



Universidad Politécnica
de Madrid



**Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Informáticos**

Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

**Diseño e Implementación de una
Aplicación Móvil para Mapear la
Accesibilidad en Comercios**

Autor: David Cristóbal Pascual

Tutor(a): Víctor Rampérez Martín

Madrid, junio de 2021

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Título: Diseño e Implementación de una Aplicación Móvil para Mapear la
Accesibilidad en Comercios

Junio 2021

Autor: David Cristóbal Pascual

Tutor:

Víctor Rampérez Martín

Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software

ETSI Informáticos

Universidad Politécnica de Madrid

Agradecimientos

A mis padres, Jesús y Yolanda, por estar siempre a mi lado y apoyarme cuando lo he necesitado y cuando no. Sin ellos no hubiese sido posible realizar ni este trabajo ni este grado.

A mi novia, Celia, porque con su cariño, ilusión y apoyo ha logrado que este trabajo haya sido uno de mis proyectos más importantes. Por creer en mí pase lo que pase y ayudarme con todas mis locuras.

A mi tío, Antonio, por ayudarme con todo el trabajo de relaciones políticas de este estudio y por guiarme por el buen camino para conseguir todas mis metas.

A mis abuelos, Antonio, Florinda y Juanita, porque vosotros y otros abuelos habéis sido la inspiración para este trabajo. Os merecéis que la sociedad os cuide y respete, algún día será así.

A Víctor, mi tutor, por confiar en este proyecto, de otro arandino y para Aranda, ayudándome siempre que lo he necesitado y aportando ideas y correcciones que han sido claves en este proyecto.

A todos los arandinos que me han ayudado con este trabajo.

Resumen

La accesibilidad a locales es un asunto de elevada importancia para la población en general, pero esto se hace mucho más patente en el caso de las personas que tienen algún tipo de discapacidad. La población en general acude asiduamente a comercios y la mayor parte de estos presentan alguna barrera. Por todo esto, se decide desarrollar tanto una aplicación móvil como un sistema de mediciones que intentará promover la adaptación de todos los espacios a personas con necesidades especiales que, por el motivo que sea, no se ven favorecidos por la sociedad para permitir su adaptación a esta.

Hoy en día este es un segmento que está muy poco explotado por el reducido número de potenciales usuarios. Las únicas alternativas utilizables en estos momentos son Guiaderuedas y Wheelmap, aunque hay otras alternativas con menor público objetivo. Como estas aplicaciones no presentan unas funcionalidades consideradas fundamentales como lo son la existencia de diversos grupos de necesidades o un buen sistema de medida de accesibilidad, se propone la creación de una aplicación que supla este hueco del mercado y oferte un sistema completo.

Para la resolución de este problema se propone un sistema consistente en dos elementos: una aplicación para sistemas Android donde se refleje la accesibilidad de los establecimientos y un sistema que permita la medición de esta. La aplicación está programada utilizando el lenguaje Dart y haciendo uso del SDK Flutter. Para conseguir el objetivo de persistencia y el correcto funcionamiento de la aplicación, se recurre a diversas herramientas cloud como Firebase y otros servicios basados en el entorno de Google Cloud Platform como Google Maps. Se presenta una lista de todos los locales disponibles para que el usuario pueda ver todos los datos ofertados de cada uno. La parte más importante de los datos mostrados son los distintos niveles de accesibilidad personalizados para cada colectivo destinatario de esta aplicación (usuarios de sillas de ruedas, personas con movilidad reducida y que utilizan carritos de bebé), a lo que se añade su ubicación y una imagen. El sistema de medición supone una estandarización en la medida de la accesibilidad a un local por los distintos colectivos de usuarios de forma efectiva y constante.

El impacto previsto por esta aplicación se ubica dentro de los ODS de reducción de las desigualdades en ciudades y comunidades sostenibles. Siendo el primero al que más afectará dado que la función principal de la aplicación y es precisamente lo descrito en dicho objetivo. Como conclusión principal de este proyecto es que se ha conseguido crear una herramienta útil, pero a la que le hace falta un apoyo externo para poder cumplir con su cometido. De cara a un futuro desarrollo, esta falta de soporte es el principal tema por resolver, aunque la incorporación de nuevas funcionalidades como navegación dirigida en un mapa adaptado a las distintas discapacidades o el lanzamiento en otras plataformas móviles y web, son temas que deben ser explorados.

Abstract

Citizens attend regularly to establishments and, most of them, present some barrier. Accessibility to premises is a matter of vital importance for the whole population, however, it is more evident in the case of a person with a type of disability. For all these reasons, it was decided to develop a mobile application and a system of measurements that will seek to promote the adaptation of all spaces to people with special needs who, for whatever reason, are not favoured by society to allow them to adapt to it.

Today this is a segment that is largely unexploited due to the small number of potential users. The only used alternatives at the moment are Guiaderuedas and Wheelmap, although there are other alternatives with smaller target audiences. As these applications do not have functionalities considered fundamental, such as the existence of different groups of needs or a good system for measuring accessibility, it is proposed to create an application that fills this gap in the market and offers a complete system.

To solve this problem, a system consisting of two elements is proposed: an application for Android systems that reflects the accessibility of the establishments and a system that allows the measurement of this accessibility. The application is programmed using the Dart language and making use of the Flutter SDK. To achieve the objective of persistence and the correct functioning of the application, various cloud tools such as Firebase and other services based on the Google Cloud Platform environment such as Google Maps are used. A list of all available locations is presented so that the user can see all the data available for each one. The most important parts of the displayed data are the different levels of accessibility personalised for each target group of this application (wheelchair users, people with reduced mobility and pushchair users), to which is added their location and an image. The system of measurement means a standardisation in the measurement of the accessibility of a premise by the different user groups in an effective and constant way.

The expected impact of this application falls within the SDGs of reducing inequalities and sustainable cities and communities. The former being the one that will be most affected, given that the main function of the application is precisely what is described in this objective. The main conclusion of this project is that it has managed to create a useful tool, but it needs external support to be able to fulfil its mission. For future development, this lack of support is the main issue to be resolved, although the incorporation of new functionalities such as targeted navigation on a map adapted to different disabilities or the launch on other mobile and web platforms are issues to be explored.

Tabla de contenidos

1	Introducción	1
1.1	Contexto del proyecto	1
1.1.1	La problemática en la accesibilidad	1
1.1.2	La primera implantación	1
1.2	Motivación del Proyecto	1
1.3	Solución Propuesta	2
1.3.1	La información que mostrar	2
1.3.2	La interfaz	2
1.4	Objetivos	2
1.4.1	Objetivos concretos de este TFG	3
1.5	Organización del documento	3
2	Estado del Arte	4
2.1	Las aplicaciones ya existentes	4
2.1.1	AccesibilidadApp	4
2.1.2	Guiaderuedas	6
2.1.3	Mapa de Lugares Accesibles	7
2.1.4	Mapp4all	7
2.1.5	Torrent Accesible	9
2.1.6	Wheelmap	10
2.1.7	Zaragoza accesible	11
2.2	Comparativa entre las distintas aplicaciones	12
2.3	Tecnologías Utilizadas	13
2.3.1	Flutter	13
2.3.2	Firebase	14
2.3.3	Android Studio	15
2.3.4	Visual Studio Code	15
2.3.5	Git	16
2.3.6	GitHub	16
2.3.7	Diagrams.net	17
3	Preparación y organización previa	18
3.1	Las encuestas	18
3.1.1	Problemática a la hora de hacer una encuesta	18
3.1.2	Las partes de la encuesta	18
3.1.3	Los resultados	19
3.2	La dificultad para medir la accesibilidad	20
3.3	Diseño de la interfaz y de los sistemas de medida	21
3.4	Los contactos	21

3.5	Las mediciones.....	22
4	Desarrollo	23
4.1	La preparación del entorno de desarrollo.....	23
4.1.1	El sistema operativo anfitrión.....	23
4.1.2	Visual Studio Code.....	23
4.1.3	Android Studio.....	23
4.1.4	Flutter.....	24
4.2	Arquitectura del sistema	24
4.3	Estructura de la aplicación.....	25
4.4	Arquitectura de la base de datos	26
4.4.1	Tabla user places	26
4.5	Conexión con Google Maps.....	27
4.5.1	Configuración en GPC.....	27
4.5.2	Configuración en la aplicación	27
4.5.3	Comunicación con las API.....	29
4.5.3.1	Previsualización del mapa	30
4.5.3.2	Traducción de dirección	31
4.6	Pantallas	32
4.6.1	Lista de locales.....	33
4.6.2	Detalles del local	34
4.6.3	Añadir un nuevo local	35
4.6.4	Mapa.....	37
4.6.5	Otras pantallas externas	38
4.6.5.1	Cámara nativa	38
4.6.5.2	Galería de imágenes.....	39
4.7	Navegación por la aplicación	39
4.7.1	Ver los datos de un local	39
4.7.2	Añadir un local	42
5	Impacto del proyecto	45
5.1	Reducción de las desigualdades	45
5.2	Ciudades y comunidades sostenibles	46
6	Resultados y conclusiones	48
6.1	Pruebas de uso.....	48
6.1.1	Población de la prueba.....	48
6.1.2	Resultados de la prueba.....	48
6.1.3	Comentarios sobre los resultados.....	48
6.2	Los resultados.....	49
6.2.1	La aplicación.....	49
6.2.2	Las relaciones con las instituciones y empresas	49

6.2.3	El resultado final	49
6.3	Pruebas de accesibilidad realizadas	50
6.3.1	Accesibilidad de la aplicación	50
6.3.2	Accesibilidad del documento	50
6.4	Valor educativo de este proyecto	50
7	Pasos futuros	52
7.1	Colaboración con empresas y autoridades	52
7.1.1	La Junta de Castilla y León	52
7.1.2	Los comerciantes	53
7.2	Desarrollo de un mejor sistema de medida	53
7.3	Incorporación de nuevas utilidades a la aplicación	54
7.3.1	Incorporación de las herramientas que provee Firebase	54
7.3.2	Nuevas plataformas	55
7.3.3	Adaptaciones para el correcto uso por parte de personas de avanzada edad	56
7.3.4	Incorporación de un buscador con filtros	56
7.3.5	Incorporación de un sistema de navegación GPS	57
7.3.6	Incorporación de un mapa dinámico	57
7.4	Publicación de las aplicaciones en sus respectivas tiendas	57
7.4.1	Android	57
7.4.2	iOS	58
7.4.3	Web	58
7.4.4	General: consideraciones que tener en cuenta	58
8	Bibliografía	59
9	Anexos	64
9.1	Anexo A: Encuesta	64
9.1.1	Los resultados	64
9.1.1.1	Generales	64
9.1.1.2	Seleccione su rango de edad	64
9.1.1.3	Seleccione su género	64
9.1.1.4	¿Tiene usted o alguna persona de su entorno algún tipo de discapacidad, movilidad reducida o son usuarios habituales de carritos para niños? Marque todo lo que corresponda	65
9.1.1.5	¿Vive usted en Aranda de Duero o pueblos de alrededor?	65
9.1.1.6	En el caso de haber seleccionado en la pregunta anterior que no reside en Aranda y tampoco acude habitualmente. ¿Podrías indicar de dónde es?	65
9.1.1.7	¿Cuántos días de la semana acude a locales de pública concurrencia? Por ejemplo: bares, restaurantes, tiendas, supermercados, centros de estudios u oficinas. Si acude un día a dos locales distintos,	

solo cuenta como un día, seleccione la respuesta que más se adecúe a sus hábitos.....	65
9.1.1.8 Responda a las siguientes preguntas con como de acuerdo o desacuerdo está con los siguientes enunciados	66
9.1.1.9 ¿Tiene un local o establecimiento propio o en alquiler situado en Aranda?.....	66
9.1.1.10 ¿Estaría interesado/a en ayudarme participando en el periodo de mediciones y formando parte del primer grupo de establecimientos que figuren en la aplicación? Sería necesario tomar medidas y comprobar que una persona con silla de ruedas, carrito de niños, bastón o muletas puede acceder correctamente al local y moverse por el interior principalmente. Con esta acción figuraría en la futura aplicación como un cliente faro (o "early adopter") y tendría una insignia especial, quizás algo más.	66
9.1.1.11 ¿Cómo calificaría la calidad de esta encuesta?	66
9.1.1.12 ¿Cómo ha encontrado esta encuesta?	67
9.1.1.13 Si tiene algún comentario, déjelo aquí por favor, son de mucha ayuda. 67	
9.1.2 Análisis de la muestra.....	67
9.2 Anexo B: Sistema de medición de accesibilidad en centros educativos de Aranda de Duero	68
9.2.1 Accesibilidad.....	68
9.2.1.1 Accesos.....	68
9.2.1.2 Entrada	68
9.2.1.3 Pasillos	68
9.2.1.4 Aulas	68
9.2.1.5 Baños	68
9.2.1.6 Laboratorios y talleres.....	68
9.2.1.7 Conserjería, secretaría, copistería	69
9.2.1.8 Despachos	69
9.2.1.9 Biblioteca:.....	69
9.2.1.10 Patio	69
9.2.1.11 Gimnasios y/o Polideportivos	70
9.2.2 Planes de actuación	70
9.3 Anexo C: json devuelto por el servicio de Google Geocoding API.....	71

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Pantallas de AccesibilidadApp [3]	4
Ilustración 2 Reporte de incidencias en AccesibilidadApp [3].....	5
Ilustración 3 Pantallas de Guiaderuedas [3]	6
Ilustración 4 Pantallas de Mapa de Lugares Accesibles [5]	7
Ilustración 5 Pantalla de mapp4all [6]	8
Ilustración 6 Pantallas de Torrent Accesible [6]	9
Ilustración 7 Pantallas de wheelmap [7]	10
Ilustración 8 Pantallas de Zaragoza Accesible [8]	11
Ilustración 9 Logotipo de Flutter [10]	13
Ilustración 10 Capas de la arquitectura de Flutter [12]	14
Ilustración 11 Logotipo de Firebase [13].....	14
Ilustración 12 Logotipo de Android Studio [14].....	15
Ilustración 13 Logotipo de Visual Studio Code [15]	15
Ilustración 14 Logotipo de git [16]	16
Ilustración 15 Logotipo de GitHub [17].....	16
Ilustración 16 Logotipo de diagrams.net.....	17
Ilustración 17 Arquitectura de la aplicación	25
Ilustración 18 Estructura de carpetas de la aplicación.....	25
Ilustración 19 Previsualización del mapa	31
Ilustración 20 Pantalla lista de locales	33
Ilustración 21 Pantalla detalles del local	34
Ilustración 22 Pantalla añadir nuevo local sin completar	35
Ilustración 23 Pantalla añadir nuevo local completada	35
Ilustración 24 Pantalla mapa	37
Ilustración 25 Pantalla mapa con lugar seleccionado	37
Ilustración 26 Cámara de la aplicación	38
Ilustración 27 Galería nativa del dispositivo	39
Ilustración 28 Diagrama de flujo: Ver los datos de un local	40
Ilustración 29 Ver información de un local: navegación entre ventanas.....	41
Ilustración 30 Diagrama de flujo: Añadir un local	43
Ilustración 31 Añadir un local: navegación entre ventanas	44

Tabla de tablas

Tabla 1 Comparativa entre aplicaciones	12
Tabla 2 Tabla user_places	26

Tabla de código

Código 1 Contenido de pubspec.yaml.....	24
Código 2 Contenido de AndroidManifest.xml.....	29
Código 3 Función API mapas	30
Código 4 Formato URI solicitud captura de mapa	30
Código 5 Formato URI solicitud.....	31
Código 6 Fragmento "formatted_address" extraído de la respuesta del servicio geocoding.....	32
Código 7 json respuesta Google Geocoding API	72

1 Introducción

En este primer apartado de la memoria se presentará el contexto y motivaciones que tiene este trabajo. Como también, de la misma forma, se expondrán los objetivos concretos de este proyecto y su explicación.

1.1 Contexto del proyecto

1.1.1 La problemática en la accesibilidad

En el día a día, muchas personas que presentan algún tipo de dificultad para ser independientes en cuanto a su movimiento sufren las consecuencias del egoísmo “civil” de la sociedad en la que vivimos. Para ellos, el salir de su casa se convierte en toda una odisea. En el año 2018 había un total de 2.361.700 [1] con al menos una discapacidad que impedía su movilidad. Probablemente, este dato se haya incrementado en los últimos años. Por lo tanto, en España es necesario aumentar el esfuerzo por adaptar todos los espacios públicos para personas con discapacidad. Aunque este trabajo se centrará más en las personas que tienen dificultad de movimiento, como, por ejemplo, los usuarios de sillas de ruedas; bastones o muletas y otras dificultades de desplazamiento. Como añadido, y ante la importancia de la natalidad en la sociedad española, se tendrán también en cuenta en este proyecto los carritos para bebés.

1.1.2 La primera implantación

Aranda de Duero se establecerá como la ciudad piloto para la aplicación. Es una población ideal para poder implementar una aplicación con estas características, su número de habitantes (alrededor de 33.000 [2] y más en su área de influencia), su orografía y la variedad de comercios que presenta la conforman como una candidata ideal para poder iniciar e impulsar este proyecto.

También hay que añadir que, como en todo el país, presenta muchos problemas de accesibilidad y será un reto hacer que se convierta en la ciudad que merecen sus ciudadanos, una ciudad para todos. Esto es lo que ha motivado que este trabajo exista, pues hay una necesidad que cada día se hace más patente.

1.2 Motivación del Proyecto

Como ya se ha podido ver en el apartado anterior, la principal motivación que tengo a la hora de realizar este proyecto es la de ayudar a todos los usuarios que necesiten asistencia para saber cuáles son los locales que son compatibles con sus circunstancias personales. Actualmente, como se verá en el siguiente capítulo, no tienen ninguna herramienta de calidad para esto.

Por esta falta de alternativas y a la general falta de solidaridad que pude observar, me lancé a este proyecto. Surge de la sociedad para llegar y ayudar a la misma. Quería lograr que, con lo que he aprendido durante el Grado y lo que podía aprender por mi cuenta, ayudar a las personas que me rodean y que actualmente no cuentan con esa colaboración tan necesaria. Desde que empecé con el proyecto hace unos meses, puedo afirmar que los progresos han sido muy grandes, no solamente técnicos, sino sociales. Puedo decir, además, que, gracias a este proyecto, ha aumentado la concienciación con esta temática en la sociedad que me rodea, siendo esto un gran impulso para mí en la realización del proyecto.

Por lo tanto, la principal motivación de este proyecto es la creación de una herramienta de ayuda adaptada a las necesidades de sus usuarios. Cuyo uso sea transparente al destinatario y la ayuda que proporcione sea inmediata, recordemos que va a ser utilizada por personas de avanzada edad. Este es el desafío más grande del proyecto, poder crear algo útil que facilite la vida a sus usuarios y que no la complique aún más.

1.3 Solución Propuesta

Ante este problema estructural, se propone una solución centrada en una aplicación para dispositivos móviles basados en Android. Para la creación de esta aplicación no se realizará una nativa Android, sino que se hará una implantación de Flutter. Esta aplicación se servirá de una API de la que obtendrá los datos necesarios sobre cada local, estos datos estarán almacenados en una base de datos.

1.3.1 La información que mostrar

Para cada local se hace necesario almacenar distintos datos, como son:

- Nombre, ubicación y pequeña descripción.
- Categoría a la que pertenece: tienda de ropa, tienda de electrónica, bar, restaurante, etc.
- Una fotografía descriptiva.
- Clasificación de accesibilidad al local (siguiendo unos criterios específicos).
- Posibles dificultades a las que se podrían enfrentar los usuarios.

Esta información será almacenada de forma persistente y centralizada; y será introducida a mano verificando que todo sea veraz y correcto. Es muy importante que, al menos en el estado inicial de la vida de la aplicación, estos datos sean introducidos así. La base de usuarios no está asentada y por ello la implantación puede resultar un fracaso, ya sea porque no hay muchos usuarios o porque estos no tienen la preparación para calificar los locales.

1.3.2 La interfaz

Deberá ser simple e intuitiva. Centrada en un mapa sobre el que figurarán los locales que ya hayan sido revisados y participen en la aplicación, coloreados a modo de semáforo (rojo, amarillo y verde) conforme sea su accesibilidad (de peor a mejor, respectivamente).

Como añadido, se permitirá la búsqueda de locales y el filtrado de resultados por categorías y nivel de accesibilidad. Al acceder a la página de un establecimiento, saldrá en pantalla toda la información anteriormente indicada.

1.4 Objetivos

La aplicación será desarrollada para dispositivos móviles Android, contará con un mapa y un buscador de locales. Esta permitirá el filtrado de los resultados por las características especiales de cada local, como por ejemplo categoría (tienda, bar...) o nivel de acceso, de forma fácil y comprensible para todo tipo de usuarios. Con esto se permitirá a los interesados saber si, con sus condiciones particulares, podrán acceder y realizar correctamente todo lo que vayan a hacer

en el comercio de su elección; ahorrándose así todas las molestias que conlleva no conocer esta información previa antes de la visita.

1.4.1 Objetivos concretos de este TFG

- Creación de una aplicación plenamente accesible para sistemas Android en la que se ubiquen sobre un mapa y en forma de lista los comercios de una población.
- Estudio del estado del arte.
- Diseño de la aplicación.
- Incluir para cada comercio información de accesibilidad: entrada, realización de la actividad de forma independiente y el acceso a todas las estancias y permitir el filtrado de los resultados por estas medidas.
- Crear un sistema de clasificación que puntúe la accesibilidad de cada comercio de forma que sea fácil de entender.
- La aplicación deberá ser fácilmente escalable a más ciudades y más comercios, además, presentará un escalado horizontal para poder hacer frente a picos de alta demanda. En la primera fase será implementada para la ciudad de Aranda de Duero (Burgos).
- Creación de una base de datos donde se incluya la información de accesibilidad recabados para que posteriormente puedan ser analizados por las instituciones públicas que estén interesadas.
- Realización de pruebas unitarias, de sistema e integración.
- Redacción de una memoria de TFG que recoja toda la información anteriormente mencionada.
- Preparación del material necesario para la defensa de dicho TFG.

1.5 Organización del documento

Este trabajo se compone de varios apartados o capítulos diferenciados:

1. Introducción: el apartado en el que nos encontramos.
2. Estado del arte: capítulo en el que se mostrará cuál es la situación tecnológica en la que nos encontramos actualmente. Se mostrarán todos los “competidores” y su estado actual.
3. Preparación y organización previa: apartado en el que se contarán qué pasos se siguieron previamente a iniciar el desarrollo de la aplicación, como, por ejemplo, encuestas, métodos de medición, etc.
4. Desarrollo: en este capítulo, se expondrán las distintas capas y fases del desarrollo que se han seguido para realizar este proyecto. Su implementación y otros datos de interés también serán añadidos en este capítulo.
5. Impacto: en este capítulo, se analizará el impacto del trabajo con respecto a los ODS.
6. Conclusiones: análisis completo de los resultados, limitaciones y problemas en la realización del trabajo. También se añade una hoja de ruta en la que se mostrarán los siguientes pasos para la evolución del proyecto.
7. Bibliografía: listado de las fuentes utilizadas y referenciadas a lo largo de este trabajo.
8. Anexos: complementos y explicaciones que por extensión o forma no corresponde que se introduzcan en el trabajo en sí, pero que son de utilidad o a los que se hace referencia en la redacción de este.

2 Estado del Arte

Al tratarse de un tema en el que no ha habido mucha evolución en estos años, el estado de la técnica actual no es muy elevado. Por eso, la implantación de una nueva aplicación es relativamente sencilla y hará que sea muy útil, una herramienta nueva, cuando hay pocas, es muy ventajosa.

Primeramente, se expondrán las aplicaciones ya existentes y, posteriormente, lo que puede hacer esta aplicación para mejorarlas y superarlas.

2.1 Las aplicaciones ya existentes

Actualmente, en la tienda de aplicaciones de Google, encontramos diversas aplicaciones que tratan sobre la accesibilidad en comercios y demás tipos de locales, además de las calles y otros espacios (que para lo que será CYPSELS por el momento no nos interesan). Para cada una de ellas se mostrarán sus contenidos y algunas observaciones.

2.1.1 AccesibilidadApp

AccesibilidadApp [3] es una aplicación desarrollada para COCEMFE (Confederación Española de Personas Con Discapacidad Física y Orgánica) con el apoyo de la Fundación Vodafone España. COCEMFE es una ONG centrada en lograr la inclusión de las personas con todo tipo de discapacidad en la sociedad.

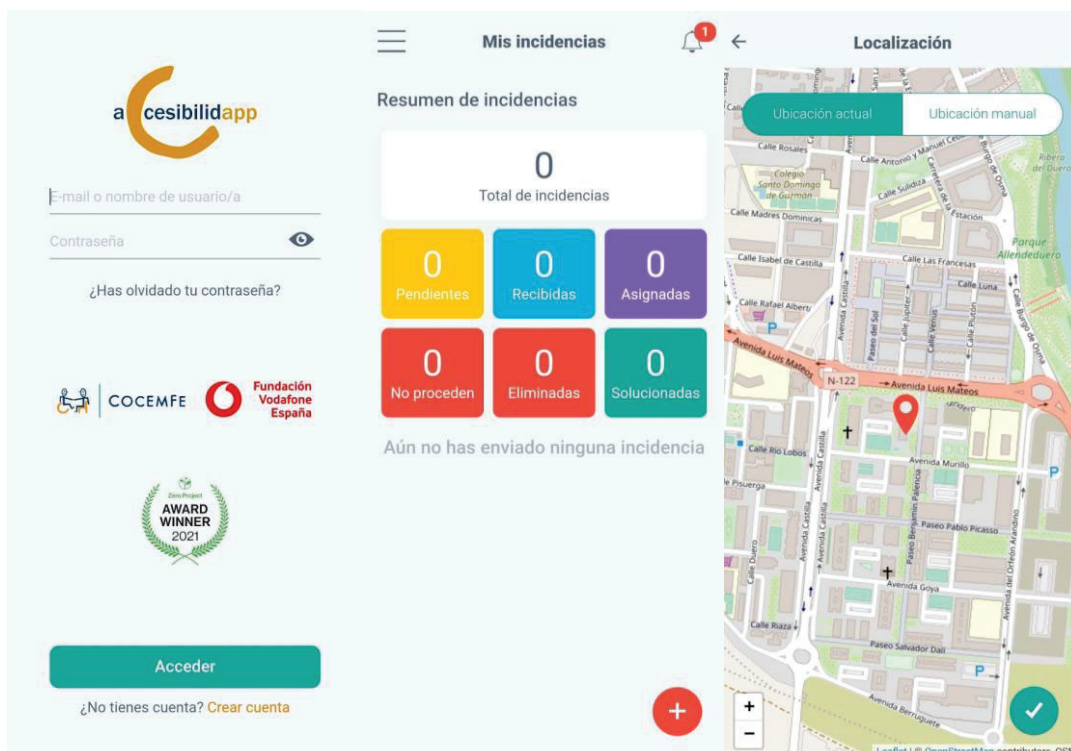


Ilustración 1 Pantallas de AccesibilidadApp [3]

Para poder acceder a los servicios de la aplicación, se necesita ser un usuario registrado (primer problema), para esto se precisa aportar datos como nombre y apellidos, correo electrónico, número de teléfono y código postal (Ilustración 1). Una vez iniciada la sesión presenta un menú con ocho opciones: inicio,

nueva incidencia, mensajes y alertas, mis incidencias, perfil de usuario, política de privacidad, ayuda y salir. La página principal y la de mis incidencias son la misma (segundo problema). La misión de la aplicación es marcar dónde se encuentran fallos de accesibilidad en las ciudades, sobre todo centrado en los espacios públicos. En el momento de reportar una incidencia, nos topamos con el mensaje de error: “Gracias por recoger la incidencia. Actualmente no existe convenio con ninguna entidad para gestionarla en este código postal, será trasladada a COCEMFE Servicios Centrales para su registro”. Lo cual nos indica que, al menos en Aranda de Duero, esta incidencia no va a tener ninguna repercusión (tercer problema).

Hay que decir que, donde sí que haya una entidad que pueda gestionar las incidencias, la aplicación sí que presenta una buena interfaz con distintas categorías para registrar la incidencia: urbana (elementos removibles, pavimento urbano, desplazamientos verticales, mobiliario urbano, aparcamiento, transporte, señalización e iluminación), infraestructura en el transporte (elementos removibles, pavimentos en infraestructura de transporte, mobiliario en infraestructura de transporte, desplazamientos verticales, aseos, aparcamiento en infraestructura de transporte, desperfectos en la propia infraestructura, material rodante, señalización defectuosa e iluminación defectuosa), edificación (con las mismas características anteriores) y emergencia sanitaria (que evalúa las medidas frente al COVID-19).

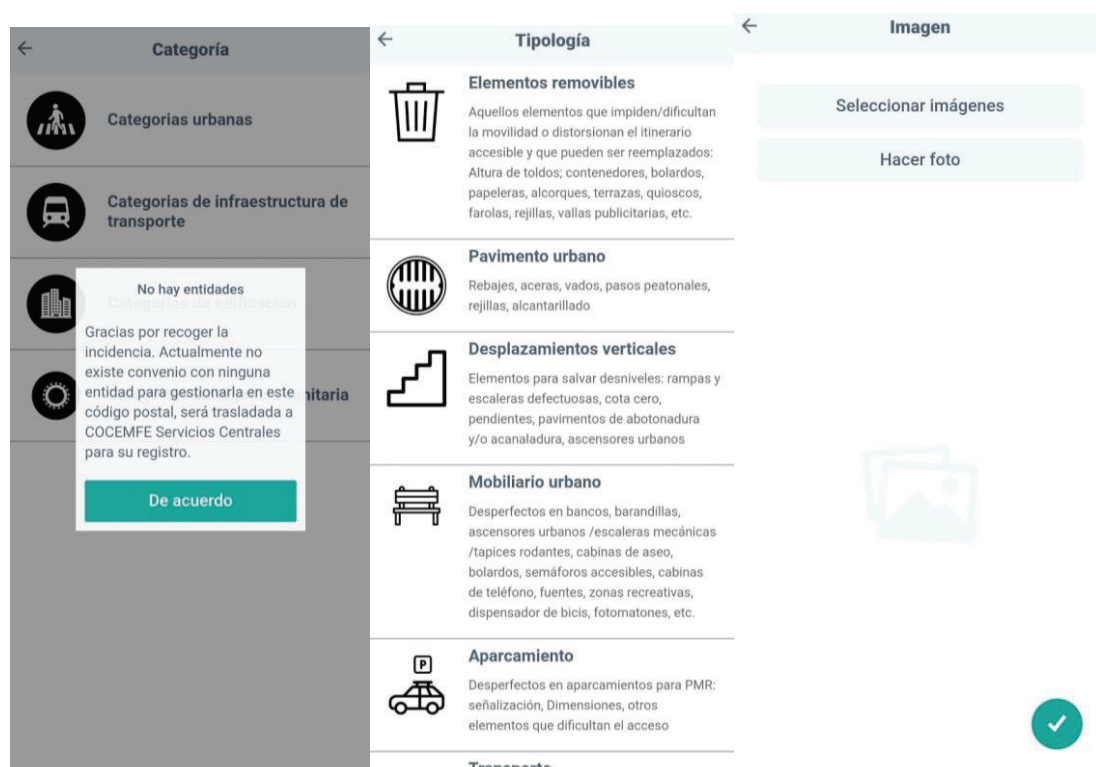


Ilustración 2 Reporte de incidencias en AccesibilidadApp [3]

Por lo tanto, se trata de una aplicación completa, pero que no funciona en todo el país y que carecemos de datos sobre su eficacia real. Está más centrada en espacios públicos que en comercios y preferentemente en unas ubicaciones sobre otras.

2.1.2 Guiaderuedas

Guiaderuedas [4] es una aplicación de origen brasileño, con una casi nula presencia en nuestro país, pero es una gran aproximación a cómo hacer una aplicación de accesibilidad. Permite una búsqueda por texto o categorías y los resultados aparecen por proximidad con la ubicación actual del teléfono. Carece de un mapa donde se muestren los resultados (primer error), pero, con la búsqueda permite ver los locales que sí son accesibles con silla de ruedas únicamente (segundo error) y los puntúa por categorías (estacionamiento, entrada, circulación interna, escritorio/mesa, baño accesible y “bebé cambiante”, que supongo que será cambiador para bebés, pero mal traducido).

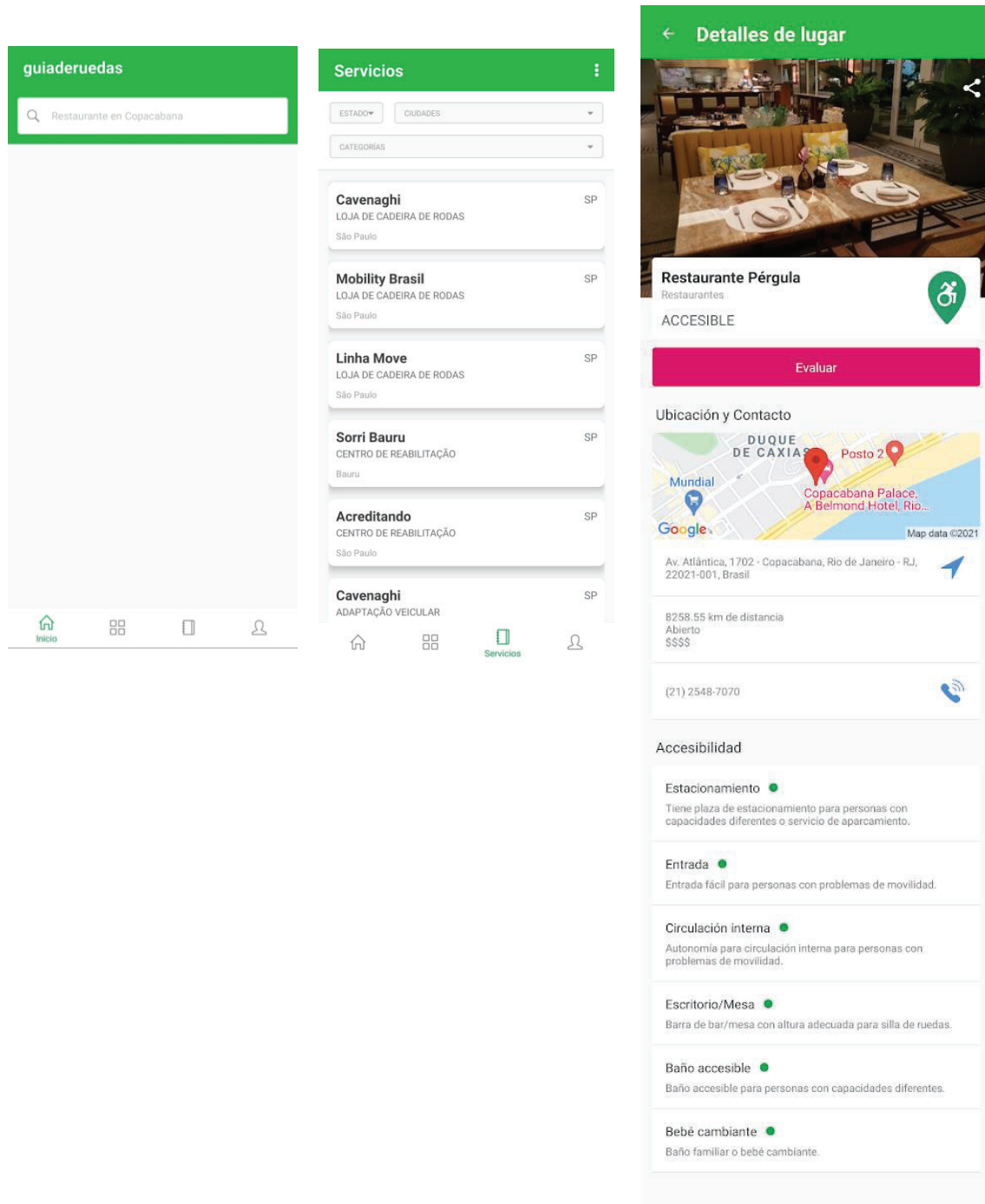


Ilustración 3 Pantallas de Guiaderuedas [3]

Como añadido externo a la aplicación cuenta con un sello de calidad de accesibilidad creado y manejado por ellos mismos. Se basan en peritajes para conocer cómo de accesibles son los locales, por lo tanto, es un proceso caro y complejo y solo apto para grandes centros empresariales.

Es una de las propuestas más serias del panorama actual y de la que se puede aprender mucho, tanto de sus aciertos como de sus errores. Además, ha ganado diversos premios de mucha importancia, lo que confirma que se trata de una de las mejores alternativas presentes en la actualidad. Para más información y descargar la aplicación <https://guiaderuedas.com/>

2.1.3 Mapa de Lugares Accesibles

Mapa de Lugares Accesibles [5] es otra aplicación de origen brasileño, impulsada por la Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Es, quizás, la más humilde del panorama estudiado, creada también por estudiantes universitarios, pero de un Máster en este caso.

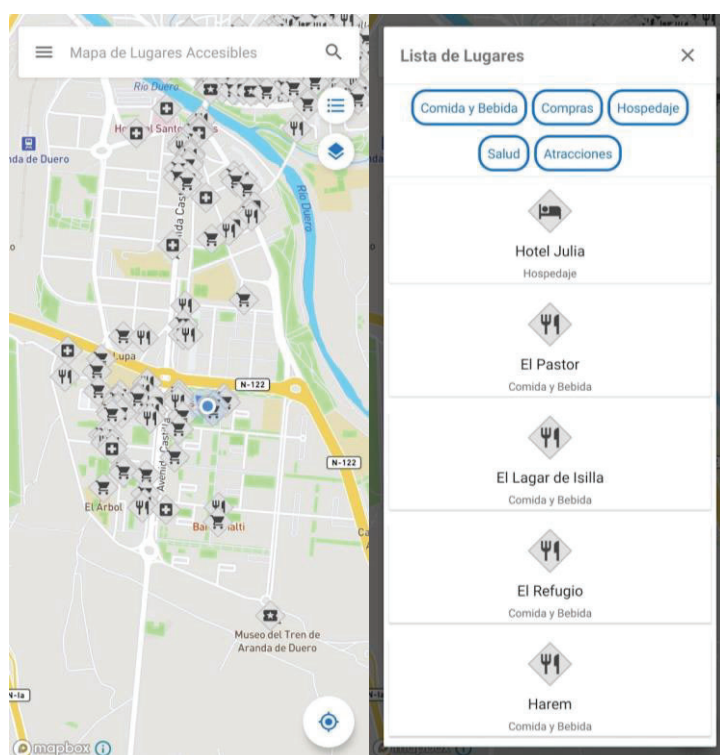


Ilustración 4 Pantallas de Mapa de Lugares Accesibles [5]

Cuenta con un mapa donde figuran todos los locales recogidos por OpenStreetMap. Sobre ellos, se encuentran marcados los locales que son accesibles, aunque dado que no funciona actualmente en España, no se ha podido ver cómo de exactos y fiables son esos datos. Pero, cada local cuenta con diversas referencias de accesibilidad, estacionamiento, circulación interna, baños accesibles, mobiliario y señalización. Estos datos son muy útiles, aunque la forma de puntuación es muy mala y no deja claro si se podrá acceder dado que no permite el filtrado.

2.1.4 Mapp4all

Mapp4all [6] fue una aplicación impulsada en 2016 por distintos organismos como el Ayuntamiento de Barcelona o la Fundación ONCE, pero que, actualmente (23 de noviembre de 2020), ya no presta servicio. Era un proyecto

que prometía dado que sus ideas eran buenas, implementaba muchos servicios útiles como un mapa y un buscador y la posibilidad de registrar los locales por los propios usuarios. Es una lástima que haya caído en el olvido tras cuatro años de actividad.

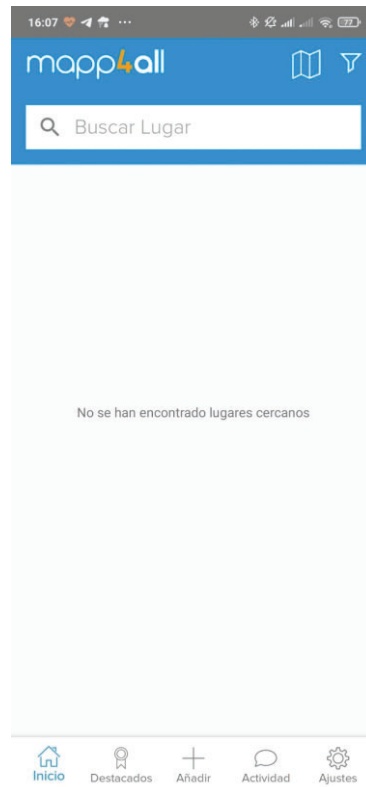


Ilustración 5 Pantalla de mapp4all [6]

Dado que ya no presta servicio, no se puede comprobar cómo funcionaba, pero dado que sí que la utilicé mientras seguía operativa, puedo decir que la idea era buena, cubría muchos aspectos de la accesibilidad como personas en sillas de ruedas, a lo que añadía intolerancias alimenticias, discapacidades auditivas y visuales, acceso con perros y cambiadores de bebés. También pude ver que los sistemas de puntuación eran deficientes y poco intuitivos, dado que no diferenciaban entre los distintos colectivos a los que estaba destinada la aplicación. Lo bueno es que cubría muchos aspectos de la movilidad y no solo uno; lo malo, que probablemente, tras quedarse sin ayudas, “cerraron”. Es imprescindible que el público apoye estas ideas para que puedan llegar a consolidarse.

2.1.5 Torrent Accesible

Torrent Accesible [7] se trata de una aplicación impulsada por la Associació per la Integració de Discapacitats de Torrent (ASIDIT) con la ayuda de la Obra Social “La Caixa”. Como ellos dicen en su aplicación, quieren recoger las entidades, locales públicos y privados de la ciudad de Torrent que tengan una accesibilidad razonable. El ámbito de aplicación será únicamente la ciudad de Torrent y nada más, que es lo que pretende ASIDIT.

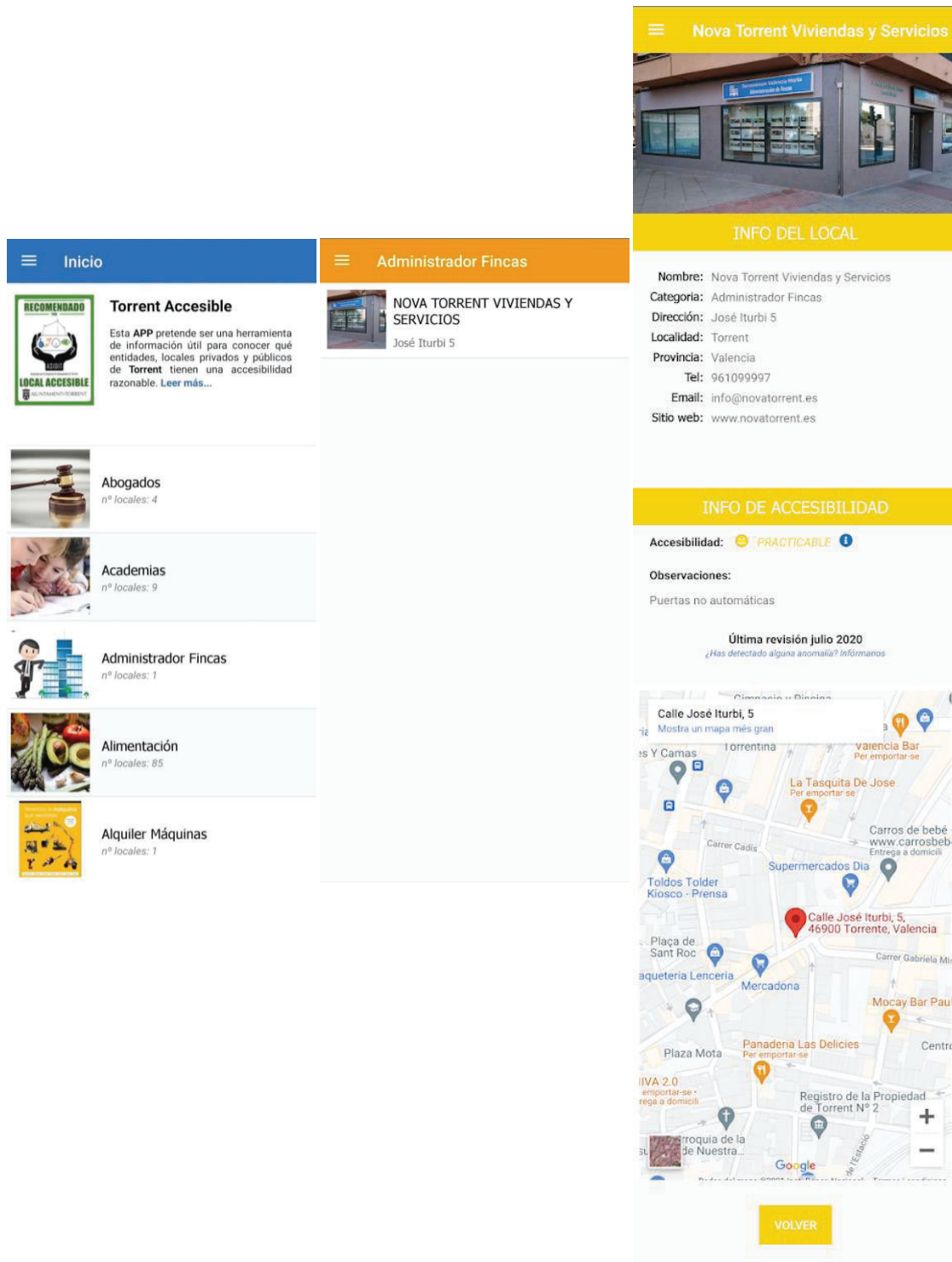


Ilustración 6 Pantallas de Torrent Accesible [6]

La aplicación cuenta con un menú donde se pueden buscar locales (en general), aparcamientos, estaciones y locales por categoría. Cuando accedemos a cualquiera de estas secciones, encontramos un listado de todos los elementos que cumplen con lo seleccionado y su clasificación. Se diferencian los locales en tres niveles: adaptado (reúne las condiciones mínimas de accesibilidad), practicable (hay obstáculos, pero se podría entrar y recorrer su interior) y no accesibles. Esta clasificación se hace un poco vaga y centrada sobre todo en personas que utilicen una silla de ruedas. Tampoco indican en cada local qué es exactamente lo que falla (escaleras, puerta pesada...), esto hace que los usuarios tengan que seguir acudiendo y viendo si pueden acceder o no. Esta aplicación carece de algo tan básico como lo es contar con un mapa.

2.1.6 Wheelmap

Wheelmap [8] es una de las aplicaciones web y móvil con más recorrido dentro de la accesibilidad. Fue creada por el conocido activista por los derechos de los discapacitados Raúl Krauthausen. Es, probablemente, la mejor aplicación en la actualidad para medir la accesibilidad en locales.

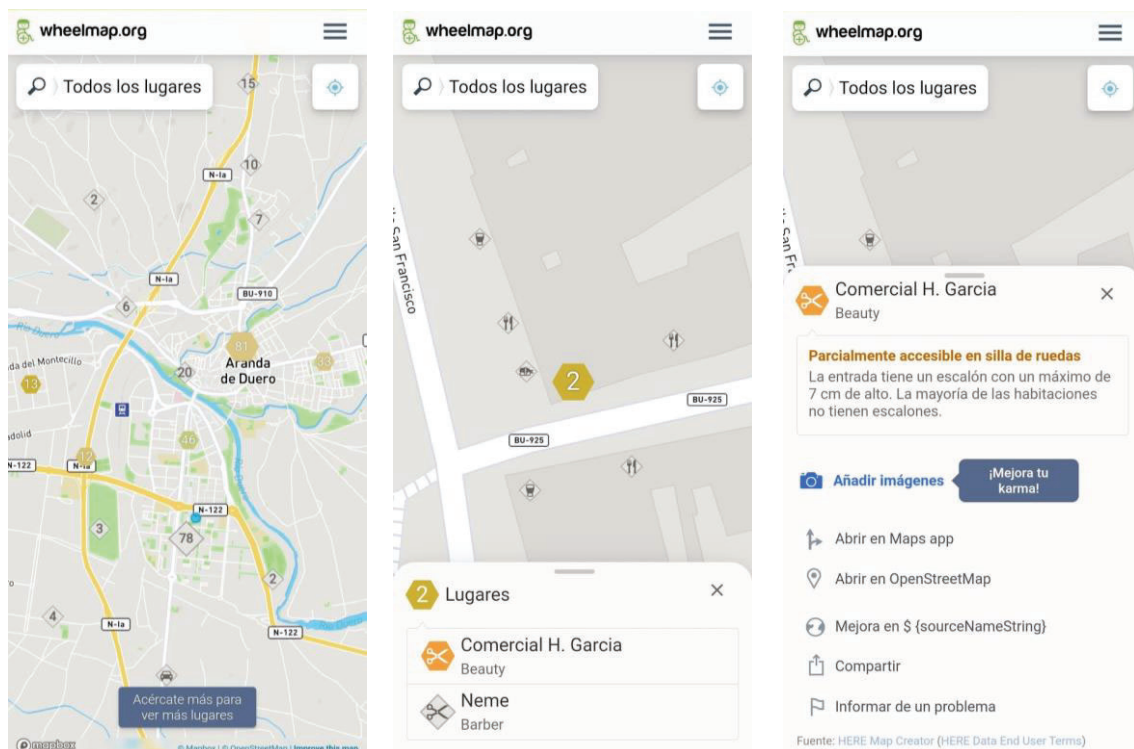


Ilustración 7 Pantallas de wheelmap [7]

Cuenta con un sistema sencillo para ver, de forma visual, la accesibilidad a los locales siendo: accesible en silla de ruedas y con baño accesible, accesible en silla de ruedas, pero sin baño accesible, baño accesible pero local no accesible en silla de ruedas y, finalmente, no accesible. En la información de cada local refieren cuál es el problema probable. La aplicación muestra sobre un mapa de OpenStreetMap los locales y marca su accesibilidad con colores. También cuenta con un buscador por categorías y permite el filtrado por nivel de accesibilidad. Es una gran aplicación y un lugar donde ver cómo hay que hacer las cosas, aunque se limita simplemente a accesos en silla de ruedas, dejando de lado el resto de las discapacidades y a las personas que utilizan carritos para bebés.

2.1.7 Zaragoza accesible

Zaragoza accesible [9] es una aplicación creada en 2015 por la Universidad San Jorge de la propia ciudad de Zaragoza, con la ayuda de otros colectivos. Parece que ha quedado sin soporte y en el olvido, dado que está creada para un sistema Android poco actualizado (no permite la pantalla completa, por ejemplo) y, además, falla constantemente, convirtiéndose así en una aplicación inutilizable.

Permite listar (sin la posibilidad de visualizar en un mapa) tanto restaurantes como alojamientos, no trata otro tipo de comercios o locales. Posteriormente podemos ver en un mapa (pero sin poder listarlos) los aparcamientos accesibles de la ciudad de Zaragoza. Los locales se clasifican por su accesibilidad solo o acompañado, pero en la aplicación no figuran los locales que no son accesibles. En los detalles de cada restaurante o alojamiento indican información sobre el acceso, la movilidad interior y la existencia o no de aseos accesibles.

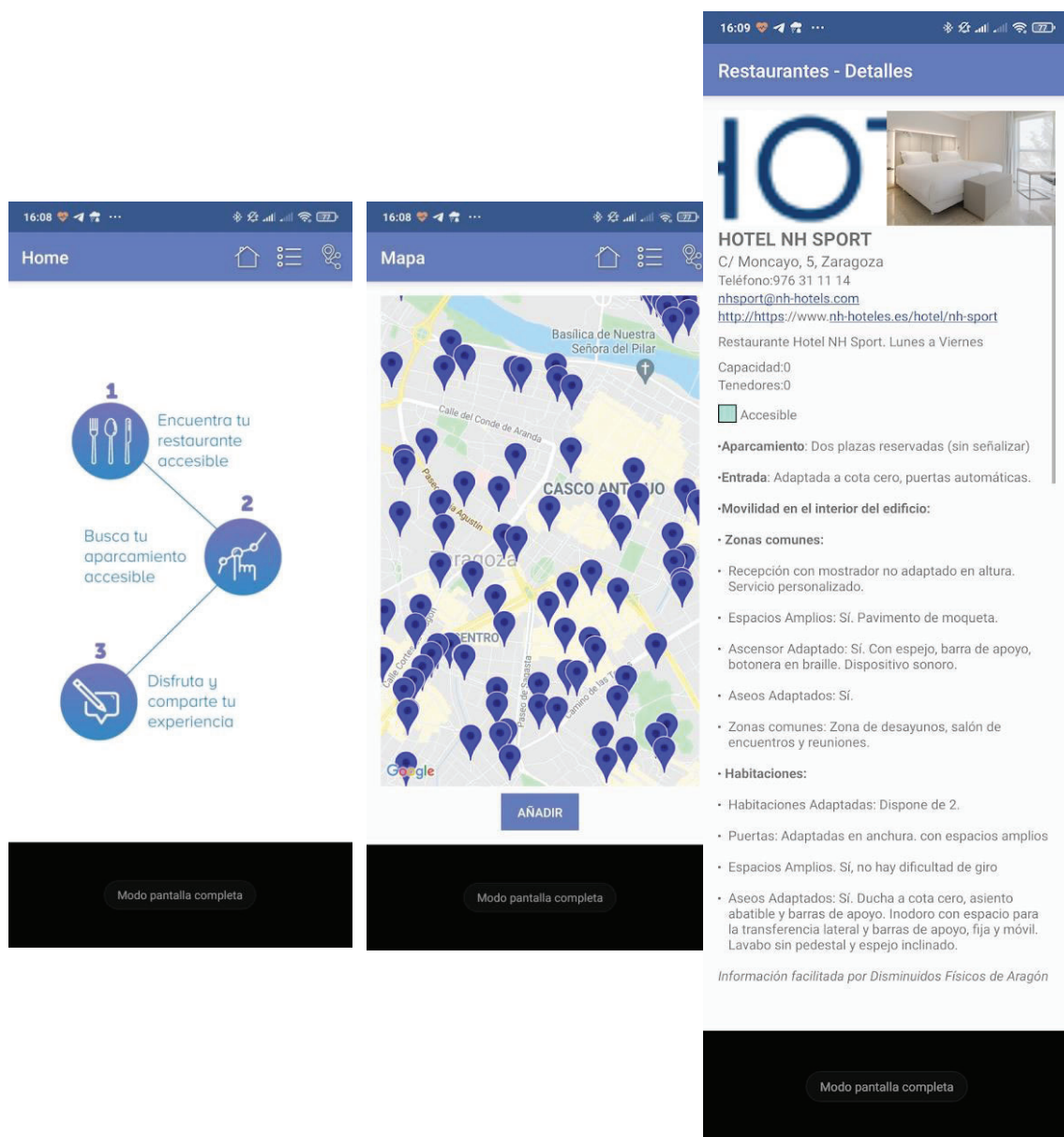


Ilustración 8 Pantallas de Zaragoza Accesible [8]

2.2 Comparativa entre las distintas aplicaciones

En esta sección, a modo de guía visual (Tabla 1), se mostrará una comparativa entre las distintas aplicaciones en campos clave, para saber cuáles cumplen con los objetivos y cuáles no.

	AccesibilidadApp	Guiaderuedas	Map. Lug. Accesibles	Mapp4all ¹	Torrent Accesible	Wheelmap	Zaragoza Accesible
<i>Mapa</i>	Sí	Sí (dentro de cada local)	Sí	Sí	No	Sí	No
<i>Listado</i>	Sí (reportes solo)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Buscador</i>	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
<i>Categorías</i>	Sí (tipos de reportes)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí (solo restaurantes y hoteles)
<i>Puntuación</i>	No	Sí	Sí (general, no específico)	Desconocido	Sí	Sí	Sí
<i>Sello de calidad</i>	No	No	No	Desconocido	No	No	No
<i>Varios colectivos de discapacidades</i>	Sí	No	No	Sí	No	No	No

Tabla 1 Comparativa entre aplicaciones

¹ Como la aplicación ya no está disponible, se ha tenido en cuenta la noticia [5] y los restos que quedan disponibles de la aplicación.

2.3 Tecnologías Utilizadas

En este apartado, se describen las tecnologías empleadas para la realización de este proyecto, también se describirán lenguajes y otras herramientas.

2.3.1 Flutter



Ilustración 9 Logotipo de Flutter [10]

Flutter [10] (Ilustración 9), se trata de un SDK de código abierto para el desarrollo de aplicaciones móviles. Fue creado por Google y lanzado en mayo de 2017. Se puede emplear para el desarrollo de aplicaciones tanto Android, como iOS y web. Recientemente (sigue en estado beta), se han incorporado también componentes para el desarrollo de programas de escritorio para los tres principales sistemas operativos: Windows, macOS y Linux [11].

Las aplicaciones se componen por una sucesión de *widgets* que en conjunto forman la aplicación final, desde la pantalla hasta los botones son *widgets* [12].

Se forma de varios componentes:

- *Flutter engine*: escrita principalmente en C++, proporciona soporte de renderizado de bajo nivel utilizando la librería gráfica de Google Skia. *Flutter engine* implementa mecanismos de conexión directa con los sistemas operativos en los que está corriendo, teniendo así acceso a la renderización de gráficos, redes, archivos y, por supuesto, entradas y salidas. De esta forma, no dista mucho sus capacidades de las que cabría esperar de aplicaciones nativas.
- *Plataforma Dart*: el lenguaje de programación de Flutter es Dart, es similar a otros lenguajes de alto nivel (como Java, C++ o C#) en cuanto a sintaxis, e implementa una gran cantidad de funciones típicas de estos sistemas. En los sistemas operativos de escritorio (Windows, macOS y Linux [11]), corre sobre su propia máquina virtual, que implementa *hot reload*, es decir, permite hacer cambios en el código y que estos se vean en la aplicación en ejecución en el momento.
- *Foundation Library*: proporciona clases y funciones básicas que son utilizadas para construir aplicaciones con Flutter. Algunos ejemplos son las API necesarias para comunicarse con *Flutter engine*.
- *Design-specific widgets*: se tratan de los *widgets* básicos que proporciona Flutter de forma nativa para adaptarse a los requerimientos de diseño de Android y de iOS, son *material widgets* y *Cupertino widgets* respectivamente.

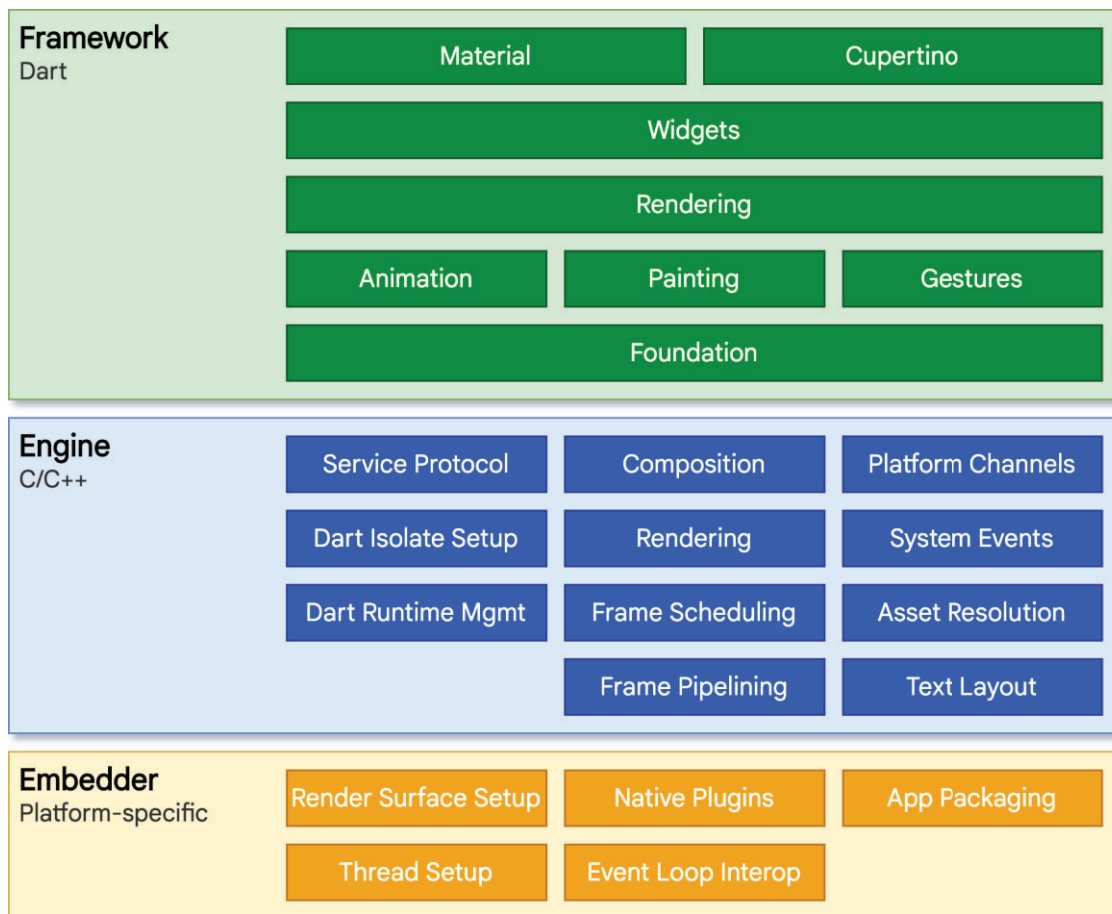


Ilustración 10 Capas de la arquitectura de Flutter [12]

Como se puede ver en la Ilustración 10, Flutter permite obtener resultados muy positivos de una forma muy simple, manteniendo el rendimiento casi nativo y pudiendo utilizar herramientas propias de la plataforma cuando se estime necesario (puede incorporar fragmentos de código en lenguajes compatibles con Android o iOS en caso de necesitarlo).

2.3.2 Firebase



Ilustración 11 Logotipo de Firebase [13]

Como en el caso anterior, Firebase [13] (Ilustración 11), se trata de una plataforma dependiente de Google y que se aloja en Google Cloud Platform (GCP). Proporciona servicios que facilitan el desarrollo en todas las plataformas compatibles con Flutter. Proporciona una serie de herramientas muy útiles para el desarrollo de aplicaciones móviles.

Sus productos se dividen en tres categorías principales:

- Desarrollo: permite disfrutar de los beneficios de la arquitectura *serverless* y prescindir de todo el control del *back end*.
- Calidad: simplifica el pase de pruebas, resolución de problemas, actualizaciones y previsión de futuros fallos.

- Crecimiento: facilita datos sobre los usuarios para mejorar el soporte, permite las pruebas cerradas sin necesidad de crear una infraestructura compleja y permite la personalización de las aplicaciones por perfiles.

Al estar basado en GCP, permite la conexión con otros servicios del propio Google y el enlace con otros muchos servicios propios.

Gracias a esta plataforma, se resuelven muchos problemas característicos del desarrollo de aplicaciones como son la gestión de los sistemas o la dificultad de encontrar complementos y gestionarlos para realizar tareas como los microservicios de: escalado de imágenes, suscripciones y pagos, *machine learning*, *log-in*, etc.

2.3.3 Android Studio



Ilustración 12 Logotipo de Android Studio [14]

Android Studio [14] (Ilustración 12) es el entorno de desarrollo predefinido para Android, proporciona todo el entorno necesario a los desarrolladores Android. Incluye el ensamblado y emulador virtual para poder probar y, finalmente, empaquetar la aplicación.

En este proyecto solo se han aprovechado las últimas funciones que se explican ya que las propias de programación y demás utilidades típicas de un IDE han sido relegadas al siguiente programa.

La emulación de un sistema Android ha sido de gran ayuda porque, como se ha dicho anteriormente, al permitir Flutter y Android *hot reload* los tiempos de pruebas manuales se han visto muy reducidos frente a otras soluciones tradicionales.

2.3.4 Visual Studio Code



Ilustración 13 Logotipo de Visual Studio Code [15]

Visual Studio Code [15] (Ilustración 13) es el editor de código multiplataforma más común para el desarrollo de aplicaciones Dart en la actualidad. Combina una velocidad extraordinaria con la posibilidad de instalar una gran cantidad de extensiones que facilitan en gran medida el desarrollo.

La integración con Flutter y Dart es completa, permitiendo también que este llame a Android Studio para poder ejecutar el proyecto en su emulador. Es como si estuviésemos programando en Android Studio, pero con mayor capacidad de personalización e integración con otros servicios como Git.

2.3.5 Git



Ilustración 14 Logotipo de git [16]

Git [16] (Ilustración 14) es el sistema de control de versiones más extendido en la actualidad, prácticamente ha eclipsado al resto de programas similares. Permite llevar un preciso control de los cambios que se ha hecho en el código de un programa (tiene otros usos, pero es para lo que se ha utilizado en este caso).

Se trata de una herramienta imprescindible en el desarrollo software, ya que permite a sus usuarios llevar un control muy preciso de lo que se ha hecho y deshacer cambios a su antojo en caso de problemas. También, permite la creación de ramas o distintas variaciones del desarrollo para la prueba de nuevas funcionalidades o integraciones. Los conceptos más utilizados son:

- *Clone*: permite la descarga de contenido desde un repositorio externo en la máquina local.
- *Add*: permite pasar el archivo modificado a un estado de preparación para la realización de un *commit*.
- *Commit*: permite guardar los cambios (incluyendo un mensaje descriptivo de los mismos) en el repositorio local Git de la máquina.
- *Push*: permite “subir” los cambios pendientes (todos los *commits* disponibles) almacenados en local al repositorio remoto utilizado
- *Pull*: permite “bajar” los cambios del último *commit* para cada archivo desde el repositorio remoto al local. En caso de haber problemas, será necesario hacer un *merge*.
- *Merge*: Permite fusionar dos versiones distintas de un mismo archivo en las que el usuario (o el propio Git) resolverá las zonas conflictivas del código.

2.3.6 GitHub



Ilustración 15 Logotipo de GitHub [17]

GitHub [17] (Ilustración 15) es una plataforma Git remota. Con esta plataforma se ha logrado tener almacenado el código del proyecto de forma segura y su sincronización entre los distintos entornos de desarrollo de este.

La función de creación de proyectos ha sido muy útil ya que, permite, con un tablero Kanban, gestionar de la mejor forma posible las tareas por hacer, en desarrollo y finalizadas. Esto, fusionado con los *issues* han mejorado de forma sustancial la organización durante el desarrollo del proyecto.

2.3.7 Diagrams.net

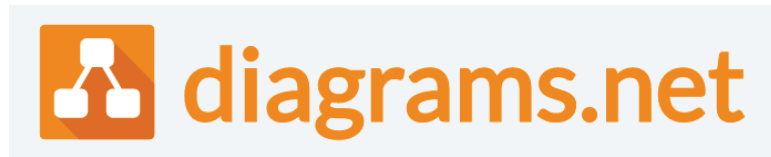


Ilustración 16 Logotipo de diagrams.net

Diagrams.net [18] (Ilustración 16, también conocido como draw.io) es una herramienta gratuita online con la que se pueden realizar todo tipo de diagramas. En el caso de esta aplicación se utilizó para el primer diseño de la interfaz y para el diseño de todas las arquitecturas y diagramas de flujo.

3 Preparación y organización previa

Antes de comenzar con el desarrollo de la aplicación en sí, es importante preparar y justificar el proyecto de cara a una futura implantación para todos los usuarios.

3.1 Las encuestas

Como herramienta de justificación del proyecto de cara a este TFG y a las autoridades, se inician un proceso de encuestas dirigidas a la población de Aranda de Duero, lugar de la primera implantación de la aplicación.

Durante el periodo de unas tres semanas entre los meses de octubre y noviembre de 2020, realicé una encuesta a un total de 154 personas de Aranda de Duero y alrededores. Mucha más información de los resultados está disponible en el Anexo A: Encuesta. El resultado que pude extraer de este proyecto fue el siguiente:

3.1.1 Problemática a la hora de hacer una encuesta

La ciencia encargada de estudiar los resultados que nos proporcionan las encuestas es una rama de las matemáticas, la estadística. Más en concreto, la estadística descriptiva, que se encarga de resumir y describir (con todo tipo de medios) los fenómenos que forman parte de su estudio. Es decir, se trata de plasmar la realidad de una forma que sea comprensible y fácilmente analizable. En ningún momento su finalidad es predecir la evolución en el futuro.

Lo principal para que una encuesta sea útil (al margen de que esté bien hecha, evidentemente) es que sea representativa, es decir, que recoja un número tal de respuestas que hagan que sea fiable. De nada sirve una encuesta muy bien formulada, que sea rápida de realizar, si esa encuesta la responden cuatro personas. También hay que añadir que esa representatividad tiene que ser objetiva, aleatoria y neutral, es decir, los intereses personales del encuestador no deben modificar los resultados de la encuesta, el medio sí que debe hacerlo. Para que se entienda mucho más claro, en mi caso, no puedo hacer esta encuesta solo a personas con movilidad reducida o discapacidad y obviar al resto de la población. Con esto conseguiría mostrar una sociedad con unas graves carencias y, por tanto, crear una situación de emergencia que no es real. Sin embargo, no sería un reflejo real de la sociedad ya que no se mostraría tal y como es. Precisamente, esta neutralidad y difusión es lo más difícil a la hora de, hoy en día, realizar una encuesta de calidad.

Otro punto para tener en cuenta, al menos para mí, es que la encuesta sea completamente anónima, sin ninguna forma por mi parte de identificar al encuestado. No se pide ni se registra ningún tipo de información personal, ni nombre, ni email, ni siquiera un identificador. La parte positiva y por lo que he hecho la encuesta así es para que cada uno pueda responder de forma sincera y sin presión social. En estas temáticas, el público suele verse intimidado por el “qué dirán” y no quiere parecer que no se preocupa por este tipo de temáticas sociales.

3.1.2 Las partes de la encuesta

Esta encuesta contó con cuatro secciones diferenciadas:

La primera, sobre la información personal del encuestado. Es muy importante tener una representación de la población que ha respondido la encuesta para poder analizar los datos por género, edad (en tramos para no ser identificable, por supuesto), si tiene alguna persona de su entorno con discapacidad, movilidad reducida o son usuarios de carritos y, finalmente, su lugar aproximado de residencia. Con todos estos datos, la calidad de la encuesta mejora bastante, dado que nos dice cuáles son los hábitos de los distintos grupos que componen la sociedad arandina y si, efectivamente, la encuesta es una muestra real de la población analizada. También sirven para responder a la cuestión de si los encuestados que se relacionan con personas que tienen problemas de acceso por su condición, son más sensibles a estas problemáticas, esta es una pregunta muy interesante que espero poder responder. Como busco que las respuestas sean sobre Aranda, es imprescindible poder demostrar que la mayor parte de las personas que contestan a la encuesta están relacionados con Aranda.

La segunda, preguntas básicas de accesibilidad. Esta sección es el núcleo de la encuesta, demuestra el grado de implicación de la sociedad con la accesibilidad. Se hacen seis preguntas: la primera de ellas para conocer los hábitos de consumo de la población (“¿Cuántos días de la semana acude a locales de pública concurrencia?”) y las cinco siguientes en un mismo bloque y que deben contestar por grados de afinidad. Estas últimas preguntan sobre la importancia de la accesibilidad para el encuestado, si puede acceder en su día a día a los locales que frecuenta, si ha tenido que salir de un local porque no ha podido acceder correctamente y, finalmente, por la accesibilidad en Aranda y sus locales.

La tercera, se trata de un apartado más bien para conseguir apoyos y que carece de información estadística interesante. En este apartado, el encuestado es preguntado por si tiene un establecimiento en propiedad o alquiler y, en caso afirmativo si estuviese dispuesto a participar en la primera fase de la aplicación. De esta forma, se consigue reclutar clientes faro desde la comodidad de una encuesta

La cuarta y final, a modo de cierre de la encuesta. Aquí se pide al encuestado que clasifique el cuestionario con un sistema de estrellas y que, si lo tuviese, deje un comentario. Con esto se consigue mejorar la calidad de redacción de la encuesta y subsanar los posibles errores que pudiese contener, además esta sección se ha constituido como un foro donde los encuestados han dejado mensajes de todo tipo, desde felicitaciones hasta nuevas ideas.

3.1.3 Los resultados

Los resultados obtenidos apoyaron la tesis y la motivación de la encuesta. De forma resumida, la mayor parte de la población de la muestra dijeron que la accesibilidad era importante o muy importante para ellos; pero, en contraposición, la mayor parte de la población no manifestó problemas a la hora de acceder a los locales que frecuentan. Pero es llamativo que el 15,5% de la población manifieste que tiene algún tipo de movilidad reducida y el 18% de la muestra afirme que tiene problemas para acceder a los locales. Esto quiere decir que casi una quinta parte de la población que participó en la encuesta tiene problemas habitualmente de acceso a locales.

Por todo esto, es imprescindible que esta situación mejore y con esta aplicación quiero conseguir este objetivo.

3.2 La dificultad para medir la accesibilidad

Para poder medir correctamente la accesibilidad a los distintos locales, se tienen que establecer unos requisitos, un sistema de clasificación y cálculo de puntuaciones. Actualmente, no hay ningún proceso estandarizado de calificación de espacios y su accesibilidad, así que he tenido que crearlo. Para ello me he basado en las distintas recomendaciones de organismos especializados en estos asuntos. Para los “especialistas”, hay varios puntos críticos en el desarrollo de edificaciones accesibles [19]:

- Itinerarios interiores y exteriores: deben ser completamente accesibles para personas con sillas de ruedas y, por lo tanto, con carritos de bebé. Si esto es así, se puede considerar que tanto la entrada como los desplazamientos en el interior, son accesibles. No tienen que existir ni grandes desniveles, ni obstáculos que impidan la libre circulación.
- Recepción, puntos de información y mostradores: tienen que estar a una altura tal que permita a un usuario de silla de ruedas utilizarlos de forma cómoda (75 a 85cm de altura) y contar con otra parte con una altura superior (110cm) para usuarios que no utilicen silla de ruedas. Es necesario hacer énfasis en estos dos mostradores ya que, para una persona con movilidad reducida, la existencia de un mostrador cómodo es imprescindible, ya que el movimiento de agacharse es muy complejo, incluso peligroso.
- Suelos y pavimentos: serán lisos, duros y sin obstáculos que puedan trabar los movimientos de las ruedas.
- Pasillos: deberán contar con un ancho suficiente para que permitan el cruce de una persona con silla de ruedas y otra ambulante, al menos será de 120cm de ancho. También, en pasillos largos, habrá un banco cada 20m para permitir el descanso de personas con dificultad de movimientos.
- Puertas: deben permitir que puedan ser atravesadas por una silla de ruedas (al menos 80cm) y deben ser operables por una persona desde su silla de ruedas. Es decir, que no tengan un peso o una operatividad que impidan el uso independiente por parte de los usuarios. Esto se extiende también para usuarios ancianos o con otros problemas físicos que hagan que hayan perdido fuerza.
- Otros: los usuarios tienen que ser capaces de realizar las tareas que se realicen en los establecimientos de forma independiente, es decir, que ellos mismos tienen ser resolutivos y poder hacer todo lo que sea que van a hacer allí. Por ejemplo: en el caso de una tienda de ropa, deben poder coger la ropa, probársela y pagarla de forma independiente y sin ayuda de terceros.

Por lo tanto, estos serán los puntos que se emplearán para medir la accesibilidad a los locales, si todos ellos se cumpliesen, estaríamos ante un local plenamente accesible para los usuarios a los que está destinada esta aplicación.

Se establecerán distintos niveles y otros factores para poder calcular el índice de accesibilidad de cada establecimiento y así se hará figurar en su apartado dentro de la aplicación.

3.3 Diseño de la interfaz y de los sistemas de medida

El diseño de la interfaz es un tema fundamental en el desarrollo de una aplicación de este tipo, pues debe ser lo más sencilla y funcional posible. Es decir, tiene que cumplir con dos objetivos principales [20]:

- Ser intuitiva: los usuarios tienen que saber cómo utilizar la aplicación sin tener que aprender nada nuevo.
- Ser útil: tiene que servir para el propósito para el que ha sido asignada.

Por todo esto es imprescindible que la aplicación sea plenamente utilizable por todos los usuarios a los que está destinada y este ha sido un objetivo primordial. Es realmente difícil diseñar una interfaz completa e intuitiva, asunto que queda más patente cuando una parte del público objetivo de la aplicación es el de personas de más de 65 años. Este grupo, a diferencia de los menores de 65 años, no está tan habituado al consumo de aplicaciones móviles [21] como sus contrapartes más jóvenes. Por ello es imprescindible que la interfaz sea fácilmente comprensible y utilizable por usuarios que no estén tan acostumbrados a usar nuevas tecnologías.

Para lograr este objetivo, se propone una interfaz simple, que muestre una única lista de todos los comercios de la localidad y en la que, al seleccionar uno de ellos, pueda visualizar todos sus datos básicos y acceder a la ubicación en Google Maps [22].

Para colaborar con la ampliación de datos dentro de la aplicación, se puede recurrir al símbolo universal de adición (“+”) que es fácilmente comprensible por la totalidad de los usuarios. Tras pulsar dicho botón, la interfaz para añadir un nuevo comercio es muy simple, solo hay que rellenar los campos, añadir una foto (ya sea con la cámara o desde la galería) y, para finalizar, señalar sobre un mapa la ubicación del establecimiento. Tras esto, al aceptar, el sistema añade automáticamente una dirección (liberando al usuario de buscar calle y número) y lo muestra todo en la interfaz anterior. Es cierto que esta parte de la experiencia de usuario es un poco más ofuscada, aunque se ha intentado hacer de la forma más simple para el usuario, si bien es cierto que no se prevé que los que añadan dichos datos a la aplicación sean personas mayores.

Los usuarios recibirán una guía (como la que se incluye en el punto 3.2 de este trabajo) que les permitirá poder evaluar la accesibilidad al local que quieran añadir, aunque queda más bien este apartado a un criterio más personal que técnico. Por ello lo ideal es que los locales, siempre que sea posible, sean agregados por personal cualificado que sí que realice las medidas. La posibilidad de que los usuarios agreguen establecimientos está presente para poder democratizar este aspecto y que agreguen locales que no se encuentren presentes. Es mejor que los usuarios incorporen un comercio, aunque no sea precisa su descripción, a que ese comercio no exista en el sistema.

Finalmente, elaboré una propuesta de colaboración en investigación con la Junta de Castilla y León para poder acceder a los centros educativos de la ciudad de Aranda de Duero y medir la accesibilidad de estos. Se encuentra en el Anexo B y fue aprobado por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León.

3.4 Los contactos

Con el ánimo de colaborar con instituciones para dotar de una sensación de oficialidad a la aplicación se contactan con diversos entes públicos y privados

obteniendo respuestas muy diferentes, aunque ninguna resulta en una colaboración. Por orden de contacto fueron:

- Ayuntamiento de Aranda de Duero: se contacta con la concejalía de Urbanismo, que en un primer momento y tras mantener varias conversaciones con el encargado de movilidad de dicha concejalía, se cree que van a ofrecer un apoyo institucional a la aplicación y que sí que tienen intención de ayudarme. Finalmente, todo se quedó en promesas vacías y no avanzó el proyecto de colaboración.
- Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León: se hace una propuesta de colaboración en la investigación sobre la accesibilidad a los centros educativos de Aranda de Duero. La investigación es declarada como interesante por el director general de Innovación y Formación del Profesorado de la propia Consejería, aunque se ve obligado a no permitir que se produjese en el curso 2020-21 por la situación pandémica y la ley que regula el acceso a los centros educativos en estas circunstancias.
- Consejo Regulador de la Ribera del Duero: se formula una propuesta de colaboración por el mutuo interés que hay, este proyecto se enriquecería con los datos de las bodegas y estas recibirían un análisis y una publicación de su accesibilidad. Indican que ellos no tienen intención de promoverlo desde el Consejo Regulador, aunque indican que les parece interesante y que puedo dirigirme directamente a las bodegas.
- Bodegas de la Ribera del Duero: se envía una propuesta formal a 20 bodegas cercanas a la población de Aranda de Duero que cuentan tanto oferta enoturística como hostelera. Ninguna de ellas responde al requerimiento.

Por lo tanto, ningún intento de colaboración fue fructífero.

3.5 Las mediciones

Una parte imprescindible de este proyecto es la medición de la accesibilidad en los distintos establecimientos que pasarán a formar parte de la aplicación. Dado que los intentos de colaboración fueron improductivos, estas medidas fueron tomadas sin un acuerdo de colaboración de por medio. Para el objeto de este proyecto, esta es una parte no tan importante, aunque es algo fundamental en caso de seguir con el mismo más adelante.

Como la intención es obtener una muestra representativa de los locales arandinos, se han tenido en cuenta comercios de distintas categorías. En todos ellos se han tomado las medidas de accesibilidad como vienen indicadas en el capítulo 3.2 de este mismo trabajo. Destaca la ausencia de centros educativos que, como aparece indicado en el apartado anterior, fue imposible.

4 Desarrollo

En este capítulo se narrarán los distintos pasos del desarrollo del proyecto siguiendo un orden cronológico.

4.1 La preparación del entorno de desarrollo

Como he comentado en el capítulo 2.3, las herramientas utilizadas son variadas y explicaré paso a paso en este apartado cómo han de ser instaladas y preparadas para constituir el entorno de desarrollo utilizado en la realización de este proyecto.

4.1.1 El sistema operativo anfitrión

Para la realización de este proyecto se ha utilizado el sistema operativo Windows 10 por permitir una mejor integración entre el sistema operativo y la tarjeta gráfica de mi ordenador.

La configuración es muy básica y solo hay que permitir la virtualización en la máquina tanto en el sistema operativo como en la BIOS/UEFI del ordenador.

Otros requisitos importantes para tener en cuenta es que en el directorio en el que se van a instalar posteriormente todos los elementos de Android Studio y Flutter no pueden existir caracteres no ASCII. Por lo tanto, es imprescindible para reducir todos los problemas de compatibilidad que van a surgir, que el usuario no tenga ni espacios, tildes u otros caracteres que no cumplan con las directivas ASCII.

4.1.2 Visual Studio Code

Para poder instalar este editor de texto, se descarga el instalador desde su página web [15] y se prosigue con la instalación.

Posiblemente, las herramientas de desarrollo más útiles de este editor de texto sean las extensiones, que permiten ampliar las funcionalidades del programa. Las necesarias para este desarrollo son:

- Dart [23]: incorpora soporte completo para el lenguaje Dart.
- Flutter [24]: incorpora un *debugger* de Flutter y un intérprete.

Con estas extensiones se puede configurar un entorno de trabajo con el que desarrollar, desde cero, cualquier tipo de aplicación que utilice Flutter, ya que permite llamar a cualquier tipo de emulador (Android, iOS, etc.) en tiempo real para poder ejecutar el código y realizar todas las pruebas necesarias pues para la ejecución de estas aplicaciones es imprescindible que se haga sobre un emulador del sistema operativo de destino.

Otra parte positiva del desarrollo con Code es la posibilidad de realizar el seguimiento de las versiones y actualizaciones hechas con git.

4.1.3 Android Studio

La instalación de este programa es mucho más compleja que los anteriores. Como ya se dijo en el primer apartado de esta subsección es imprescindible que en la ruta de instalación no haya ningún carácter que no cumpla con las especificaciones ASCII (es decir, que contenga tildes o caracteres extraños). Una

vez solventado ese programa, se puede descargar el instalador desde su propia página [14] y la instalación es muy simple.

Una vez se haya instalado el programa, es imprescindible para este proyecto crear un AVD (Dispositivo Virtual Android por sus siglas en inglés) nuevo que cumpla con los siguientes requisitos:

- Última versión disponible del SDK Android: en el caso de este proyecto se ha utilizado la versión 31 x86_64.
- Play Store: es imprescindible para el uso de Google Maps.
- Pantalla con una resolución igual o superior a FullHD para que sea realista con respecto a los teléfonos actuales.

En el caso de este proyecto se empleó un Google Pixel 4 con Play Store y SDK 31 x86_64.

Cabe destacar que Android Studio en este proyecto solo se utiliza para la simulación de un terminal Android, no se utilizará para ninguna otra fase del desarrollo de la aplicación, ya que para eso se cuenta con VS Code (ver apartado 4.1.2).

4.1.4 Flutter

El SDK de Flutter es muy sencillo de instalar, aunque el directorio de instalación debe cumplir los mismos requisitos que el de Android Studio. Su instalación se limita a la extracción del archivo comprimido que se puede descargar en su web [10] en un directorio. Posteriormente, es necesario agregar la carpeta *lib* al *path* de Windows para que pueda ser reconocida por el sistema.

Para la realización de este proyecto es necesario importar (e instalar) las siguientes dependencias externas a Flutter base:

```
1. dependencies:
2.   flutter:
3.     sdk: flutter
4.   provider: ^5.0.0
5.   image_picker: ^0.8.0+1
6.   path_provider: ^2.0.2
7.   path: ^1.8.0
8.   sqflite: ^2.0.0+3
9.   location: ^4.2.1
10.  google_maps_flutter: ^2.0.6
11.  http: ^0.13.3
```

Código 1 Contenido de pubspec.yaml

Para realizar esta instalación es preciso incluirlas, tal y como se puede ver en el Código 1, dentro del epígrafe correspondiente: “dependencies”.

4.2 Arquitectura del sistema

El sistema que compone a la aplicación, más los sistemas externos de los que hace uso, se compone fundamentalmente de dos partes:

- Aplicación Android.
- Google Cloud Platform.

Diagrama de Arquitectura: Aplicación Accesibilidad

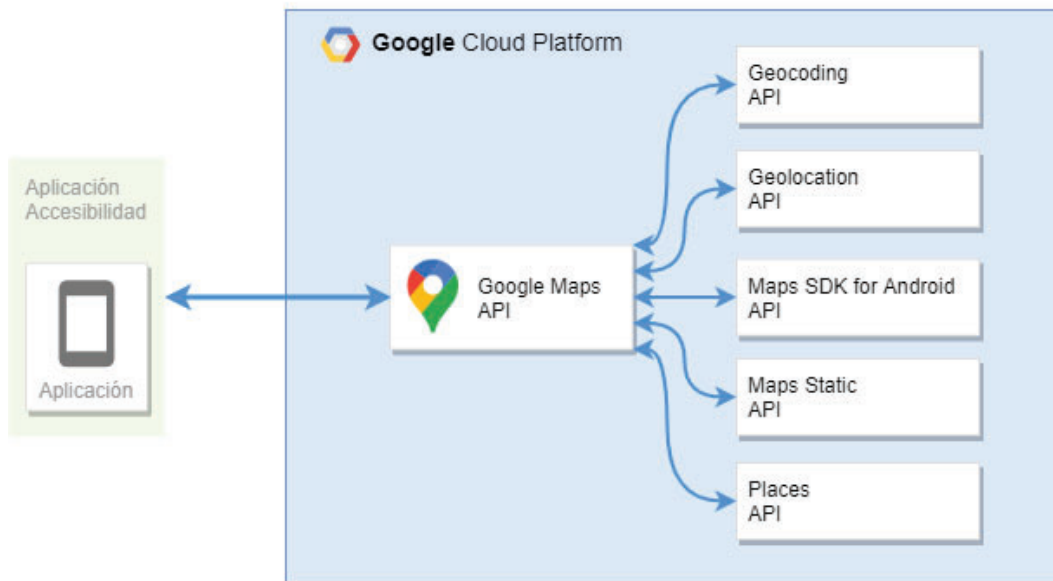


Ilustración 17 Arquitectura de la aplicación

Tal y como se puede observar en Ilustración 17, los componentes de la aplicación se distribuyen entre la aplicación en sí y una parte cloud alojada en Google Cloud Platform [25]. En concreto, la aplicación hace las llamadas necesarias a la API de Google Maps Platform [26] y esta a su vez llama a otras API. La respuesta de todas ellas es encapsulada en un único json que es enviado de vuelta al dispositivo. Pudiendo ser llamadas también, por supuesto, de forma independiente. Esto cambiará conforme sea el resultado necesario, en ocasiones se requiere más de un servicio y, en otros, uno único.

4.3 Estructura de la aplicación

En este apartado se comentarán todos los aspectos relevantes del desarrollo de la aplicación usando todas las herramientas anteriormente descritas.

Flutter tiene la gran ventaja de permitir tanto el desarrollo de la parte operativa de la aplicación como de la parte visual con el mismo lenguaje: Dart. Por ello, en estos puntos se irán narrando cada una de las partes fundamentales que corresponden a la estructura de la aplicación. Estos se dividen en carpetas (tal y como se puede ver en la Ilustración 18) y cada una de ellas corresponde a una función.

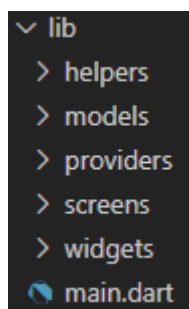


Ilustración 18 Estructura de carpetas de la aplicación

Estos distintos apartados son:

- **Helpers:** en ella están las clases que regulan el acceso tanto a la base de datos como a los servicios de ubicación de Google Maps.
- **Models:** hay una única clase que genera el objeto *place* y que es empleada para almacenar los datos de cada establecimiento.
- **Providers:** hay una única clase empleada para almacenar y obtener los datos necesarios de los establecimientos.
- **Screens:** en ella están las maquetaciones de cada una de las pantallas de la aplicación.
- **Widgets:** en ella están las clases que implementan los widgets personalizados y reutilizables correspondientes a la representación de la ubicación y de la imagen insertadas.
- **Main.dart:** implementa el arranque de todos los servicios de la aplicación. Llama a la primera pantalla y fija algunos parámetros de diseño generales de la aplicación.

4.4 Arquitectura de la base de datos

La aplicación cuenta con una única base de datos SQLite (“places.db”) que es creada con el inicio de la aplicación en el caso de que esta no exista.

4.4.1 Tabla user places

Es la única tabla con la que cuenta la base de datos, incorpora todos los campos que identifican a cada local (Tabla 2).

user_places	
Id	varchar
title	varchar
image	varchar
loc_lat	double
loc_lng	double
address	varchar
accessibilityLvl	integer
commentary	varchar

Tabla 2 Tabla user_places

El significado de cada campo es:

- **id:** identificador único de cada comercio.
- **title:** nombre del comercio.
- **image:** dirección donde se encuentra almacenada la imagen.
- **loc_lat:** latitud de las coordenadas del comercio.
- **loc_lng:** longitud de las coordenadas del comercio.
- **address:** dirección del comercio.
- **accessibilityLvl:** nivel de accesibilidad al comercio.
- **commentary:** comentarios adicionales sobre la accesibilidad.

La dirección donde se encuentra almacenada la base de datos es la que el propio sistema Android proporciona para esta aplicación en concreto.

4.5 Conexión con Google Maps

4.5.1 Configuración en GPC

Para poder configurar el acceso a los recursos de Google Maps es necesario contar con una clave para la API de Google Maps Platform [26]. Para ello es necesario contar con una cuenta de Google Cloud Platform [25] e introducir un método válido de pago. Cumpliendo estos requisitos necesarios, el procedimiento para obtener acceso a todos los componentes es simple:

1. Creación de un proyecto nuevo en GCP [25].
2. Añadir Google Maps Platform [26] al proyecto.
3. Creación de una *API key* para el acceso a GMP.
4. Añadir las API necesarias:
 - a. Maps SDK for Android: permite mostrar mapas en una aplicación para la plataforma Android. Es distinta para cada plataforma en la que se quiera desplegar la aplicación.
 - b. Geolocation API: permite obtener una geolocalización más precisa utilizando sistemas de Google (conjunto de GPS, redes WiFi y datos móviles).
 - c. Maps Static: permite obtener una captura del tamaño indicado de una ubicación en el mapa en forma de imagen. Se utiliza para mostrar el resultado de la ubicación elegida en el mapa.
 - d. Places API: muestra los puntos de interés en el mapa mostrado al usuario. Como añadido, traduce coordenadas GPS (las seleccionadas por el usuario) en direcciones físicas legibles por un humano (calle, avenida...).
 - e. Geocoding API: permite traducir una dirección introducida legible por un humano (calle, avenida...) en coordenadas. Se utiliza para traducir la dirección almacenada de los comercios en coordenadas para ser mostrada cuando el usuario quiera ver una ubicación en un mapa.
5. Configurar los permisos de acceso a la clave obtenida con anterioridad, se puede permitir el acceso global o limitarlo a una aplicación en concreto. Así se reducirá la posibilidad de que alguien malintencionado acceda a la API y haga un uso fraudulento de esta.

Los costes asociados a este servicio para este proyecto son nulos por el bajo número de llamadas que se ha hecho. En el caso de que el número de llamadas sea alto, se cobra por cada una de ellas.

4.5.2 Configuración en la aplicación

Se debe configurar la aplicación para que pueda conectarse correctamente a este servicio de GCP y no infrinja ninguna política de Google sobre privacidad. Para ello, debemos configurar el sistema tanto para que pida permisos de ubicación al usuario cuando se requieran como para pueda conectarse a la API de Google Maps.

```
1. <manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
2.     package="com.example.accessibilityapp">
3.
```

```

4.     <uses-
permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
5.     <uses-
permission android:name="android.permission.QUERY_ALL_PACKAGES"/>
6.
7.     <application
8.         android:label="accessibilityapp"
9.         android:icon="@mipmap/ic_launcher">
10.        <meta-data android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
11.            android:value="XXXXXXXX"/>
12.        <activity
13.            android:name=".MainActivity"
14.            android:launchMode="singleTop"
15.            android:theme="@style/LaunchTheme"
16.            android:configChanges="orientation|keyboardHidden|keyboard
|screenSize|smallestScreenSize|locale|layoutDirection|fontScale|screen
Layout|density|uiMode"
17.            android:hardwareAccelerated="true"
18.            android:windowSoftInputMode="adjustResize">
19.            <!--
- Specifies an Android theme to apply to this Activity as soon as
20.                the Android process has started. This theme is visibl
e to the user
21.                while the Flutter UI initializes. After that, this th
eme continues
22.                to determine the Window background behind the Flutter
UI. -->
23.            <meta-data
24.                android:name="io.flutter.embedding.android.NormalTheme"
25.                android:resource="@style/NormalTheme"
26.            />
27.            <!--
- Displays an Android View that continues showing the launch screen
28.                Drawable until Flutter paints its first frame, then t
his splash
29.                screen fades out. A splash screen is useful to avoid
any visual
30.                gap between the end of Android's launch screen and th
e painting of
31.                Flutter's first frame. -->
32.            <meta-data
33.                android:name="io.flutter.embedding.android.SplashScreenD
rawable"
34.                android:resource="@drawable/launch_background"
35.            />
36.            <intent-filter>
37.                <action android:name="android.intent.action.MAIN"/>
38.                <category android:name="android.intent.category.LAUNCH
ER"/>
39.            </intent-filter>
40.        </activity>
41.        <!-- Don't delete the meta-data below.
42.            This is used by the Flutter tool to generate GeneratedPlu
ginRegistrant.java -->
43.        <meta-data

```



```
44.         android:name="flutterEmbedding"
45.         android:value="2" />
46.     </application>
47.</manifest>
```

Código 2 Contenido de *AndroidManifest.xml*

Tal y como se puede apreciar en las líneas 4 y 10 del Código 2 figuran dos elementos clave del fichero: los permisos “ACCESS_FINE_LOCATION” [27] y la API key² de Google Maps Platform. El primero, permite acceder a la ubicación GPS precisa del teléfono, imprescindible para poder utilizar la función de mapas en esta aplicación y, el segundo, permite mostrar un mapa en la aplicación utilizando el método que se ha visto en el capítulo 4.5.1. Sin estos apartados el funcionamiento de la aplicación se vería muy limitado.

4.5.3 Comunicación con las API

La comunicación con las API es muy simple, solo hace falta hacer una consulta similar a una API REST tradicional, pero más limitada ya que no es posible hacer ninguna acción que no sea un GET. La API ofrecida por Google Maps identifica la clave personal que se ha generado anteriormente y devuelve los campos solicitados en la *query* de la consulta GET que es lanzada. Gracias a la clave se pueden facturar los servicios y controlar el uso.

Esta consulta devuelve un json con todos los datos solicitados y es posteriormente analizada por la aplicación para mostrar los datos que han sido solicitados.

Hay dos métodos que cumplen dos funciones diferentes:

- Previsualización del mapa: obtiene una imagen de la captura del mapa a mostrar.
- Traductor de dirección: obtiene una dirección a partir de unas coordenadas.

La lógica del programa es la siguiente:

```
1. import 'dart:convert';
2.
3. import 'package:http/http.dart' as http;
4.
5. const GOOGLE_API_KEY = ' XXXXXXXX';
6.
7. class LocationHelper {
8.     static String generateLocationPreviewImage({
9.         double latitude,
10.        double longitude,
11.    }) {
12.        return 'https://maps.googleapis.com/maps/api/staticmap?center=&$latitude,$longitude&zoom=16&size=600x300&maptype=roadmap&markers=color:red%7Clabel:A%7C$latitude,$longitude&key=$GOOGLE_API_KEY';
13.    }
14. }
```

² Nótese que la clave está cambiada por los caracteres: XXXXXXXX. Esto se ha hecho para conservar la privacidad y evitar un uso fraudulento del acceso al API.

```

15. static Future<String> getPlaceAddress(double lat, double lng) async
    {
16.     final url =
17.         'https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?latlng=$lat
            ,$lng&key=$GOOGLE_API_KEY';
18.     // print(url);
19.     final response = await http.get(Uri.parse(url));
20.     return json.decode(response.body)['results'][0]['formatted_address
        '];
21. }
22. }

```

Código 3 Función API mapas

Como puede observarse en el Código 3, la consulta es muy simple, dos ejemplos de consultas con sus respectivas respuestas son los siguientes:

4.5.3.1 Previsualización del mapa

Se accede al servicio de la API staticmap.

Datos introducidos en la *query*:

- Coordenadas: en este ejemplo las de la ciudad de Aranda de Duero: 41.6717, -3.68657.
 - Para centrar la vista (*center*).
 - Para marcar el punto central de la imagen (*label*).
- Nivel de zum (*zoom*): 16.
- Tamaño de la imagen (*size*): 600x300.
- Tipo de mapa (*roadmap*): clásico (sin relieve ni vista por satélite).
- Color del marcador (*markers=color*): rojo.
- Letra que aparece en el marcador (*label*): “A”.
- API key³ (*key*).

Por lo tanto, la URI de solicitud queda así:

```

1. https://maps.googleapis.com/maps/api/staticmap?center=&41.6717,-
    3.68657&zoom=16&size=600x300&maptype=roadmap&markers=color:red%7Clabel
    :A%7C41.6717,-3.68657&key=XXXXXXX

```

Código 4 Formato URI solicitud captura de mapa

Como puede verse en el Código 4, se pasan como parámetros los datos introducidos anteriormente comentados.

Y la respuesta del servicio es una imagen (Ilustración 19) cuya URL es la anterior:

³ Nótese que la clave está cambiada por los caracteres: XXXXXXXX. Esto se ha hecho para conservar la privacidad y evitar un uso fraudulento del acceso al API.



Ilustración 19 Previsualización del mapa

4.5.3.2 Traducción de dirección

Se accede al servicio de la API geocoding.

Datos introducidos en la *query*:

- Coordenadas (*latlng*): en este caso se utilizarán las de la ciudad de Aranda de Duero: 41.6717, -3.68657, es importante recordar que como decimal se utiliza el punto (“.”) y no la coma (“,”) porque sigue el sistema anglosajón. La coma se utiliza para separar latitud de longitud.
- API key (*key*).

Por lo tanto, la URI de solicitud queda así:

```
1. https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?latlng=41.6717,-3.68657&key=XXXXXXX
```

Código 5 Formato URI solicitud

Como puede verse en el Código 5, se pasan como parámetros los datos introducidos anteriormente comentados.

La respuesta se compone de varios objetos con los datos necesarios uno por cada ubicación que la API considera cercana, en esta aplicación se coge el primero de la cadena devuelta por el servicio.

Un ejemplo de respuesta de dicha *query*⁴ se puede encontrar en el 9.3 Anexo C: json devuelto por el servicio de Google Geocoding API.

Los componentes de la respuesta son:

- Dirección.
- Ciudad.
- Provincia.
- Comunidad autónoma.

⁴ El número de resultados está limitado a uno (el primero) para reducir el espacio ocupado.

- País.
- Dirección completa: compendio de los anteriores.
- Código postal.
- Coordenadas completas.
- Identificador de la localización dentro del sistema de Google Maps.
- Tipo de local (si existe y es conocido).

```
1. "formatted_address" : "Calle Barrio Nuevo, 30, 09400 Aranda de Duero, Burgos, España",
```

Código 6 Fragmento "formatted_address" extraído de la respuesta del servicio geocoding

En esta aplicación solo se usa el campo “formatted_address” (como el ejemplo recogido en Código 6 correspondiente a la línea 45 del Código 7), pues aporta todos los datos necesarios para mostrar en el apartado correspondiente de la aplicación.

4.6 Pantallas

Como se ha comentado en el apartado 4.3, las pantallas en Flutter deben ser programadas como una clase tradicional. A continuación, expondré cuáles son las pantallas que conforman la aplicación y alguna característica sobre ellas.

Para cada ventana se definirán los widgets que la componen ya que es la forma de trabajar con Flutter, como se puede ver en la Ilustración 10. Cada ventana que muestra la aplicación no es sino un conjunto de *widgets* (incluso la pantalla en sí lo es) que se disponen por toda la superficie disponible. Permite una modularidad y compatibilidad entre dispositivos y es una de las grandes ventajas que ofrece esta plataforma.

4.6.1 Lista de locales

En esta ventana se muestran la lista de locales disponibles en la aplicación.

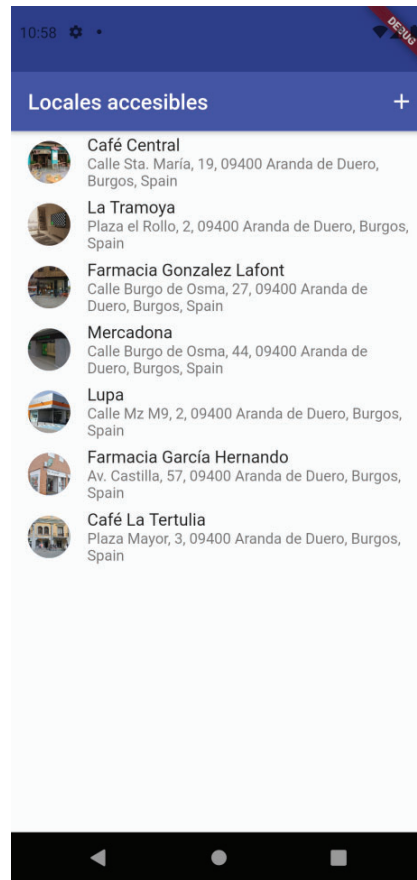


Ilustración 20 Pantalla lista de locales

La información que se muestra de cada establecimiento, como se puede ver en la Ilustración 20, es la fundamental de cada establecimiento:

- Una foto.
- Nombre.
- Dirección

Esta ventana está formada por dos widgets:

- Una barra superior con dos elementos
 - Texto: nombre de la aplicación “Locales accesibles”.
 - Botón: añadir un nuevo local.
- Una lista desplazable formada por widgets que muestran información de cada local⁵:
 - Imagen: una foto del local con forma de círculo.
 - Texto: nombre.
 - Texto: dirección.

⁵ Si no hay ningún local introducido en el sistema, muestra el texto: “Todavía no hay locales en la aplicación”.

4.6.2 Detalles del local

En esta ventana se muestran los datos específicos de cada local.



Ilustración 21 Pantalla detalles del local

La información que se muestra, como puede verse en la Ilustración 21, son los datos específicos de un local. Estos son por orden de aparición, en disposición descendente:

- Nombre.
- Dirección.
- Nivel de accesibilidad.
- Comentarios adicionales sobre la accesibilidad del local.
- Botón para mostrar la ubicación del establecimiento en un mapa.

Esta ventana está formada por dos widgets.

- Una barra superior que cuenta con dos elementos.
 - Botón: retroceso a la pantalla anterior.
 - Texto: nombre de la aplicación.
- Una columna que cuenta con varios elementos.
 - Imagen: una foto del local.
 - Texto: dirección.
 - Texto: nivel de accesibilidad.
 - Texto: comentarios.
 - Botón: ver en el mapa.

4.6.3 Añadir un nuevo local

En esta ventana se permite añadir un nuevo local a la aplicación.

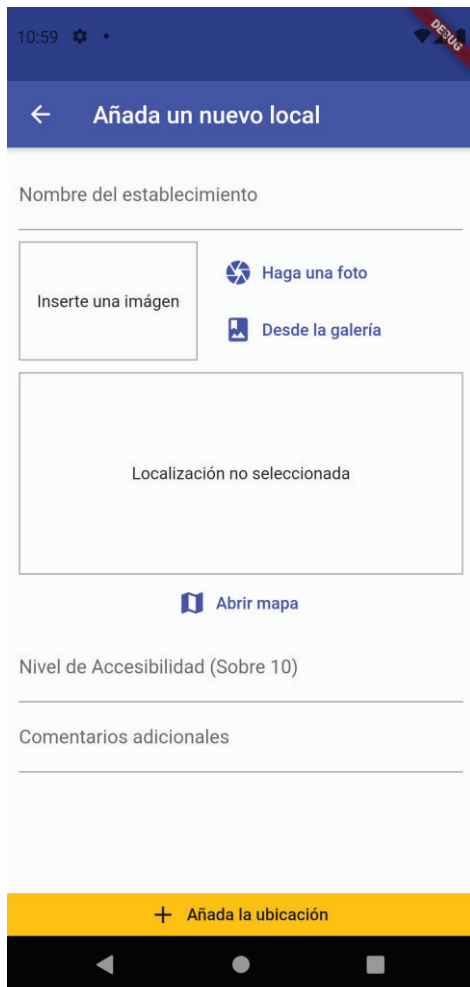


Ilustración 22 Pantalla añadir nuevo local sin completar



Ilustración 23 Pantalla añadir nuevo local completada

Como puede verse en la Ilustración 22, en esta pantalla aparece el formulario donde poner los datos necesarios de cada local, una vez completada toda la información se ve como en la Ilustración 23. Los campos que deben ser rellenados son:

- Nombre.
- Imagen: se puede hacer una foto con la cámara o agregarla desde la galería.
- Localización: se permite seleccionar la ubicación desde un mapa.
- Nivel de accesibilidad.
- Comentarios adicionales.

Esta pantalla cuenta con tres widgets:

- Una barra superior con dos elementos:
 - Botón: retroceso a la pantalla anterior.
 - Texto: "Añadir un nuevo local".
- Una columna con los siguientes elementos:

- Introducir texto: nombre del establecimiento.
- Vista previa de imagen.
 - Antes de añadir la imagen aparece el texto: “Inserte una imagen”.
 - Después, aparece la imagen seleccionada.
- Botón: haga una foto.
- Botón: desde la galería.
- Vista previa de mapa.
 - Antes de seleccionar una ubicación aparece el texto: “Localización no asignada”.
 - Después, aparece una captura del mapa centrada en el punto seleccionado.
- Botón: abrir mapa.
- Introducir texto: nivel de accesibilidad.
- Introducir texto: comentarios.
- Botón: añada la ubicación.

El uso de esta pantalla por parte del usuario es muy simple. Debe completar todos los campos donde introducir texto. Posteriormente, deberá elegir la fuente para la imagen del local, para que esto sea más cómodo se ofertan dos métodos: hacer una foto en la pantalla de cámara que se abrirá, o seleccionar una foto desde la galería de su teléfono. A continuación, podrá seleccionar la ubicación en un mapa que se abrirá utilizando la tecnología de Google Maps, para seleccionar una ubicación tendrá que tocar la pantalla; en caso de error el punto que se tiene en cuenta es el último que ha sido seleccionado, no es necesario hacer nada más. Una vez todo este proceso haya finalizado y revisado que todos los campos son correctos, el usuario podrá agregar este local a la plataforma pulsando el botón destinado a tal fin. De esta forma se sumará ese local a la aplicación.

La lógica de la aplicación gracias a la API Places (ver capítulo 4.5.1) traducirá esa localización geográfica (coordenadas con los campos latitud y longitud) a una dirección legible automáticamente.

Como decisión de diseño, todos son requeridos para que se permita añadir la ubicación nueva a la aplicación. Esto es así ya que todos los datos son igual de importantes para las personas con discapacidad, incluso los comentarios adicionales, reduciéndose las “sorpresas”. De esta forma también se logra que el usuario esté seguro de qué es lo que quiere añadir y de que cuenta con todos los datos necesarios para poder contribuir con la aplicación.

4.6.4 Mapa

En esta pantalla el usuario podrá seleccionar la ubicación del local.



Ilustración 24 Pantalla mapa



Ilustración 25 Pantalla mapa con lugar seleccionado

Como puede verse en la Ilustración 24, la pantalla cuenta con la vista de un mapa navegable. En la Ilustración 25 puede verse el punto seleccionado como localización del local.

Esta pantalla está compuesta por dos widgets:

- Una barra superior con tres elementos:
 - Botón: aspa para cancelar la acción.
 - Texto: “Seleccione una ubicación”.
 - Botón: visto para aceptar la selección.
- Un widget de mapa:
 - Cuando no hay ningún punto seleccionado no se muestra el globo de localización.
 - Cuando hay un punto seleccionado se muestra el globo en el último lugar seleccionado.

4.6.5 Otras pantallas externas

Otras pantallas externas pero que son visualizables durante el uso normal de la aplicación son:

4.6.5.1 Cámara nativa

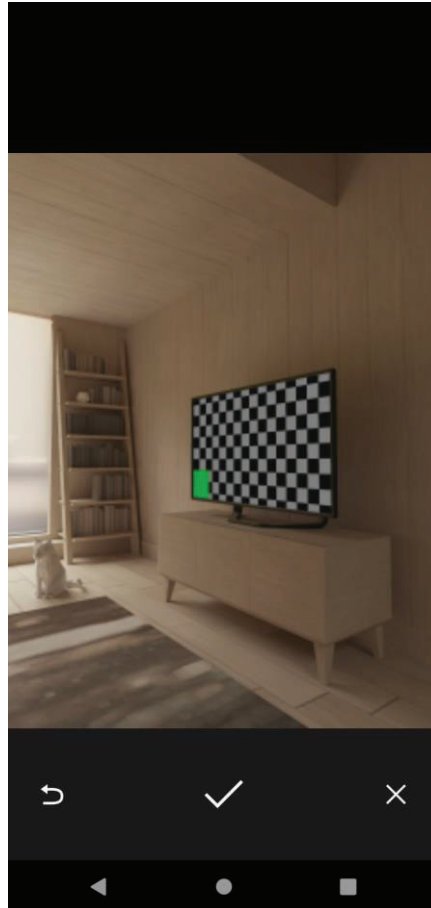


Ilustración 26 Cámara de la aplicación

Muestra, como está en la Ilustración 26, la cámara con la opción de volver atrás, borrar la foto tomada o aprobarla y, por lo tanto, mandarla a la aplicación.

4.6.5.2 Galería de imágenes

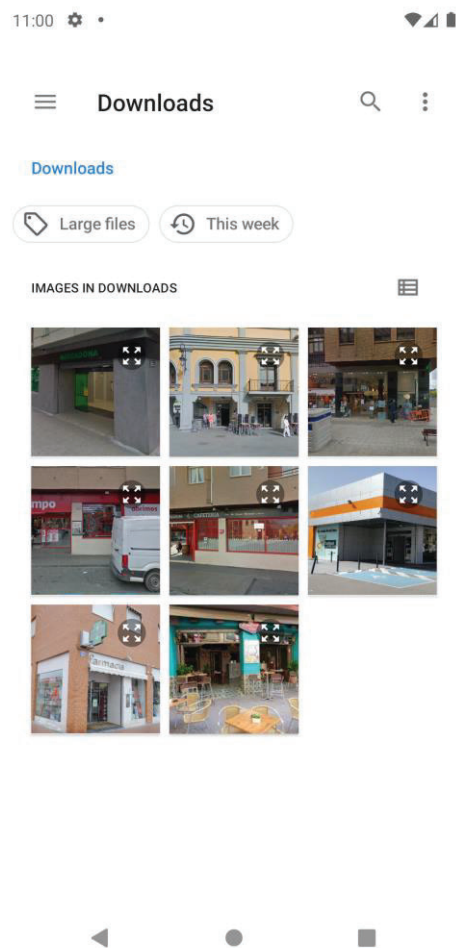


Ilustración 27 Galería nativa del dispositivo

Galería estándar nativa de Android (Ilustración 27) desde la que se puede seleccionar y visualizar una foto previamente realizada o descargada.

4.7 Navegación por la aplicación

En este apartado se mostrarán los distintos flujos de navegación entre pantallas por la aplicación para cada función propuesta.

4.7.1 Ver los datos de un local

Como puede verse en la Ilustración 28 la navegación por la aplicación es simple y con un par de toques se puede ver toda la información necesaria sobre un local. Es importante que la navegación sea intuitiva y rápida.

A continuación, tal y como se muestra en la Ilustración 29, con simples toques se puede realizar todas las funciones que se ven en la Ilustración 28.

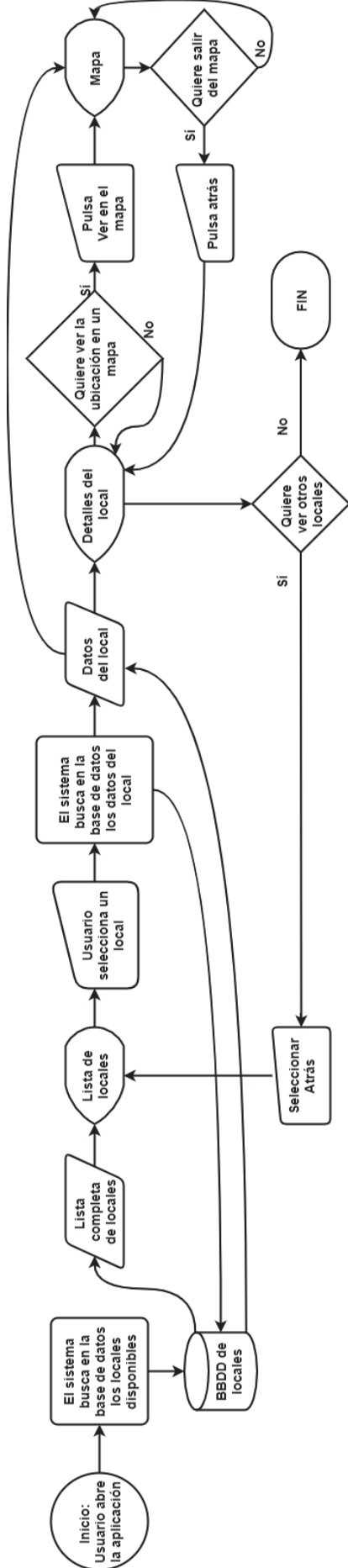


Ilustración 28 Diagrama de flujo: Ver los datos de un local

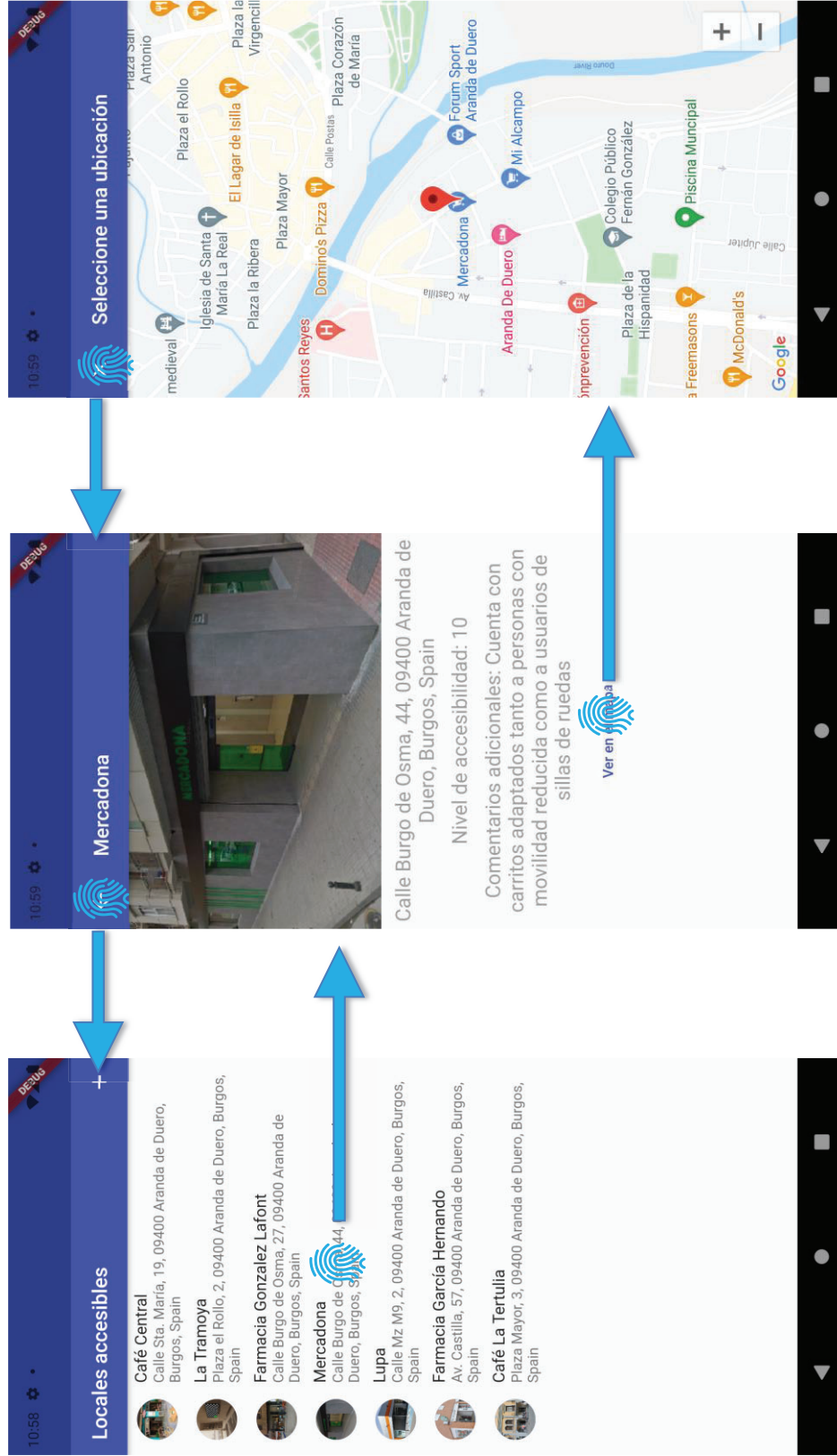


Ilustración 29 Ver información de un local: navegación entre ventanas

4.7.2 Añadir un local

Como se puede observar en la Ilustración 30, el proceso de añadir un local está muy segmentado y requiere de muchas confirmaciones. Esto permite la mejor comprensión por parte del usuario y, lo más importante, que siempre sea posible corregir los errores. Es cierto que puede resultar un proceso largo, pero son los pasos mínimos que permiten lograr el objetivo final. También, destaca la bifurcación en la forma de insertar la imagen en la aplicación, dado que, como se ve, se puede hacer de dos formas.

A continuación, tal y como se puede ver en la Ilustración 31, con simples toques se puede realizar todas las funciones que se aprecian en la Ilustración 30.

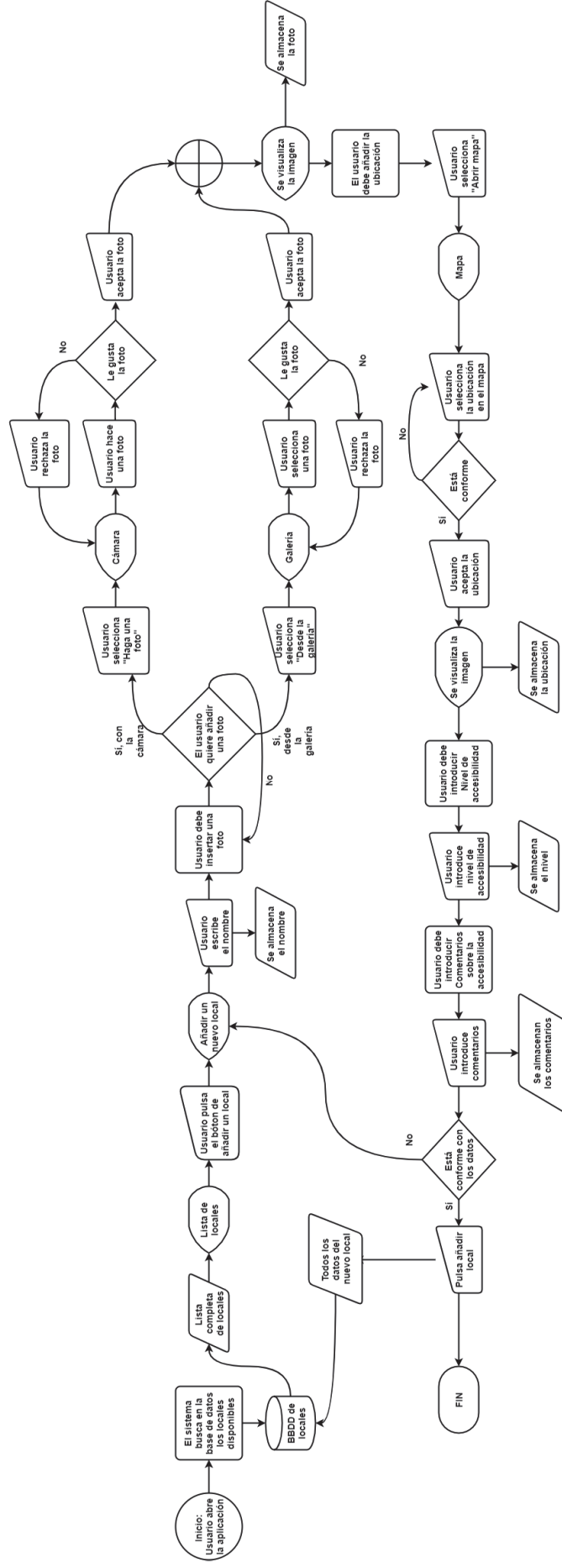


Ilustración 30 Diagrama de flujo: Añadir un local

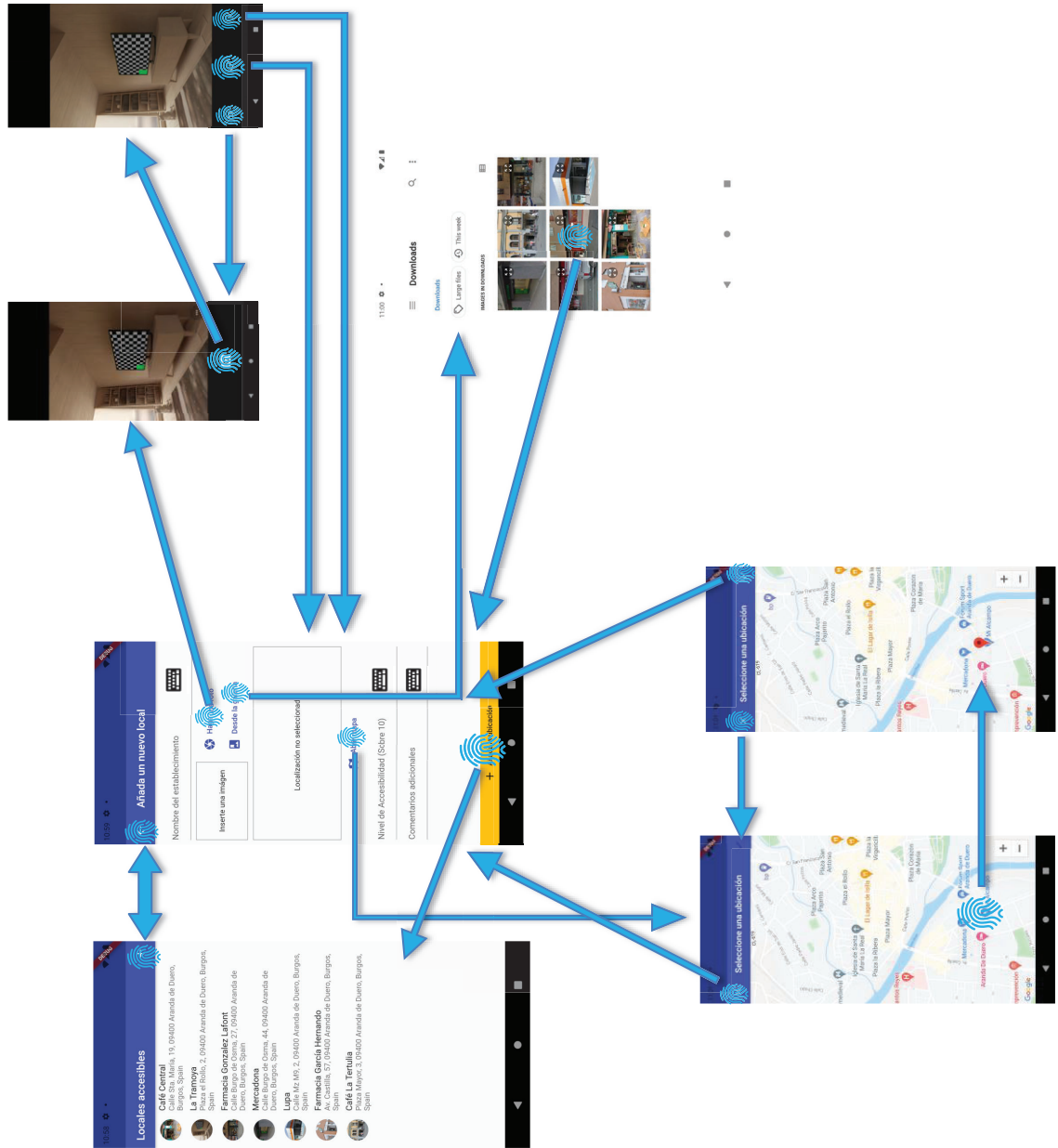


Ilustración 31 Añadir un local: navegación entre ventanas

5 Impacto del proyecto

En 2015 los líderes mundiales en colaboración con la ONU crearon un conjunto de 17 objetivos globales que conforman la “nueva agenda de desarrollo sostenible” [28] y forman parte de la Agenda 2030. Las principales metas de estos ODS son el erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son:

1. Fin de la pobreza.
2. Hambre cero.
3. Salud y bienestar.
4. Educación de calidad.
5. Igualdad de género.
6. Agua limpia y saneamiento.
7. Energía asequible y no contaminante.
8. Trabajo decente y crecimiento económico.
9. Industria, innovación e infraestructura.
- 10.Reducción de las desigualdades.
- 11.Ciudades y comunidades sostenibles.
- 12.Producción y consumo responsables.
- 13.Acción por el clima.
- 14.Vida submarina.
- 15.Vida de ecosistemas terrestres.
- 16.Paz, justicia e instituciones sólidas.
- 17.Alianzas para lograr los objetivos.

En esta sección hablaré de todos aquellos ODS para los que creo que este proyecto va a servir de apoyo, porque, cumplirlos es cosa de todos. Principalmente, estos serán dos el 10 y el 11.

5.1 Reducción de las desigualdades

Es la meta a la que más se acerca el desarrollo de este proyecto ya que su principal objetivo es la desaparición de las desigualdades entre los distintos usuarios de comercios. Las personas con discapacidades son reconocidas por la ONU como un grupo vulnerable al que hay que apoyar, sobre todo a raíz del COVID, que ha hecho que estas desigualdades sean todavía superiores [29].

Este proyecto apoya en mayor medida a las metas 10.2, 10.3 y 10.4 que se centran respectivamente en [30]:

10.2 De aquí a 2030, potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición.

10.3 Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto.

10.4 Adoptar políticas, especialmente fiscales, salariales y de protección social, y lograr progresivamente una mayor igualdad.

Como se ha podido ver en los puntos anteriores de este proyecto, esta aplicación cumple estos tres puntos si nos centramos en los ámbitos de igualdad entre la población general y el colectivo de personas con discapacidad. Gracias a esta aplicación la igualdad real de oportunidades puede ser posible, al menos eliminando las distintas barreras arquitectónicas y de diseño que separan a estos ámbitos de la población.

Uno de los puntos clave para conseguir esta plena inclusión de la que se habla es el permitir acceder a todos los puestos de trabajo a personas con discapacidad eliminando todas las faltas de adaptación que impiden que realicen dichas funciones. Este es uno de los principales objetivos de esta aplicación, una persona que tenga algún tipo de discapacidad física, como una que le obligue a ir en silla de ruedas, no debería ser impedimento para trabajar en una oficina porque el acceso a esta no esté posibilitado, por ejemplo.

5.2 Ciudades y comunidades sostenibles

Que la accesibilidad a los espacios de las ciudades sea la correcta es cosa de todos, por eso en esta sección se ven reflejadas estos puntos como unos de los más importantes para poder lograr un mundo mejor para el año 2030. Las ciudades, ante todo, tienen que ser para los ciudadanos y para lograr esa meta es imprescindible que lo sean para todos.

Principalmente, este proyecto apoya a las metas: 11.2, 11.3 y 11.7 que dicen [31]:

11.2 De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.

11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.

11.7 De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.

La creación de espacios accesibles es una prioridad actual y algo que tiene que estar presente en 2030 en todos los puntos del país. Para ello, esta aplicación ofrecerá una guía de cuáles son los puntos por corregir y servirá de espejo para que la población pueda conocer cuáles son los promotores inmobiliarios y ayuntamientos que más se esfuercen en lograr esa igualdad real en los espacios públicos y privados que haga que las ciudades sean más amables con sus

habitantes. Este es uno de los objetivos principales de esta aplicación, el incentivar que la población pueda tener un muro en el que expresar su descontento para que tanto las instituciones como los constructores se sensibilicen con las personas que tienen algún tipo de discapacidad motriz que impiden que puedan acceder a los espacios en los que conviven.

Todo esto sin olvidar a mujeres y niños, que, como ya se ha dicho antes, son usuarios de carritos de bebé y que sufren constantemente las barreras arquitectónicas presentes en locales dedicados a ellos, promociones inmobiliarias e, incluso y por increíble que parezca, parques. Todos estos puntos deberían mejorar antes de 2030 y, gracias a esta aplicación, será algo más fácil.

6 Resultados y conclusiones

Resumen de resultados obtenidos en el TFG. Y conclusiones personales del estudiante sobre el trabajo realizado.

6.1 Pruebas de uso

Como parte final del proyecto, se realizaron unas pruebas de uso para comprobar que el producto final cumplía con los requisitos exigibles a esta aplicación en materia de claridad y navegabilidad.

6.1.1 Población de la prueba

Para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación y su facilidad de uso se hicieron pruebas a:

- Grupo 1: 2 personas de más de 75 años con un uso nulo de teléfonos inteligentes.
- Grupo 2: 4 personas de entre 50 y 60 años con un uso diario de teléfonos inteligentes.
- Grupo 3: personas menores de 30 años con un uso diario de teléfonos inteligentes.

6.1.2 Resultados de la prueba

Los resultados fueron los siguientes:

- Las personas pertenecientes al Grupo 1 fueron capaces de utilizar correctamente la aplicación con dificultades y tutorial (explicaciones paso a paso) previo. Tras una hora eran capaces de utilizar el sistema correctamente. No se probó a añadir un nuevo local con ellos por falta de conocimientos sobre las funciones de navegación (*pinch-to-zoom*) de los mapas en Google Maps. También, tuvieron dificultades a la hora de entender el mapa (se estima normal para personas de su edad), pero se guiaban perfectamente por la dirección representada (calle, avenida...) ya que conocían la zona y están habituados a moverse por la ciudad.
- Las personas pertenecientes al Grupo 2 y al 3 fueron capaces de utilizar la aplicación desde un principio de forma autónoma, aunque la función de asignar una calificación fue un poco difícil de evaluar por la dificultad que representa medir la accesibilidad, sobre todo cuando no se dispone de una discapacidad. Es un área que mejorar.

6.1.3 Comentarios sobre los resultados

Se puede sacar en claro que el uso general de la aplicación es bueno, aunque hay áreas que mejorar. Estas son:

- Es imprescindible incluir un tutorial previo que explique paso a paso el funcionamiento de la aplicación para usuarios que no estén acostumbrados al uso de aplicaciones móviles.
- Es recomendable insertar un tutorial de calificación de locales en la aplicación, aunque esto podría suponer que sea demasiado tedioso para el usuario y que finalmente no lo haga.

- Existen problemas como los expuestos de navegación en mapas que son difíciles de resolver con el alcance de este proyecto. Posiblemente con un tutorial adicional y más completo sean posibles abordar estos condicionantes, aunque resulta difícil de pensar que una persona con conocimientos nulos de teléfonos inteligentes se quiera sumergir con tanta profundidad siguiendo un tutorial. Es recomendable que reciban una instrucción más personal por amigos, familiares o profesores.

6.2 Los resultados

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de este trabajo son los esperados en términos del desarrollo de la aplicación, pero decepcionantes en lo referido a las relaciones con las instituciones.

6.2.1 La aplicación

Las funcionalidades implementadas en la aplicación cumplen con los objetivos iniciales del proyecto y, por lo tanto, se puede considerar que esta ha sido un éxito. Su funcionamiento cumple con todas las expectativas y ha pasado todas las pruebas de uso.

Se comprueba que la utilidad de la aplicación es la esperada y que podría funcionar en un entorno real abierta al público, aunque habría que comprobar otros parámetros como coste por consulta y usuario (que en este proyecto no se han tenido en cuenta) y que podrían crecer con el número de usuarios que tenga la aplicación. Como en un principio esta aplicación no ha sido propuesta ni diseñada con un interés económico esto podría suponer un problema en el largo plazo.

Hay otros temas que no se han tenido tan en cuenta por el tiempo de duración en el proyecto como son la seguridad de los datos, que se asume correcta por las condiciones de Google Cloud Platform, aunque no ha sido posible hacer pruebas de penetración u otro tipo de pruebas adicionales.

6.2.2 Las relaciones con las instituciones y empresas

Por lo general, y tal y como he expuesto con anterioridad, es algo que ha frustrado en gran medida los resultados de integración de esta aplicación con la sociedad general y que, muy probablemente, ha condenado en cierta medida a esta aplicación.

Es probablemente el mayor fracaso que ha sufrido este proyecto y algo en lo que pensar para corregir en futuros evolutivos (ver capítulo 7.1).

6.2.3 El resultado final

Como conjunto este proyecto se puede decir que ha funcionado pues ha cumplido con los requisitos funcionales, pero que, también ha sido un fracaso parcial. Esto es porque pese a que la aplicación sí que funciona y que recibió un apoyo popular sorprendente por parte de los encuestados (ver Anexo A), no ha sido posible su despliegue completo por la falta de apoyo de las autoridades (ver capítulo 6 y el punto anterior). En un principio pensaba que esto iba a ser posible pese a la falta de apoyos, pero ha resultado mucho más difícil de lo

previsto. En futuros evolutivos es algo muy para tener en cuenta por la naturaleza del proyecto.

6.3 Pruebas de accesibilidad realizadas

Para poder comprobar que este proyecto puede llegar también a personas con algún tipo de discapacidad visual [32], se han adoptado diversas medidas de adaptación tomando como referencia siempre la ceguera por ser la más extrema y limitante. Se ha comprobado el nivel de accesibilidad de los dos componentes principales de este proyecto, la aplicación y este documento

6.3.1 Accesibilidad de la aplicación

Para comprobar la accesibilidad de la aplicación se han seguido las recomendaciones y las pruebas que propone Flutter en su guía de diseño [33]. Se ha comprobado que la aplicación es legible por el lector de pantalla, aunque presenta algún problema en cuanto al uso dado que no permite abrir Google Maps para permitir la navegación. Como la aplicación, al menos en esta fase, no está destinada a usuarios con discapacidad visual no es algo de muy alta importancia, aunque es un tema a tener en cuenta.

6.3.2 Accesibilidad del documento

Este documento cumple con todos los estándares de accesibilidad en la medida de lo posible. Esto quiere decir que el documento es legible por lectores de pantalla por completo ya que todas las imágenes tienen textos alternativos para que estas puedan ser descritas y cualquier lector pueda conocer su contenido. Los únicos apartados donde esto puede fallar (aunque se ha comprobado que no es así) es en algunas imágenes que, por estética, no están alineadas correctamente. Se ha tratado de llegar al máximo número de lectores posibles, cosa que no todos los trabajos pueden asegurar.

6.4 Valor educativo de este proyecto

El haber tenido la oportunidad de aprender con este TFG como dirigir un proyecto de principio a fin, ha sido de gran ayuda para mi desarrollo como profesional de la informática. Tener que ponerme en el papel de todos los implicados en el desarrollo de un proyecto ha sido, en mi opinión, fundamental para poder entender cómo se formaliza un proyecto desde la idea inicial hasta la primera versión de la aplicación resultante del proyecto.

Tener la oportunidad (y la obligación) de contactar tanto con empresas como con entes públicos ha supuesto un desafío, pero ha logrado que evolucione como profesional. La dificultad que supone enfrentarse al rechazo por parte de ambos cuerpos es dura al principio, pero ha logrado que aprenda cómo escribir propuestas de investigación o correos profesionales, además de cartas a la administración pública. Creo que el que no haya ido todo como lo que tenía previsto desde un principio ha sido muy positivo para mi aprendizaje y el poder enfrentarme a dificultades hace que este proyecto sea, todavía, más importante para mí.

Aprender un nuevo lenguaje (Dart) y el funcionamiento de un SDK (Flutter) han sido una de las mejores consecuencias de este proyecto. Ha sido un aprendizaje lento, pero constante y que considero que es muy útil para mi futuro. Puedo decir que las horas han merecido la pena finalmente. El trabajar con herramientas *cloud* (Google Maps y Firebase) es un hecho fundamental y muy valorable por la utilidad que tienen en mi presente y en mi futuro profesional. Uno de los objetivos que tenía a la hora de cambiar el enfoque inicial del proyecto que era hacer una aplicación nativa para Android usando Java a Dart y Flutter era el poder aprender un paradigma universal y creo que se ha cumplido por encima de lo que preveía. Que existan este tipo de paradigmas son una ventaja para los desarrolladores que, aunque en un principio no nos centremos en el *front end* lo necesitemos puntualmente. Permite que de forma sencilla y universal se creen aplicaciones universales que rindan de forma similar a la que lo harían sus contrapartes nativas. Aunque, por supuesto esto tiene desventajas como una pérdida (aunque pequeña) de rendimiento o que sea más lento de programar si solo se va a desplegar la aplicación en una sola plataforma. Es decir, para este proyecto no va a ser tan útil como lo podrá ser en futuras ocasiones, pero merece la pena de cara al futuro.

Considero que mi capacidad de organización de proyectos ha crecido exponencialmente mientras realizaba este proyecto. Partí de un enfoque puramente teórico y académico de la organización de proyectos, pero he ido adaptando este sistema a mis necesidades personales en ese momento específico y, he de decir, que ha sido todo un acierto. Hay ocasiones en las que es necesario retocar los puntos formales para adaptar el método de funcionamiento a los ejecutores de un proyecto (en este caso solo yo). En que el único ejecutor haya sido yo mismo, tengo que decir, que ha facilitado toda la organización y supongo que futuros proyectos sí serán más colaborativos, pero es mejor ir de lo más fundamental a lo más complejo.

Otro apartado de aprendizaje que es el que quizás sea único, singular o más especial, es el de trabajar con asuntos relacionados con la discapacidad. Son unas enseñanzas que he obtenido con la realización de este proyecto y que no tenía antes de iniciarlo. La sensibilidad que tengo actualmente de discriminación positiva con este tema, puedo asegurar que es bastante elevado y que ha sido un ejercicio muy enriquecedor en mi vida profesional y personal. En estos momentos soy más consciente de las dificultades y particularidades de las personas con discapacidad y entiendo que el software, como otros temas más físicos, tienen que estar adaptados a sus particularidades y necesidades. Actualmente es un desafío encontrar software adaptado o enfocado a ellos y que les ayude de verdad en su día a día. Por todo esto sí que puedo asegurar que, aunque minoritario, es un proyecto interesante y útil para la sociedad, aunque evidentemente requiere mucho más trabajo que el asignado a este proyecto.

La labor de concienciación que he realizado durante la duración de este trabajo sí que ha surtido efecto y, las personas con las que hablé del mismo me han asegurado que ahora son más conscientes de la realidad de las personas con movilidad reducida a la hora de entrar y moverse por un comercio. En este caso, este proyecto ha sido un éxito rotundo y me alegro de poder haber hecho reflexionar a una parte importante de las personas de mi entorno. Aunque esta labor es algo que tiene que perdurar en el tiempo y no terminar hasta que se logre la plena accesibilidad, cosa que, por desgracia, veo muy lejana pues queda mucho por hacer.

7 Pasos futuros

Como pasos a seguir en este proyecto hay varios temas de importancia que me gustaría señalar a continuación. La mayor parte de los temas son debidos a la falta de tiempo causada por la corta extensión del tiempo asignado al TFG, que no permite que se desarrolle por completo una idea y menos una idea tan grande que tiene que desplegar una sola persona.

Los pasos futuros van, principalmente, divididos en tres direcciones que se exponen a continuación.

7.1 Colaboración con empresas y autoridades

Uno de los problemas principales que tuvo este proyecto en su inicio es la falta de apoyo institucional y de entidades privadas por la naturaleza de este. El apartado de relaciones institucionales en proyectos de este corte es uno de los apartados fundamentales para que puedan seguir adelante.

Continuando con las relaciones que se intentaron establecer durante la fase de planteamiento de este proyecto se podrían conseguir resultados mucho mejores y más precisos. Como parte de este punto, se proponen dos líneas fundamentales en las que impulsar los contactos.

7.1.1 La Junta de Castilla y León

Es el ente público más alto del que se ha obtenido una respuesta y, por lo tanto, una muy buena opción para conseguir una colaboración. De ella dependen las delegaciones encargadas de la educación, de los asuntos sociales y del turismo de la Comunidad.

Desde el principio del proyecto se ha tomado como prioridad el poder añadir todos los centros educativos disponibles con el ánimo de reducir las desigualdades existentes entre los estudiantes que tienen algún tipo de discapacidad y los que no las tienen. En estos momentos esas desigualdades son palpables ya que no existe una igualdad real entre ellos, como se pudo comprobar en la fase del primer contacto con la temática de la aplicación. Durante el desarrollo de este proyecto fue imposible entrar en los centros educativos (como ya se dijo en capítulos anteriores) por la situación de pandemia por el COVID-19 en la que vivimos. Siguiendo con las conversaciones mantenidas con el área de Educación, sí que están interesados y valoran la propuesta, por lo que en fases consecutivas de este proyecto sí que se podrían analizar todos los centros en busca de barreras arquitectónicas y demás impedimentos. Realmente es un punto interesante para la Consejería de Educación en el que quieren trabajar y por lo que estarían agradecidos de poder recibir esta ayuda. Como añadido, sería muy interesante que los propios estudiantes puedan elegir centros accesibles y presionar así a los que no lo sean para que solucionen sus deficiencias en esta materia. Dado que las conversaciones ya han sido iniciadas, este punto es muy fácil que pueda desarrollarse próximamente.

De la Consejería de Familia e Igualdad de Oportunidades se prevé un apoyo puramente político ya que, como han dejado claro en situaciones anteriores, su apoyo hacia las personas con discapacidad es muy importante [34] incluyendo

siempre las nuevas medidas a tomar, la ayuda para la accesibilidad a personas con discapacidad. Por lo tanto, consiguiendo la ayuda de esta Consejería se lograría un gran impulso a esta aplicación y a todo su desarrollo. Este apartado es algo que, en el tiempo de duración de este TFG, no se ha podido lograr, por eso en un futuro sí que es factible alcanzarlo. Como parte de las medidas de apoyo a la familia por parte de la Junta, se tratará de lograr un apoyo hacia la accesibilidad de las familias a todos los establecimientos y edificios públicos. Es de vital importancia para incentivar la natalidad, tema actualmente muy de actualidad en Castilla y León y que la Junta ahora mismo está intentando impulsar [35], y para ello es imprescindible que el tener hijos (y llevarlos en carritos) no sea un freno. Impulsar que las familias puedan seguir haciendo juntas lo que hacían sin sus hijos es un paso fundamental.

De la Consejería de Cultura y Turismo se tratará de conseguir un apoyo vinculado al turismo accesible en la Comunidad. En una comunidad histórica como lo es Castilla y León es algo en lo que hay que avanzar ya que la mayor parte de los monumentos no están adaptados para el acceso con sillas de ruedas. Por esto mismo es un trabajo colectivo en el que la Consejería querrá emplearse para poder hacer una llamada hacia el turismo inclusivo. Como añadido a esto, el turismo familiar está creciendo ahora mismo y es necesario impulsarlo [36]. Por todos estos motivos, preveo que sí es posible obtener ayudas que puedan repercutir en mejorar tanto la aplicación como los monumentos y espacios que en esta aparezcan representados.

7.1.2 Los comerciantes

El apoyo de empresas privadas es fundamental en proyectos como este y es una de las principales vías en las que seguir trabajando a continuación. En una primera fase esta fue una línea en la que no se logró trabajar tan bien como se hubiese querido y por eso es algo en lo que continuar avanzando.

Preveo que con una aplicación operativa, funcional y accesible estos apoyos serán mucho más fáciles de conseguir y, así, poder mejorar la calidad general de la aplicación.

7.2 Desarrollo de un mejor sistema de medida

Es imprescindible diseñar un sistema de medida más realista y cercano a la realidad ya que el actual ha traído diversos problemas. En esta fase solo se han tenido en cuenta criterios de accesibilidad al local en sí y si se trata de un local transitable.

En próximas fases se deberían tener en cuenta otras variables como son la altura de las baldas o de los distintos elementos que componen una tienda, valorando las alturas alcanzables por una persona sentada en una silla de ruedas y que, además, tenga un radio de apertura de sus brazos limitado. Es decir, se debería poder comprobar que una persona en silla de ruedas es capaz de alcanzar por sí sola la mayor parte de los elementos situados en una estantería o en unas barras para colgar ropa (incluso la maniobrabilidad en probadores). Hay que tener en cuenta que desde una posición de sentado es imposible alcanzar elementos que están en una posición muy elevada, pero también los que están demasiado bajos ya que no se puede adoptar una posición de arrodillado que permite bajar todavía más. Por lo tanto, la creación de un

sistema de medida que pueda realizar todas estas comparaciones de forma justa y realista es imprescindible y, hasta el momento, no existe ninguno lo suficientemente universal (que se esté aplicando en la actualidad en varios países) y solo hay ejemplos aislados que no constituyen una norma a respetar en algún país [37]. Siguiendo la normativa creada por entes internacionales y adaptándola a las necesidades y normativas europeas y/o españolas se podría lograr crear una normativa nueva a estandarizar, aunque esto probablemente quede muy lejos del objetivo inicial de este proyecto; pese a que se trata de algo fundamental que no debería abandonarse.

Otra necesidad para tener en cuenta en futuros desarrollos del proyecto es la existencia de carritos de compra adaptados a usuarios de sillas de ruedas o a personas con otro tipo de movilidad reducida. Solo existen en contados supermercados de grandes cadenas (p. e.: Mercadona) y es algo que sería necesario incorporar y tener en cuenta en la aplicación. Principalmente hay dos tipos de carritos que serían necesarios: carritos acoplables a sillas de ruedas y carritos pequeños que sean fácilmente manejables por usuarios con movilidad reducida. Actualmente los formatos más utilizados son los grandes y pesados carros poco manejables y las cestas bajas que cuentan con ruedas que son muy difíciles de manejar por personas con movilidad reducida.

Las familias con niños en este último apartado lo tienen más fácil ya que, en la mayor parte de grandes establecimientos, cuentan con grandes carritos con asientos para niños, aunque son más extraños los carritos con capazos para bebés. Pero eso no evita que haya problemas ya que no suelen existir los espacios donde dejar los carros que traen las familias de sus casas, donde van sentados los niños hasta llegar al centro comercial. Cada vez es más habitual en algunos grandes centros comerciales la existencia de estos espacios y de medios de transporte alternativos y divertidos para los niños. Este apartado sería importante tenerlo en cuenta en futuros evolutivos del sistema.

Como añadido a lo anterior y a futuras mejoras que podrían seguir surgiendo, algo muy recomendable sería generar un compendio de todas estas normas para que tanto los usuarios como los propietarios puedan verificar si los locales que frecuentan o que poseen son accesibles y, en caso negativo, saber qué corregir. Es decir, los requisitos deberían ser públicos y no privados, la intención no es castigar al que lo hace mal, es darle herramientas para que sepa qué hace mal y cómo puede corregirlo. El castigo sería por parte de los usuarios que no acudirían a su establecimiento hasta que subsanase todas sus barreras y fallos.

7.3 Incorporación de nuevas utilidades a la aplicación

En futuros evolutivos de la aplicación esta debería cambiar bastante y profundizar aún más en la accesibilidad. A continuación, se expondrán, siguiendo mi propio criterio de importancia y de orden, el que deberían ser implementadas para llegar a más personas y mejorar la experiencia de usuario.

7.3.1 Incorporación de las herramientas que provee Firebase

La incorporación de algunas de las herramientas que ofrece Firebase [13] es algo fundamental para los próximos pasos que debe afrontar este proyecto. Formaba parte de la idea inicial, aunque por falta de tiempo no se ha podido

producir esa integración completa. Los servicios imprescindibles, tal y como se explicó su disponibilidad en el apartado 2.3.2, son:

La primera, bases de datos en tiempo real [38]. Es imprescindible que, con el aumento de usuarios se incluya una base de datos central y que esta sea en tiempo real (o lo más próximo a esto). En una primera fase (mientras el número de establecimientos sea contenido) se mantendrían la base de datos actual y la de Firebase, siendo la segunda la que periódicamente se vaya replicando en la primera. De esta forma se permitiría a los usuarios utilizar la aplicación sin contar con conexión en el dispositivo móvil. Cuando el número de comercios no permita esto, solamente se descargaría la base de datos de las ciudades que señale el usuario accediendo al resto de ciudades de forma online.

La tecnología actual de Firebase tiene ciertas limitaciones como [39]:

- 200.000 conexiones simultáneas.
- 100.000 respuestas simultáneas por segundo.
- 1000 Cloud Functions [40] (un tipo de FaaS [41]).
- 1MB de tamaño de un único evento activado por una operación de escritura.

Como se puede ver, es realmente difícil superar esos límites con una aplicación de estas características, por lo que Firebase es la mejor alternativa disponible en el mercado.

La segunda, control del inicio de sesión [42]. Para permitir que los únicos usuarios que añadan nuevos locales sean aquellos que están autorizados: es imprescindible implementar un control de sesión. De esta forma, se puede elegir manualmente cuáles son los usuarios que están autorizados a añadir nuevos locales o quitarles esos permisos en casos de reiterados fallos o intentos de sabotaje. Como añadido, permite varios tipos de inicio de sesión seguro, por ejemplo [43]:

- Con una cuenta de Google.
- Con una cuenta creada específicamente en el sistema de la aplicación.
- Con una cuenta de otros proveedores como: Apple, Facebook, Twitter y GitHub.

Además, ofrece pantallas de inicio de sesión ya creadas y de fácil implantación.

Para terminar, otras herramientas como Google Analytics [44], Remote Config [45] y Test Lab [46] también son de gran utilidad. La primera para conocer el comportamiento de los usuarios mientras estos usan la aplicación. De esta forma se podrán lanzar nuevas funcionalidades que atraigan nuevos usuarios. Las dos restantes para realizar evolutivos y pruebas de la aplicación y que el desarrollo sea constante y lo menos invasivo con el usuario posible, es decir, poder hacer nuevos cambios sin que sea necesario actualizar la aplicación y tener que pasar por el filtro de Google Play de nuevo [47] con el tiempo y recursos que ello conlleva.

7.3.2 Nuevas plataformas

La aplicación debería ser portada también a iOS y web, como se cuenta con la ventaja de que con Flutter se puede crear una aplicación al mismo tiempo para estas plataformas [48], sería positivo aprovecharla. De momento no se estima necesario lanzar la aplicación como aplicación nativa para entornos de escritorio

(Windows, Linux, macOS, etc.). De esta forma, se puede llegar todavía a más población, básicamente la totalidad de los usuarios que cuenten con un dispositivo móvil inteligente o un ordenador personal. Ahora mismo, al estar solo disponible para Android, limita al 10% restante de usuarios de iPhone [49]. Estos usuarios, por las características intrínsecas del sistema operativo iOS, pueden estar más centrados en la accesibilidad dado que esta plataforma lo impulsa más que la de Google. Por lo tanto, en posteriores evolutivos es imprescindible que la aplicación sea lanzada para ambas plataformas.

Este nuevo servicio requeriría algunas modificaciones en la arquitectura como la selección de la estética (de *material design* propio de Android, al de iOS) y nuevas políticas de permisos (mucho más exigentes en los desarrollos iOS). Se prevé, por lo que se indica en la propia documentación de Flutter, debería ser bastante automático y no debería haber muchos problemas con las nuevas versiones.

Otro requerimiento fundamental para el desarrollo en iOS es el disponer de un dispositivo macOS para poder programar, probar y publicar las aplicaciones. Por lo tanto, es un punto fundamental para tener en cuenta.

7.3.3 Adaptaciones para el correcto uso por parte de personas de avanzada edad

Como se ha podido ver en el apartado 6.1.3, los resultados de la interfaz y el uso en general han sido positivos. Aunque se han detectado diversos puntos en los que una mejora es imprescindible para acercar la aplicación a un público de elevada edad. Por este motivo, en este punto se van a determinar cuáles son las partes en las que la aplicación debe mejorar para que los usuarios del grupo de edad más alto puedan recurrir a ella sin ningún problema.

Los primeros puntos por cubrir en este evolutivo deberían ser la adición de dos tutoriales interactivos, uno de uso general y otro para poder añadir nuevos locales a la plataforma. El primero, deberá incluir paso a paso cómo navegar por la aplicación y cuáles son las funcionalidades básicas que esta ofrece a sus usuarios, es imprescindible que sea fácilmente entendible y que se pueda repetir más adelante ofreciendo un botón para tal fin (por ejemplo: una “i” de información que esté siempre accesible). El segundo, será mucho más específico e incluirá un vídeo en el que se pueda ver, paso a paso, cómo incluir un nuevo local en la plataforma.

Es un tema de vital importancia que ninguna de las aplicaciones analizadas en el Estado del Arte tiene en cuenta y de la que no vi la importancia que tenía hasta realizar las Pruebas de uso. Por esto, es uno de los temas prioritarios a incluir en la aplicación.

7.3.4 Incorporación de un buscador con filtros

Para mejorar la experiencia del usuario y reducir sus tiempos de búsqueda, sobre todo cuando la aplicación crezca en número de locales, es muy importante añadir un buscador en el que rastrear por nombre y un filtro que ayude a acotar la búsqueda. Debería ser capaz de filtrar al menos por los siguientes conceptos:

- Distancia máxima desde el dispositivo.
- Categoría del establecimiento.
- Nivel de accesibilidad: seleccionable para uno o varios colectivos.

- Palabras clave.

Con esto, el tiempo de búsqueda sería menor y haría posible buscar de forma más precisa los locales que sí que son accesibles eliminando la necesidad de tener que acceder a cada local individualmente para verla.

7.3.5 Incorporación de un sistema de navegación GPS

Esta funcionalidad es bastante simple de añadir ya que solo es necesario incorporar en la ventana donde se muestra el mapa la funcionalidad de navegar desde el punto en el que nos encontramos hacia el destino, que en este caso sería el local que estamos viendo.

La parte más compleja de este punto es que no existe ningún algoritmo al que pueda tener acceso para que esta navegación tenga en cuenta los requisitos de accesibilidad del perfil de usuario específico que esté utilizando la aplicación en ese momento. Esto sería un proyecto inabarcable a corto o medio plazo y que, por lo tanto, no se podría proponer para los siguientes pasos, aunque, sin duda, es un proyecto muy interesante y que tendría un impacto decisivo en la vida de las personas con movilidad reducida.

Por todo esto, se trata solo de un parche y no de una solución completa.

7.3.6 Incorporación de un mapa dinámico

Otro punto que no se ha realizado en esta implantación por falta de tiempo ha sido la incorporación de un mapa dinámico en el que los usuarios puedan ver y filtrar los resultados que estén más cerca de su ubicación para acceder a ellos no desde una lista, sino desde un mapa. Es mucho más visual y directo y por eso es una incorporación lógica en futuros evolutivos de la aplicación.

7.4 Publicación de las aplicaciones en sus respectivas tiendas

Para que la aplicación pueda llegar al público, sería necesario publicarlas en las respectivas tiendas de las plataformas o, para el caso de la versión web, alojarla en un servidor y dotarla de una URL de acceso.

Flutter crea todo lo necesario para poder exportar la aplicación a las diferentes plataformas en sus carpetas correspondientes (Android, iOS y web, respectivamente).

7.4.1 Android

Publicar una aplicación en Google Play Store [50] es, a priori, simple. Los pasos que seguir son los siguientes [51]:

1. Crear una aplicación en Play Console [52].
2. Configurar todos los datos de la aplicación (idioma, si es de pago, etc.).
3. Subir el Android App Bundle.

Posteriormente, el equipo de Google revisará la aplicación antes de que esta pueda ser publicada. Para realizar todo esto es necesario que el usuario se haga con una cuenta de desarrollador en Play Console (coste de 25\$).

Previa a su publicación, se necesita cumplir una serie de requisitos que serán revisados por un responsable de Google Play [47] y que son los básicos para asegurar que la aplicación es segura y respetuosa con los usuarios. En estas fases del desarrollo la aplicación ya cuenta con estos requisitos pues se han tenido presentes durante el desarrollo.

7.4.2 iOS

El proceso es muy similar al del caso anterior, salvo que esta vez se necesita una cuenta de desarrollador [53] (con un coste de 99\$ anuales) y un ordenador Apple con macOS.

7.4.3 Web

El proceso para aplicaciones web es algo menos automático. Sería necesario instalar la aplicación en un servidor web que tenga habilitados todos los permisos y que cuente con el entorno JavaScript necesario para la ejecución de la aplicación web. También, sería extremadamente recomendable tener un dominio web para que los usuarios puedan utilizar una forma intuitiva de acceder a la aplicación. Puede desarrollarse una página web que llame al servicio para que quede más interesante de cara a su publicación.

No se necesita contar con ningún permiso o cuenta de desarrollador para poder hacer esto.

7.4.4 General: consideraciones que tener en cuenta

Por el modelo de desarrollo que llevan las aplicaciones en Flutter es necesario tener en cuenta que el despliegue de la aplicación es triple y que son tres plataformas que mantener. Para conservar un buen ciclo de integración y despliegue continuos (CI/CD) es recomendable el uso de una herramienta como Jenkins [54]. De esta forma se pueden automatizar los despliegues y no es necesario estar accediendo a cada sistema de publicación por separado para poder publicar nuevas versiones de la aplicación. También se consigue homogeneidad entre las diferentes plataformas.

En este trabajo no se ha tenido en cuenta el uso de CI/CD por la extensión del proyecto.

8 Bibliografía

- [1] Instituto Nacional de Estadística, «Población con discapacidad según tipo de deficiencia y número de discapacidades que tiene por edad y sexo.» Instituto Nacional de Estadística, 2008. [En línea]. Available: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t15/p418/a2008/hogares/p01/modulo1/10/&file=01012.px#!tabs-tabla>. [Último acceso: 29 abril 2021].
- [2] Instituto Nacional de Estadística, «Burgos: Población por municipios y sexo,» 1 enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2862>. [Último acceso: mayo 2021].
- [3] COCEMFE, «AccesibilidadApp,» [En línea]. Available: <https://www.accesibilidapp.es/>. [Último acceso: marzo 2021].
- [4] Locais Acessíveis, «Guiaderuedas,» [En línea]. Available: <https://portal.locaisacessiveis.org/>. [Último acceso: marzo 2021].
- [5] Universidade Estadual do Oeste do Paraná, «Google Play: Mapa de Lugares Accesibles,» 20 diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.locaisacessiveis.aplicativo&gl=ES>. [Último acceso: abril 2021].
- [6] M. M. Pauné, «'mApp4all', la app gratuita que mapea por primera vez los comercios accesibles de Barcelona,» La Vanguardia, 6 julio 2016. [En línea]. Available: <https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20160706/403006038084/app-mapp4all-mapa-accesibilidad-comercios-barcelona.html>. [Último acceso: marzo 2021].
- [7] Torrent Al Día, «ASIDIT crea la app Torrent Accesible,» 24 julio 2020. [En línea]. Available: <https://torrentaldia.com/asidit-crea-la-app-torrent-accesible/>. [Último acceso: marzo 2021].
- [8] Sozialhelden e.V., «Wheelmap,» [En línea]. Available: <https://wheelmap.org/search>. [Último acceso: marzo 2021].
- [9] Universidad San Jorge, «Zaragoza Accesible,» 2015. [En línea]. Available: <https://zaccessible.usj.es/>. [Último acceso: marzo 2021].
- [10] flutter-dev, «Flutter,» [Online]. Available: <https://flutter.dev/>. [Accessed 25 abril 2021].
- [11] Ubuntu, «Canonical enables Linux desktop app support with Flutter,» Canonical, 8 julio 2020. [Online]. Available: <https://ubuntu.com/blog/canonical-enables-linux-desktop-app-support-with-flutter>. [Accessed 30 abril 2021].

- [12] flutter-dev, «Flutter architectural overview,» Flutter, [En línea]. Available: <https://flutter.dev/docs/resources/architectural-overview>. [Último acceso: 30 abril 2021].
- [13] Firebase, «Firebase,» Google, [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/>. [Último acceso: 20 marzo 2021].
- [14] Android Studio, «Android Studio,» Google, [En línea]. Available: <https://developer.android.com/studio>. [Último acceso: 10 febrero 2021].
- [15] Visual Studio Code, «Visual Studio Code,» Microsoft, [En línea]. Available: <https://code.visualstudio.com/>. [Último acceso: 10 febrero 2021].
- [16] Git, «Git,» [En línea]. Available: <https://git-scm.com/>. [Último acceso: 10 febrero 2021].
- [17] GitHub, «GitHub,» [En línea]. Available: <https://github.com/>. [Último acceso: 10 febrero 2021].
- [18] Diagrams.net, «Diagrams.net: Flowchart Maker and Online Diagram Software,» 2005. [En línea]. Available: <https://app.diagrams.net/?src=about>. [Último acceso: junio 2021].
- [19] Fundación Adecco, «<https://fundacionadecco.org/>,» junio 2019. [En línea]. Available: <https://fundacionadecco.org/wp-content/uploads/2019/06/Gu%C3%ADa-de-accesibilidad-para-empresas.pdf>. [Último acceso: marzo 2021].
- [20] S. Krug, Don't Make Me Think, Addison Wesley, 2014.
- [21] Instituto Nacional de Estadística, «Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares,» 16 octubre 2019. [En línea]. Available: https://www.ine.es/prensa/tich_2019.pdf. [Último acceso: mayo 2021].
- [22] Google, «Google Maps,» Google Maps, [En línea]. Available: <https://maps.google.com>. [Último acceso: junio 2021].
- [23] Dart Code, «Extension: Dart,» 1 junio 2021. [Online]. Available: <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=Dart-Code.dart-code>. [Accesado junio 2021].
- [24] Dart Code, «Extension: Flutter,» 1 junio 2021. [En línea]. Available: <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=Dart-Code.flutter>. [Último acceso: junio 2021].
- [25] Google Cloud, «Google Cloud Platform,» Google, [En línea]. Available: <https://cloud.google.com/>. [Último acceso: mayo 2021].
- [26] Google Cloud, «Google Maps Platform,» Google, [En línea]. Available: <https://cloud.google.com/maps-platform?hl=es>. [Último acceso: junio 2021].

- [27] Android Developers, «<uses-permission>», Android, [En línea]. Available: <https://developer.android.com/guide/topics/manifest/uses-permission-element?hl=es-419>. [Último acceso: mayo 2021].
- [28] Asamblea General de las Naciones Unidas, «Memoria del Secretario General sobre la labor de la Organización A/70/1», 2 septiembre 2015. [En línea]. Available: <https://undocs.org/es/A/70/1>. [Último acceso: junio 2021].
- [29] United Nations, “COVID-19 and Human Rights,” April 2020. [Online]. Available: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/un_policy_brief_on_human_rights_and_covid_23_april_2020.pdf. [Accessed junio 2021].
- [30] Naciones Unidas, «Objetivo 10: Reducir la desigualdad en y entre los países», [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/inequality/>. [Último acceso: junio 2021].
- [31] Naciones Unidas, «Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles», [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>. [Último acceso: junio 2021].
- [32] Discapnet, «Discapacidades visuales», Fundación ONCE, [En línea]. Available: <https://www.discalpnet.es/areas-tematicas/salud/discapacidades/deficiencias-visuales/deficiencias-visuales>. [Último acceso: 24 junio 2021].
- [33] flutter-dev, «Flutter: Accesibilidad», Flutter, mayo 2021. [En línea]. Available: <https://esflutter.dev/docs/development/accessibility-and-localization/accessibility>. [Último acceso: junio 2021].
- [34] Junta de Castilla y León, «LA JUNTA APRUEBA UN PLAN ESTRATÉGICO PARA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD DOTADO CON 752 MILLONES DE EUROS, QUE BUSCA EL DESARROLLO INTEGRAL AL PASAR DE UN MODELO ASISTENCIAL A OTRO BASADO EN DERECHOS», Comunicación de la Junta de Castilla y León, 9 febrero 2017. [En línea]. Available: <https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1281372051501/AcuerdoGobierno/1284708810426/Comunicacion>. [Último acceso: junio 2021].
- [35] Junta de Castilla y León, «LA JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN BENEFICIA A MÁS DE 60.000 CONTRIBUYENTES CON LAS DEDUCCIONES FAMILIARES EN EL IRPF POR FAMILIA NUMEROSA, NATALIDAD Y CUIDADO DE HIJOS», Comunicación de la Junta de Castilla y León, 1 enero 2020. [En línea]. Available: <https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1281372051501/NotaPrensa/1284918367312/Comunicacion>. [Último acceso: junio 2021].

- [36] Junta de Castilla y León, «LA JUNTA LOGRA SUS OBJETIVOS DE NEGOCIO EN FUTUR SUPERANDO LOS 1.100 CONTACTOS COMERCIALES, UN 13 % MÁS QUE EN LA PASADA EDICIÓN,» Comunicación de la Junta de Castilla y León, 23 mayo 2021. [En línea]. Available: <https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1284281873211/NotaPrensa/1285058633720/Comunicacion>. [Último acceso: junio 2021].
- [37] Ada Compliance , “SPACE ALLOWANCE & REACH RANGES,” 2010. [Online]. Available: [https://www.ada-compliance.com/space-allowance-reach-ranges#:~:text=Clear%20floor%20or%20ground%20spaces%20for%20wheelchairs%20shall%20comply%20with%204.5.&text=If%20the%20clear%20floor%20space,15%20in%20\(380%20mm\)..](https://www.ada-compliance.com/space-allowance-reach-ranges#:~:text=Clear%20floor%20or%20ground%20spaces%20for%20wheelchairs%20shall%20comply%20with%204.5.&text=If%20the%20clear%20floor%20space,15%20in%20(380%20mm)..) [Accessed junio 2021].
- [38] Firebase, «Firebase Realtime Database,» Google, [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/products/realtime-database>. [Último acceso: junio 2021].
- [39] Firebase, «Límites de Realtime Database,» Google, [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/database/usage/limits>. [Último acceso: junio 2021].
- [40] Google Cloud, «Cloud Functions,» Google, [En línea]. Available: <https://cloud.google.com/functions?hl=es>. [Último acceso: junio 2021].
- [41] Red Hat, «¿Qué es la función como servicio (FaaS)?,» [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-native-apps/what-is-faas>. [Último acceso: junio 2021].
- [42] Firebase, «Firebase Authentication,» Google, [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/products/auth>. [Último acceso: junio 2021].
- [43] Firebase, «Firebase Authentication: documentación,» Google, [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/auth>. [Último acceso: junio 2021].
- [44] Firebase, «Google Analytics for Firebase,» Google, [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/products/analytics>. [Último acceso: junio 2021].
- [45] Firebase, “Firebase Remote Config,” Google, [Online]. Available: <https://firebase.google.com/products/analytics>. [Accessed junio 2021].
- [46] Firebase, «Firebase Test Lab,» Google, [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/products/analytics>. [Último acceso: junio 2021].
- [47] Google, «Preparar una aplicación para su revisión,» Google, [En línea]. Available: <https://support.google.com/googleplay/android->

- developer/answer/9859455?hl=es&ref_topic=7072031. [Último acceso: junio 2021].
- [48] flutter-dev, «Flutter: Supported platforms,» 19 mayo 2021. [En línea]. Available: <https://flutter.dev/docs/development/tools/sdk/release-notes/supported-platforms>. [Último acceso: 25 mayo 2021].
- [49] R. Fernández, «Cuota de mercado de los sistemas operativos para smartphone en España de 2012 a 2020,» Statista, 29 abril 2021. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/473759/tasa-penetracion-sistema-operativo-smartphone-espana/>. [Último acceso: 15 junio 2021].
- [50] Google, «Google Play,» Google, [En línea]. Available: <https://play.google.com/store?hl=es&gl=US>. [Último acceso: junio 2021].
- [51] Google, «Crear y configurar una aplicación,» [En línea]. Available: <https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/9859152?hl=es>. [Último acceso: junio 2021].
- [52] Google, «Google Play Console,» Google, [En línea]. Available: <https://play.google.com/console/about/>. [Último acceso: junio 2021].
- [53] Apple Developer, "What You Need To Enroll," Apple, [Online]. Available: <https://developer.apple.com/programs/enroll/>. [Accessed 15 junio 2021].
- [54] Jenkins, «Jenkins,» [En línea]. Available: <https://www.jenkins.io/>. [Último acceso: 15 junio 2021].
- [55] SurveyMonkey, «Calcula el tamaño de la muestra,» [En línea]. Available: https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/?ut_source=help_center. [Último acceso: 10 febrero 2021].

9 Anexos

9.1 Anexo A: Encuesta

En este anexo, se ubican, de forma más extensa, los resultados gráficos de la encuesta realizada en la población de Aranda de Duero (Burgos) entre los meses de octubre y noviembre de 2020. Encuesta que fue muy útil para decantarme por este proyecto y que sirve de apoyo a la tesis que trataba de demostrar en ese momento que era la preocupación, la necesidad y la falta de ayuda que hay por la accesibilidad.

9.1.1 Los resultados

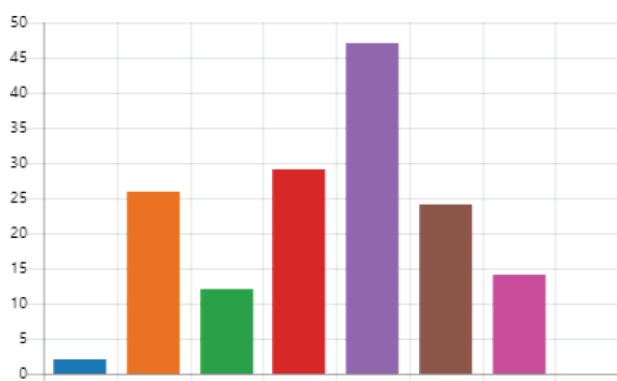
Primero, se expondrán los datos de participación y duración media de cada encuesta, posteriormente, se expondrán los resultados de cada pregunta.

9.1.1.1 Generales

- Se recibieron un total de 154 respuestas
- El tiempo medio para finalizar fue de 5:13 min

9.1.1.2 Seleccione su rango de edad

Menor de 18 años	2
Entre 18 y 25 años	26
Entre 26 y 35 años	12
Entre 36 y 45 años	29
Entre 46 y 55 años	47
Entre 56 y 65 años	24
Más de 65 años	14
Prefiero no decirlo	0



9.1.1.3 Seleccione su género

Hombre	68
Mujer	83
Otro	0
Prefiero no decirlo	3



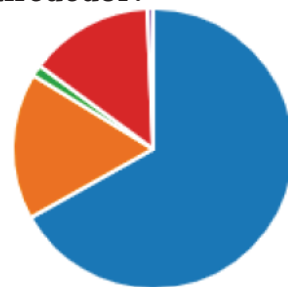
9.1.1.4 ¿Tiene usted o alguna persona de su entorno algún tipo de discapacidad, movilidad reducida o son usuarios habituales de carritos para niños? Marque todo lo que corresponda

● Yo mismo	24
● Un familiar cercano	51
● Un amigo cercano	26
● Un conocido	18
● No, ninguno	61



9.1.1.5 ¿Vive usted en Aranda de Duero o pueblos de alrededor?

● Sí, vivo en Aranda de Duero	103
● Sí, vivo en un pueblo y voy ha...	26
● Sí, vivo en un pueblo y NO vo...	2
● No, vivo fuera pero habitualm...	22
● No, no tengo ninguna relació...	1



9.1.1.6 En el caso de haber seleccionado en la pregunta anterior que no reside en Aranda y tampoco acude habitualmente. ¿Podrías indicar de dónde es?

1

Respuestas

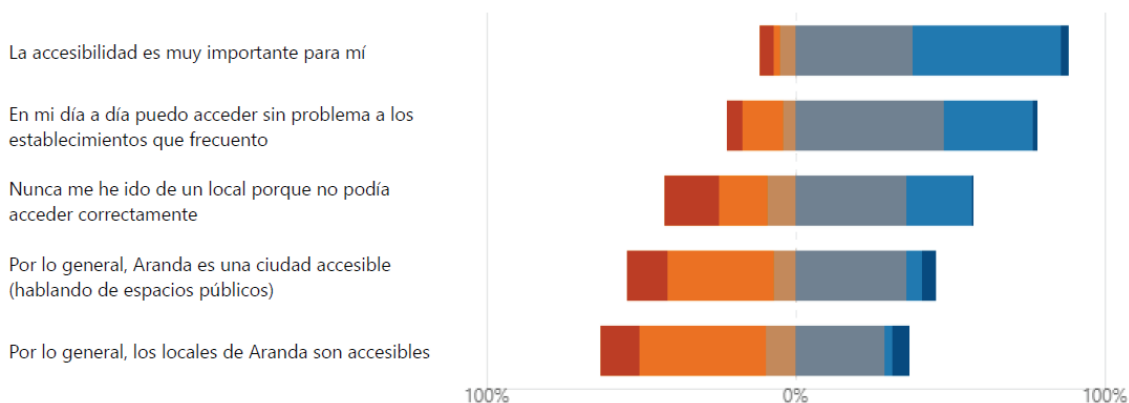
9.1.1.7 ¿Cuántos días de la semana acude a locales de pública concurrencia? Por ejemplo: bares, restaurantes, tiendas, supermercados, centros de estudios u oficinas. Si acude un día a dos locales distintos, solo cuenta como un día, seleccione la respuesta que más se adecúe a sus hábitos.

● Como mucho uno	38
● De dos a tres días	62
● Entre cuatro y cinco días	25
● Seis o más días	14
● Otras	15



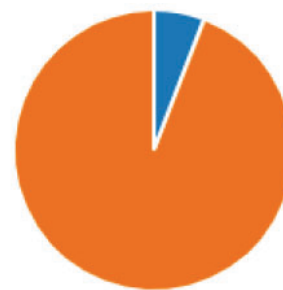
9.1.1.8 Responda a las siguientes preguntas con como de acuerdo o desacuerdo está con los siguientes enunciados

■ Totalmente en Desacuerdo ■ En Desacuerdo ■ Indiferente ■ De Acuerdo ■ Totalmente de Acuerdo ■ NS/NC



9.1.1.9 ¿Tiene un local o establecimiento propio o en alquiler situado en Aranda?

● Sí 9
● No 145



9.1.1.10 ¿Estaría interesado/a en ayudarme participando en el periodo de mediciones y formando parte del primer grupo de establecimientos que figuren en la aplicación? Sería necesario tomar medidas y comprobar que una persona con silla de ruedas, carrito de niños, bastón o muletas puede acceder correctamente al local y moverse por el interior principalmente. Con esta acción figuraría en la futura aplicación como un cliente faro (o "early adopter") y tendría una insignia especial, quizás algo más.

● Sí 1
● No 8

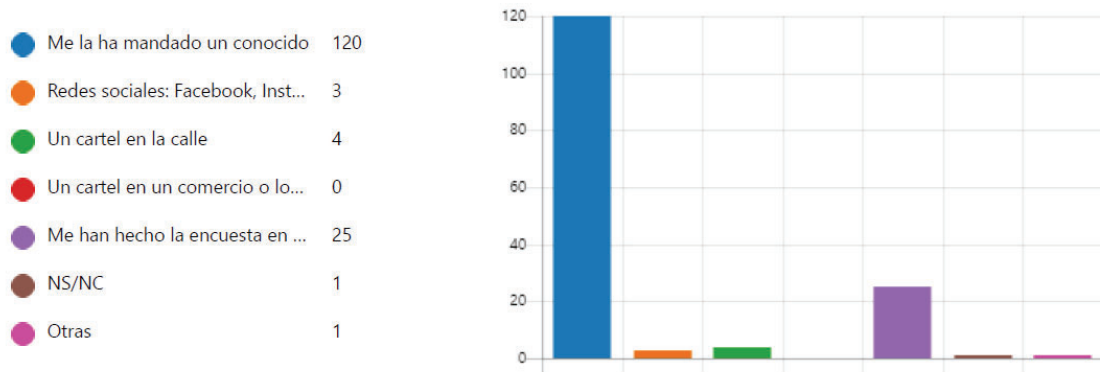


9.1.1.11 ¿Cómo calificaría la calidad de esta encuesta?

154
Respuestas

★★★★☆
Clasificación media 4.09

9.1.1.12 ¿Cómo ha encontrado esta encuesta?



9.1.1.13 Si tiene algún comentario, déjelo aquí por favor, son de mucha ayuda.

43

Respuestas

9.1.2 Análisis de la muestra

Como parte de un análisis principal, cabe indicar que, al tratarse de una encuesta a la que respondieron 154 personas, cuenta con una precisión aproximada del 8% [55]. Cuenta con un nivel de confianza del 95%, que se trata del estándar industrial para este tipo de encuestas y con una población aproximada de 35.000 habitantes que supone la muestra de la ciudad de Aranda de Duero y su zona de influencia.

Se observa también que la muestra está bastante repartida en cuanto a edades, aunque la dificultad de encontrar a personas mayores de 65 años dispuestas a responder a una encuesta es bastante elevada y, quizás, el sector al que más afectan las dificultades de movilidad se ha quedado fuera de esta encuesta. Es algo a mejorar en próximas ocasiones.

9.2 Anexo B: Sistema de medición de accesibilidad en centros educativos de Aranda de Duero

Centro:

Responsable:

Fecha:

9.2.1 Accesibilidad

9.2.1.1 Accesos

Acceso liso y sin grandes desniveles:

Puerta de entrada transitable:

Comentarios:

9.2.1.2 Entrada

Presencia de Rampa:

Facilidad de Apertura de la puerta:

Puerta de una sola hoja con ancho suficiente:

Comentarios:

9.2.1.3 Pasillos

Suelo en buen estado y liso:

Ascensor:

Ancho suficiente para radio de giro de silla de ruedas:

Comentarios:

9.2.1.4 Aulas

Suelo en buen estado y liso:

Puerta de una sola hoja con ancho suficiente:

Espacio suficiente para poder transitar una silla de ruedas:

Ausencia de resaltos donde subir:

Pizarra con altura suficiente para por escribir en silla de ruedas:

Mesa con ancho suficiente para una silla de ruedas:

Papeleras accesibles (sin pedal/altura adecuada):

Comentarios:

9.2.1.5 Baños

Está adaptado para usarse con silla de ruedas:

Hay uno por planta:

Papeleras accesibles (sin pedal/altura adecuada):

Comentario:

9.2.1.6 Laboratorios y talleres

Cuentan con encimeras accesibles:

Se puede acceder a todo el instrumental necesario o este puede ser desplazable:

Ancho suficiente para circular con sillas de ruedas

Puerta de una sola hoja con ancho suficiente:

Pizarra con altura suficiente para por escribir en silla de ruedas:

Mesa con ancho suficiente para una silla de ruedas:

Papeleras accesibles (sin pedal/altura adecuada):

Comentarios:

9.2.1.7 Conserjería, secretaría, copistería

Accesible para personas en silla de ruedas:

Mostrador a la altura de una silla de ruedas:

Puerta de una sola hoja con ancho suficiente:

Suelo en buen estado y liso:

Ausencia de resaltos donde subir:

Papeleras accesibles (sin pedal/altura adecuada):

Comentarios:

9.2.1.8 Despachos

Suelo en buen estado y liso:

Puerta de una sola hoja con ancho suficiente:

Espacio suficiente para poder transitar una silla de ruedas:

Ausencia de resaltos donde subir:

Mesa con ancho suficiente para una silla de ruedas:

Material accesible en silla de ruedas:

Papeleras accesibles (sin pedal/altura adecuada):

Comentarios:

9.2.1.9 Biblioteca:

Accesible para personas en silla de ruedas:

Mostrador a la altura de una silla de ruedas:

Puerta de una sola hoja con ancho suficiente:

Estantes accesibles en silla de ruedas:

Espacio suficiente para poder transitar una silla de ruedas:

Mesa con ancho suficiente para una silla de ruedas:

Papeleras accesibles (sin pedal/altura adecuada):

Comentarios:

9.2.1.10 Patio

Accesible para personas en silla de ruedas:

Puerta de entrada transitable:

Facilidad de Apertura de la puerta:

Ausencia de espacios no transitables por silla de ruedas:

Existencia de rampas para acceder a zonas con un desnivel elevado:

Presencia de bancos:

Fuentes accesibles en silla de ruedas:

Papeleras accesibles (sin pedal/altura adecuada):

9.2.1.11 Gimnasios y/o Polideportivos

Facilidad de apertura de la puerta:

Puerta de una sola hoja con ancho suficiente:

Accesible para personas en silla de ruedas:

Material accesible para personas en silla de ruedas:

Vestuarios accesibles:

Comentarios:

9.2.2 Planes de actuación

Indicar cuales son los planes de actuación del propio centro:

9.3 Anexo C: json devuelto por el servicio de Google Geocoding API

```
1. {
2.   "plus_code" : {
3.     "compound_code" : "M8C7+M9 Aranda de Duero, España",
4.     "global_code" : "8CHRM8C7+M9"
5.   },
6.   "results" : [
7.     {
8.       "address_components" : [
9.         {
10.          "long_name" : "30",
11.          "short_name" : "30",
12.          "types" : [ "street_number" ]
13.        },
14.        {
15.          "long_name" : "Calle Barrio Nuevo",
16.          "short_name" : "Calle Barrio Nuevo",
17.          "types" : [ "route" ]
18.        },
19.        {
20.          "long_name" : "Aranda de Duero",
21.          "short_name" : "Aranda de Duero",
22.          "types" : [ "locality", "political" ]
23.        },
24.        {
25.          "long_name" : "Burgos",
26.          "short_name" : "BU",
27.          "types" : [ "administrative_area_level_2", "political" ]
28.        }
29.      ],
30.      {
31.        "long_name" : "Castilla y León",
32.        "short_name" : "CL",
33.        "types" : [ "administrative_area_level_1", "political" ]
34.      },
35.      {
36.        "long_name" : "España",
37.        "short_name" : "ES",
38.        "types" : [ "country", "political" ]
39.      },
40.      {
41.        "long_name" : "09400",
42.        "short_name" : "09400",
43.        "types" : [ "postal_code" ]
44.      }
45.    ],
46.    "formatted_address" : "Calle Barrio Nuevo, 30, 09400 Aranda
de Duero, Burgos, España",
47.    "geometry" : {
48.      "bounds" : {
49.        "northeast" : {
50.          "lat" : 41.6720466,
          "lng" : -3.6865251
```


```

51.         },
52.         "southwest" : {
53.             "lat" : 41.6718189,
54.             "lng" : -3.6867795
55.         }
56.     },
57.     "location" : {
58.         "lat" : 41.6719278,
59.         "lng" : -3.6866697
60.     },
61.     "location_type" : "ROOFTOP",
62.     "viewport" : {
63.         "northeast" : {
64.             "lat" : 41.6732817302915,
65.             "lng" : -3.685303319708498
66.         },
67.         "southwest" : {
68.             "lat" : 41.6705837697085,
69.             "lng" : -3.688001280291503
70.         }
71.     }
72. },
73. "place_id" : "ChIJ1fNmSkMmRA0RbFyFMYmqQzE",
74. "types" : [ "premise" ]
75. }
76. ],
77. "status" : "OK"
78. }

```

Código 7 json respuesta Google Geocoding API

Este documento esta firmado por

	Firmante	CN=tfgm.fi.upm.es, OU=CCFI, O=Facultad de Informatica - UPM, C=ES
	Fecha/Hora	Mon Jun 28 16:56:45 CEST 2021
	Emisor del Certificado	EMAILADDRESS=camanager@fi.upm.es, CN=CA Facultad de Informatica, O=Facultad de Informatica - UPM, C=ES
	Numero de Serie	630
	Metodo	urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sha1 (Adobe Signature)