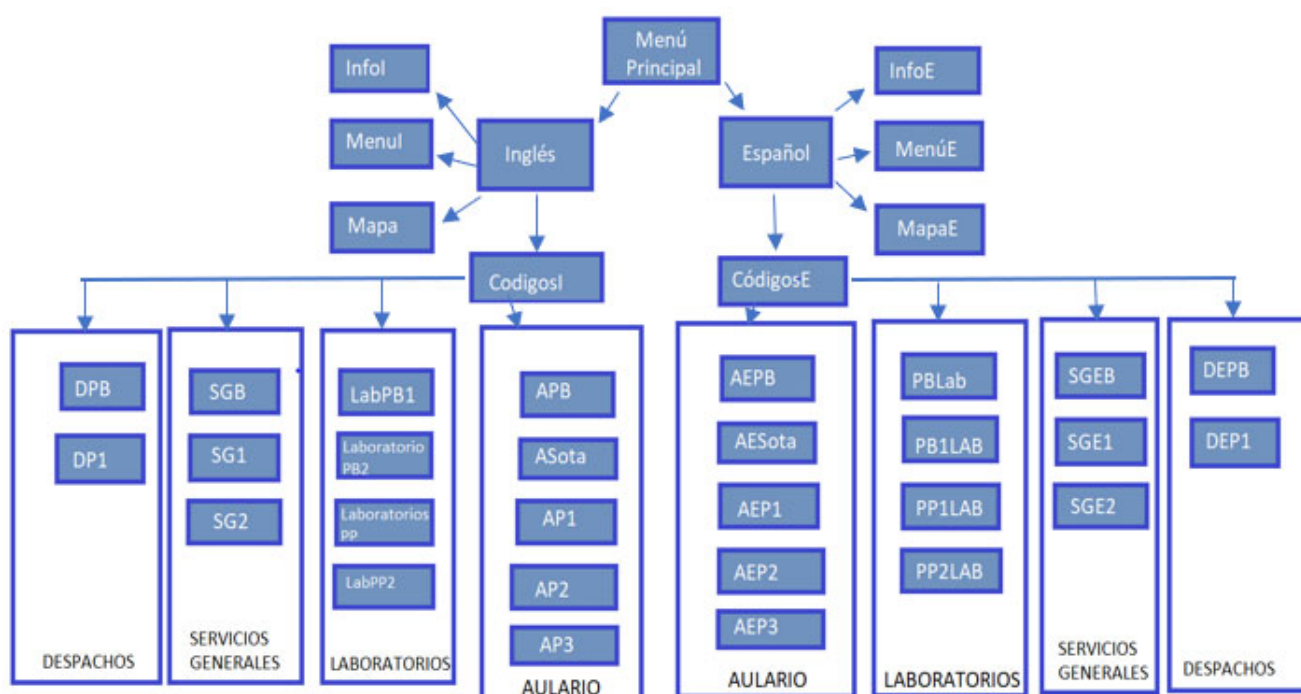


Ilustración 65: Distribución interna app

Como se visualiza la app se compone de distintas escenas con los nombres indicados en el esquema, todas ellas parten del menú principal y tras ello se divide por idiomas en inglés y español, repitiendo la información para cada uno de estos.

En la escena del idioma, se implementa el exterior, es decir, se encuentran los objetos virtuales a superponer a los edificios acompañados de los scripts que indican su comportamiento a través de la geolocalización y brújula. Una vez en la escena del idioma,

se encuentra en la ventana de jerarquía todos los elementos que la componen. En el caso de “Español” son los siguientes:

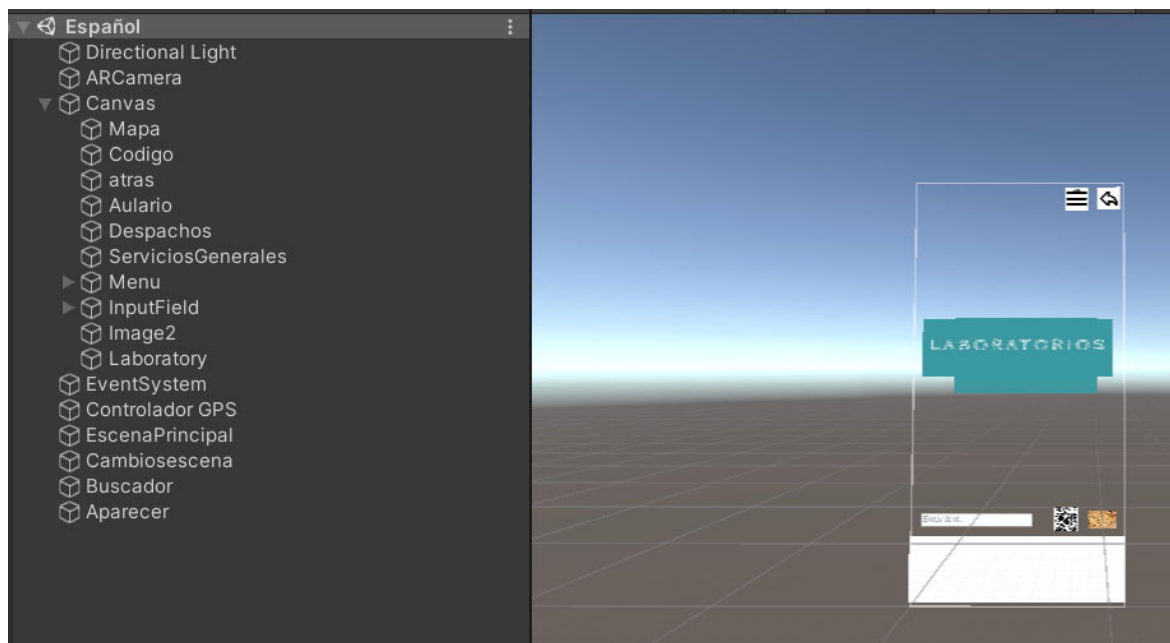


Ilustración 66: Escena español mantenimiento app

Como se visualiza, cada elemento recibe un nombre totalmente intuitivo de lo que representa, dentro de “canvas” se pueden ver los elementos superpuestos, a estos se le introducen “GameObjects” que definen su comportamiento ya que contienen el script, por ejemplo “InputField” corresponde con la barra conectora y a esta se le asociará el GameObject “Buscador”. A los carteles emergentes de cada edificio se le asociará “Aparecer” ya que este incluye el script que define su comportamiento.

Dicho esto, para realizar cualquier modificación, bastaría con dirigirse al elemento y ver qué tiene asociado, se indicará el script de funcionamiento de este, en el cual se llevarán a cabo todas las modificaciones necesarias.

Dentro de cada uno de los idiomas se encuentran distintas escenas:

- 1- MenuI/MenuE: En dicha escena se contempla el menú de la app donde se dan a elegir las distintas funcionalidades de las mismas, compuesta por distintos botones que te redirigen a las escenas donde se encuentra la funcionalidad elegida.
- 2- Mapa/MapaE: En esta escena se expone la visión aérea de la universidad, simplemente está compuesta por la imagen que se activa al pulsar el icono respectiva a esta.
- 3- CodigosI/CodigosE: Es la parte más compleja del proyecto, dentro de estas se puede separar en los edificios existentes, la escena en sí redirige a la pantalla indicativa de edificio y esta a los planos, cada plano corresponde con una escena que contiene la imagen de cada una de las plantas y botones que van redirigiendo a las demás plantas según la escena en las que se encuentren.

Queda definido en el esquema el nombre de cada una de las escenas, de forma que si se quiere cambiar algo de estas bastaría con dirigirse a esa escena y modificar sus componentes. Para una mayor aclaración de los interiores se expone una tabla asociativa entre el nombre de la escena y el espacio real del que se ocupa, de forma que si se quiere modificar por ejemplo el laboratorio planta 1, se conozca que escena se encarga de este.

ESCENA	ESPACIO REAL
DPB	Despachos planta baja inglés
DP1	Despachos planta primera inglés
DEPB	Despachos planta baja español
DEP1	Despachos planta primera español
SGB	Servicios generales planta baja inglés
SG1	Servicios generales planta primera inglés
SG2	Servicios generales planta segunda inglés
SGEB	Servicios generales planta baja español
SGE1	Servicios generales planta primera español
SGE2	Servicios generales planta segunda español
LabPB1	Laboratorios planta baja parte 1 inglés
LaboratorioPB2	Laboratorios planta baja parte 2 inglés
LaboratoriosPP	Laboratorios planta primera parte 1 inglés
LabPP2	Laboratorios planta primera parte 2 inglés
PBLab	Laboratorios planta baja parte 1 español

PB1LAB	Laboratorios planta baja parte 2 español
PP1LAB	Laboratorios planta primera parte 1 español
PP2LAB	Laboratorios planta primera parte 2 español
APB	Aulario planta baja inglés
ASota	Aulario sótano inglés
AP1	Aulario planta primera inglés
AP2	Aulario planta segunda inglés
AP3	Aulario planta tercera inglés
AEPB	Aulario planta baja español
AESota	Aulario sótano español
AEP1	Aulario planta primera español
AEP2	Aulario planta segunda español
AEP3	Aulario planta tercera español

Tabla 6: Distribución escenas app

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RA. <https://www.onirix.com/es/el-pasado-presente-y-futuro-de-la-realidad-aumentada/>
- [2] RA. <https://www.innovae.eu/la-realidad-aumentada/>
- [3] RA y RV. <https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/diferencias-realidad-virtual/>
- [4] <https://revistaespacios.com/a19v40n34/a19v40n34p07.pdf>
- [5] <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/610/1/Ferrada%20Valeria%2C%20Hector%20Piero.pdf>
- [6] <https://www.masterd.es/blog/que-es-unity-3d-tutorial/>
- [7] <https://croquetastecnologicas.com/2018/08/06/tutorial-basico-ar-unity3d-y-vuforia/>
- [8] <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/>
- [9] Plataforma Unity 3D. <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/>
- [10] Plataforma Vuforia. <https://developer.vuforia.com/>
- [11] Tutorial básico Unity. [Tutorial de Unity 3D \(trinit.es\)](#)
- [12] Tutorial C#. [Cursos de C sharp - Tutorial C# \(lawebdelprogramador.com\)](#)
- [13] <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/170395/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [14] Geolocalización con Unity. <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Compass.html>
- [15] <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/apps-para-crear-contenidos-con-realidad-aumentada/>
- [16] <https://madridnyc.es/realidad-aumentada-en-apps/>
- [17] http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-8500/UCD8527_01.pdf
- [18] <https://code.tutsplus.com/es/tutorials/introducing-augmented-reality-with-vuforia--cms-27160>
- [19] http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/67497/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[20]

<https://gamedevtraum.com/es/desarrollo-de-videojuegos/tutoriales-y-soluciones-unity/serie-fundamental-unity/como-usar-botones-del-canvas-en-unity/>

[21]

Videos tutoriales RA. <https://www.youtube.com/channel/UCqb-grMMGBMVQd-Kw9XpMqw>