

---

Título en español (definido en Cascaras\cover.tex)  
Title in English (defined in Cascaras\cover.tex)

---



Trabajo de Fin de Máster  
Curso 2018–2019

Autor

Nombre Apellido1 Apellido2

Director

Director 1

Director 2

Colaborador

Colaborador 1

Colaborador 2

Máster en **Ingeniería Informática**  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid



Título en español (definido en  
Cascaras\cover.tex)  
Title in English (defined in  
Cascaras\cover.tex)

Trabajo de Fin de Máster en **Ingeniería Informática**  
Departamento de **XXXXXXXXXXXXXX**

**Autor**  
**Nombre Apellido1 Apellido2**

**Director**  
**Director 1**  
**Director 2**  
**Colaborador**  
**Colaborador 1**  
**Colaborador 2**

**Convocatoria:** *Febrero/Junio/Septiembre 2019*  
**Calificación:** *Nota*

**Máster en Ingeniería Informática**  
**Facultad de Informática**  
**Universidad Complutense de Madrid**

**DIA de MES de AÑO**



# Dedicatoria

*A Pedro Pablo y Marco Antonio, por crear TeXiS  
e iluminar nuestro camino*



# Agradecimientos

A Guillermo, por el tiempo empleado en hacer estas plantillas. A Adrián, Enrique y Nacho, por sus comentarios para mejorar lo que hicimos. Y a Narciso, a quien no le ha hecho falta el Anillo Único para coordinarnos a todos.





# Resumen

## **Título en español (definido en Cascaras\cover.tex)**

Un resumen en castellano de media página, incluyendo el título en castellano. A continuación, se escribirá una lista de no más de 10 palabras clave.

## **Palabras clave**

Máximo 10 palabras clave separadas por comas



# Abstract

## **Title in English (defined in Cascaras\cover.tex)**

An abstract in English, half a page long, including the title in English. Below, a list with no more than 10 keywords.

## **Keywords**

10 keywords max., separated by commas.



# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	2
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.3. Plan de trabajo . . . . .	2
1.4. Explicaciones adicionales sobre el uso de esta plantilla . . . . .	2
1.4.1. Texto de prueba . . . . .	2
<b>2. Estado de la Cuestión</b>	<b>7</b>
2.1. Aplicaciones de guía . . . . .	8
2.1.1. Google Maps . . . . .	8
2.1.2. BlindSquare . . . . .	9
2.1.3. Nearby Explorer . . . . .	11
2.1.4. Lazarillo . . . . .	11
2.1.5. Wayfindr . . . . .	12
2.2. Tecnología . . . . .	12
2.2.1. Balizas Bluetooth . . . . .	13
<b>3. Descripción del Trabajo</b>	<b>15</b>
<b>4. Conclusiones y Trabajo Futuro</b>	<b>17</b>
<b>5. Introduction</b>	<b>19</b>
<b>6. Conclusions and Future Work</b>	<b>21</b>
<b>A. Título del Apéndice A</b>	<b>23</b>
<b>B. Título del Apéndice B</b>	<b>25</b>



# Índice de figuras

2.1. Plano de un edificio proporcionado por Google Maps. . . . .	9
2.2. Vista del interior del Madison Square Garden. . . . .	10
2.3. Ejemplo de navegación y búsqueda en Google Maps Indoors. . . . .	10
3.1. Ejemplo de imagen . . . . .	15





# Índice de tablas

3.1. Tabla de ejemplo . . . . .	15
---------------------------------	----



# Capítulo 1

## Introducción

*“Frase célebre dicha por alguien inteligente”*

— Autor

El estudiante elaborará una memoria descriptiva del trabajo realizado, con una **extensión mínima recomendada de 50 páginas** incluyendo al menos una introducción, objetivos y plan de trabajo, resultados con una discusión crítica y razonada de los mismos, conclusiones y bibliografía empleada en la elaboración de la memoria.

La memoria se puede redactar en castellano o en inglés, pero en el primer caso la introducción y las conclusiones de la memoria tienen que traducirse también al inglés y aparecerán como capítulos **al final de la memoria**. En ambos casos, el título de la memoria aparecerá en castellano y en inglés.

Además del cuerpo principal describiendo el trabajo realizado, la memoria contendrá los siguientes elementos, que no computarán para el cálculo de la extensión mínima del trabajo:

- un resumen en inglés de media página, incluyendo el título en inglés,
- ese mismo resumen en castellano, incluyendo el título en castellano,
- una lista de no más de 10 palabras clave en inglés,
- esa misma lista en castellano,
- un índice de contenidos, y
- una bibliografía.

La portada de la memoria deberá contener la siguiente información:

- "Máster en NOMBRE DEL MÁSTER, Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid"
- Título
- Autor
- Director(es)
- Colaborador externo de dirección, si lo hay

- Curso académico
- Solo en la versión final: convocatoria y calificación obtenida

Para facilitar la escritura de la memoria siguiendo esta estructura, el estudiante podrá usar las plantillas en LaTeX o Word preparadas al efecto y publicadas en la página web del máster correspondiente.

Todo el material no original, ya sea texto o figuras, deberá ser convenientemente citado y referenciado. En el caso de material complementario se deben respetar las licencias y copyrights asociados al software y hardware que se emplee. En caso contrario no se autorizará la defensa, sin menoscabo de otras acciones que correspondan.

## 1.1. Motivación

Introducción al tema del TFM.

## 1.2. Objetivos

Descripción de los objetivos del trabajo.

## 1.3. Plan de trabajo

Aquí se describe el plan de trabajo a seguir para la consecución de los objetivos descritos en el apartado anterior.

## 1.4. Explicaciones adicionales sobre el uso de esta plantilla

Si quieres cambiar el **estilo del título** de los capítulos, edita `TeXiS\TeXiS_pream.tex` y comenta la línea `\usepackage[Lenny]{fncychap}` para dejar el estilo básico de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

Si no te gusta que no haya **espacios entre párrafos** y quieres dejar un pequeño espacio en blanco, no metas saltos de línea (`\\`) al final de los párrafos. En su lugar, busca el comando `\setlength{\parskip}{0.2ex}` en `TeXiS\TeXiS_pream.tex` y aumenta el valor de `0,2ex` a, por ejemplo, `1ex`.

TFMTeXiS se ha elaborado a partir de la plantilla de TeXiS<sup>1</sup>, creada por Marco Antonio y Pedro Pablo Gómez Martín para escribir su tesis doctoral. Para explicaciones más extensas y detalladas sobre cómo usar esta plantilla, recomendamos la lectura del documento `TeXiS-Manual-1.0.pdf` que acompaña a esta plantilla.

El siguiente texto se genera con el comando `\lipsum[2-20]` que viene a continuación en el fichero `.tex`. El único propósito es mostrar el aspecto de las páginas usando esta plantilla. Quita este comando y, si quieres, comenta o elimina el paquete `lipsum` al final de `TeXiS\TeXiS_pream.tex`

### 1.4.1. Texto de prueba

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet,

---

<sup>1</sup><http://gaia.fdi.ucm.es/research/texis/>

tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a,

dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus

orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

Nulla mattis luctus nulla. Duis commodo velit at leo. Aliquam vulputate magna et leo. Nam vestibulum ullamcorper leo. Vestibulum condimentum rutrum mauris. Donec id mauris. Morbi molestie justo et pede. Vivamus eget turpis sed nisl cursus tempor. Curabitur mollis sapien condimentum nunc. In wisi nisl, malesuada at, dignissim sit amet, lobortis in, odio. Aenean consequat arcu a ante. Pellentesque porta elit sit amet orci. Etiam at turpis nec elit ultricies imperdiet. Nulla facilisi. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse viverra aliquam risus. Nullam pede justo, molestie nonummy, scelerisque eu, facilisis vel, arcu.

Curabitur tellus magna, porttitor a, commodo a, commodo in, tortor. Donec interdum. Praesent scelerisque. Maecenas posuere sodales odio. Vivamus metus lacus, varius quis, imperdiet quis, rhoncus a, turpis. Etiam ligula arcu, elementum a, venenatis quis, sollicitudin sed, metus. Donec nunc pede, tincidunt in, venenatis vitae, faucibus vel, nibh. Pellentesque wisi. Nullam malesuada. Morbi ut tellus ut pede tincidunt porta. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam congue neque id dolor.

Donec et nisl at wisi luctus bibendum. Nam interdum tellus ac libero. Sed sem justo, laoreet vitae, fringilla at, adipiscing ut, nibh. Maecenas non sem quis tortor eleifend fermentum. Etiam id tortor ac mauris porta vulputate. Integer porta neque vitae massa. Maecenas tempus libero a libero posuere dictum. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aenean quis mauris sed elit commodo placerat. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Vivamus rhoncus tincidunt libero. Etiam elementum pretium justo. Vivamus est. Morbi a tellus eget pede tristique commodo. Nulla nisl. Vestibulum sed nisl eu sapien cursus rutrum.

Nulla non mauris vitae wisi posuere convallis. Sed eu nulla nec eros scelerisque pharetra. Nullam varius. Etiam dignissim elementum metus. Vestibulum faucibus, metus sit amet mattis rhoncus, sapien dui laoreet odio, nec ultricies nibh augue a enim. Fusce in ligula. Quisque at magna et nulla commodo consequat. Proin accumsan imperdiet sem. Nunc porta. Donec feugiat mi at justo. Phasellus facilisis ipsum quis ante. In ac elit eget ipsum pharetra faucibus. Maecenas viverra nulla in massa.

Nulla ac nisl. Nullam urna nulla, ullamcorper in, interdum sit amet, gravida ut, risus. Aenean ac enim. In luctus. Phasellus eu quam vitae turpis viverra pellentesque. Duis feugiat felis ut enim. Phasellus pharetra, sem id porttitor sodales, magna nunc aliquet nibh, nec blandit nisl mauris at pede. Suspendisse risus risus, lobortis eget, semper at, imperdiet sit amet, quam. Quisque scelerisque dapibus nibh. Nam enim. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc ut metus. Ut metus justo, auctor at, ultrices eu, sagittis ut, purus. Aliquam aliquam.





## Estado de la Cuestión

En el estado de la cuestión es donde aparecen gran parte de las referencias bibliográficas del trabajo. Una de las formas más cómodas de gestionar la bibliografía en  $\text{\LaTeX}$  es utilizando **bibtex**. Las entradas bibliográficas deben estar en un fichero con extensión *.bib* (con esta plantilla se proporciona el fichero *biblio.bib*, donde están las entradas referenciadas más abajo). Cada entrada bibliográfica tiene una clave que permite referenciarla desde cualquier parte del texto con los siguiente comandos:

- Referencia bibliografica con cite: ?
- Referencia bibliográfica con citep: (?)
- Referencia bibliográfica con citet: ?

Es posible citar más de una fuente, como por ejemplo (???)

Después, latex se ocupa de rellenar la sección de bibliografía con las entradas **que hayan sido citadas** (es decir, no con todas las entradas que hay en el *.bib*, sino sólo con aquellas que se hayan citado en alguna parte del texto).

Bibtex es un programa separado de latex, pdflatex o cualquier otra cosa que se use para compilar los *.tex*, de manera que para que se rellene correctamente la sección de bibliografía es necesario compilar primero el trabajo (a veces es necesario compilarlo dos veces), compilar después con bibtex, y volver a compilar otra vez el trabajo (de nuevo, puede ser necesario compilarlo dos veces).

---

### HACER INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO!!!!

En los últimos años ha aumentado la concienciación acerca de la importancia de desarrollar tecnologías accesibles e inclusivas, de modo que, concretamente, cada vez son más las aplicaciones que tratan de reducir las limitaciones que antes las convertían en inalcanzables para personas con discapacidad visual.

Entre ellas encontramos todo tipo de categorías: redes sociales, entretenimiento, lectura, identificación de colores y objetos, etc.

Nosotras haremos un pequeño estudio sobre qué aplicaciones accesibles ya existen en el campo de la navegación, bien sea por interiores o exteriores, y cómo funcionan.

## 2.1. Aplicaciones de guía

### 2.1.1. Google Maps

El pasado 10 de Octubre de 2019, en el “World Sight Day”, Google dió a conocer la última actualización de la famosa aplicación *Google Maps*<sup>1</sup>. Esta incluiría una nueva característica desarrollada desde cero por y para personas con discapacidad visual que convertiría a la misma en una app accesible.

El proyecto consiste en la implementación de una nueva funcionalidad, que facilita la posibilidad de recibir instrucciones de voz más detalladas y nuevos tipos de anuncios verbales muy útiles para las rutas de a pie. Algunas de las nuevas instrucciones incluidas son: informar de manera proactiva que estás en la ruta correcta, la distancia hasta el próximo giro, la dirección en la que estás caminando, avisos para cruzar con precaución si te aproximas a una gran intersección, notificaciones en caso de ser redirigido por causa de haber abandonado accidentalmente la ruta correcta, etc. De esta manera, la aplicación pretende brindar de independencia a las personas que padecen ceguera tratando de que se sientan cómodas y seguras a la hora de explorar lugares nuevos y desconocidos. La guía de voz detallada para la navegación está actualmente en desarrollo, estando ya disponible en inglés en los Estados Unidos y en japonés en Japón. Su soporte para otros idiomas y países sigue en camino.

En cuanto a la navegación por interiores, *Google Maps*<sup>2</sup> con su actualización 6.0 incorporó los primeros planos de ciertos edificios, entre los cuales destacan aeropuertos, centros comerciales, estadios y puntos de transporte público.

Gracias a esta nueva versión, *Google Maps* ayuda a determinar dónde estás, en qué planta y hacia dónde ir. Para ello, basta con hacer zoom sobre un edificio cuyo plano esté disponible en la app, y este aparecerá automáticamente y completamente detallado. En la figura 2.1, por ejemplo, vemos un ejemplo del famoso Madison Square Garden de Nueva York.

En el plano podrás localizar dónde están los baños, escaleras, ascensores, entradas y salidas, etc. los cuales aparecen representados mediante los iconos globalmente aceptados (ver figura 2.1). También aparecen detallados los distintos establecimientos que se localizan en el edificio e incluye la posibilidad de hacer ciertas búsquedas, tanto generales (de cafeterías, librerías, tiendas, restaurantes...) como concretas (Starbucks, McDonald...) (ver figura 2.3). Otra funcionalidad que no falta en la versión de interiores es la posibilidad de señalar un destino y recibir indicaciones sobre cómo llegar a él. Para ello, aparece el habitual punto azul que te acompaña e indica tu posición, actualizando el plano con cada movimiento que llesves a cabo (incluidos cambios de una planta a otra) (ver figura 2.3).

Esta aplicación es un proyecto colaborativo y por ende, desde la web es posible actualizar y subir nuevos planos. Está disponible tanto para ordenador como plataformas Android e iOS.

Pese al gran avance que supone en la navegación por interiores, cuenta con ciertas desventajas. El posicionamiento, al contrario que en exteriores, no es muy preciso y las búsquedas que puedes realizar son limitadas, no pudiendo, por ejemplo, preguntar por la ubicación de los baños. Pero, sobre todo tiene el inconveniente de que no es una tecnología accesible. *Google Maps Indoors*<sup>3</sup> es una aplicación completamente visual que no cuenta con soporte auditivo por lo que descarta completamente a usuarios invidentes.

<sup>1</sup><https://blog.google/products/maps/better-maps-for-people-with-vision-impairments/>

<sup>2</sup><https://www.google.es/intl/es/maps/about/partners/indoormap/>

<sup>3</sup>[https://www.youtube.com/watch?v=cPsTWj\\_03Qs](https://www.youtube.com/watch?v=cPsTWj_03Qs)

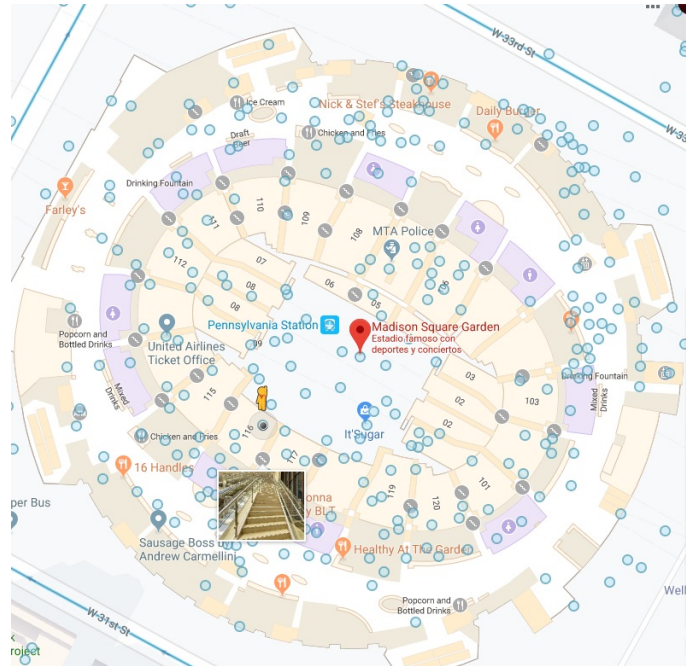


Figura 2.1: Plano de un edificio proporcionado por Google Maps.

### 2.1.2. BlindSquare

Es una de las aplicaciones de navegación más populares, su uso se extiende en más de 130 países y está habilitada en 25 idiomas, entre los cuales se incluye el español. Esta aplicación, desarrollada para iOS y diseñada para personas con discapacidad visual, proporciona una guía completa, de origen a destino, tanto en exteriores como en interiores. Además, describe el entorno y anuncia posibles puntos de interés para el usuario (como pueden ser los lugares considerados populares o aquellos visitados frecuentemente). Su principal característica es que permite interactuar mediante voz gracias al controlador de música de Apple.

*BlindSquare*<sup>4</sup> determina tu posición mediante localización *GPS* y, a partir de ahí, puede darte información sobre las proximidades utilizando *Foursquare* y *OpenStreetMap*, de este modo, es capaz tanto de guiarte a un cierto destino como de notificarte qué establecimientos hay en tu radio: restaurantes a 200m, parques más cercanos, farmacias...

Con el fin de agilizar el uso de la app y que por tanto, esta sea cómoda y rentable para los usuarios finales, incluye: accesos directos a funciones mediante gestos, como sacudir el móvil para que nos diga la ubicación actual y puntos cercanos; y, la posibilidad de establecer filtros para recibir únicamente información deseada. Filtrar por restaurantes para no tener notificaciones sobre estaciones de tren o librerías.

En cuanto a la localización por interiores, *BlindSquare*<sup>5</sup> emplea *beacons* y *¿¿VPS??* para solventar el problema del posicionamiento. Por lo demás, incluye las mismas posibilidades y funcionalidades que la navegación por exteriores, con la única limitación de que el edificio debe estar provisto de dichos sistemas de posicionamiento.

Entre los puntos fuertes de esta aplicación destacamos los siguientes:

- Da información sobre los metros que quedan hasta llegar a un determinado objetivo.

<sup>4</sup><https://www.blindsquare.com>

<sup>5</sup><https://www.youtube.com/watch?v=9jH-Bdjmgb4>

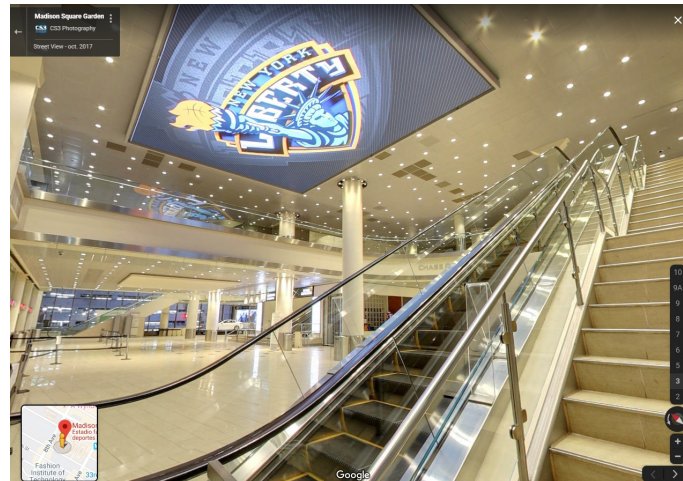


Figura 2.2: Vista del interior del Madison Square Garden.

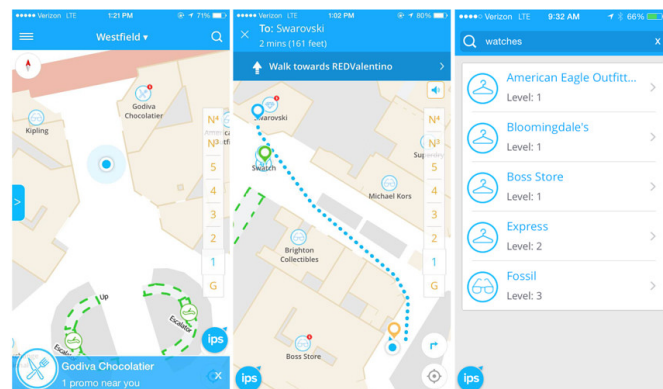


Figura 2.3: Ejemplo de navegación y búsqueda en Google Maps Indoors.

Resulta útil porque si van disminuyendo sabes que vas por el camino adecuado.

- Utiliza indicaciones reloj (a las 10, a las 3,...) muy usadas por las personas con discapacidad visual.
- Te avisa de las intersecciones.
- Cuando te da una nueva indicación y la superas salta el sonido asociado a correo o check. Así, puedes seguir sin preocuparte. Si por el contrario te equivocas te salta un sonido en consecuencia.
- Se pueden añadir ubicaciones en una lista de lugares marcados.
- Puedes ir girando con el móvil y te va indicando lo que tienes enfrente.
- También tiene opción de simulación, que permite prepararse un camino antes de ir.
- Te permite ser más autónomo y descubrir nuevos sitios.
- A la hora de desplazarte te indica las opciones por adelantado. Bus, metro, etc. para espacios exteriores o, escaleras, ascensor, escaleras mecánicas, etc. en el caso de interiores.

- Permite llevar las manos libres.
- Incluye un lector de códigos QR, es más cómodo porque puede dar más información que la línea braille.

Entre sus puntos negativos: su precio, cuesta 40 libras.

### 2.1.3. Nearby Explorer

*Nearby Explorer*<sup>6</sup> es otra de las aplicaciones que encuadramos en el campo de la navegación accesible por interiores y exteriores. Está habilitada tanto para Android como para iOS y su descarga se encuentra disponible en el *App Store* de manera gratuita.

La guía por exteriores se basa en la misma idea que *BlindSquare* y por ende, funciona de manera similar. Entre sus características destacan: la posibilidad de ejecutar ciertas acciones poniendo el móvil en distintas posiciones, como por ejemplo, inclinarlo verticalmente para que funcione como una brújula; y, la capacidad de filtrar la información de modo que ésta se adapte completamente a las necesidades del usuario. Entre la información que *Nearby Explorer* puede proporcionar a sus usuarios encontramos los lugares cercanos a la ubicación actual, los nombres de las calles por las que pasa, los números de los bloques de las calles por las que pasa, la distancia que hay al destino desde un punto de referencia (como casa, trabajo...), etc. Además de la posibilidad de filtrar la información deseada, las indicaciones por audio pueden ser pausadas en cualquier momento de modo que, no interfieran con otras señales auditivas (como las paradas en un autobús, por ejemplo). Otra gran funcionalidad con la que cuenta *Nearby Explorer* es la de explorar una ruta por adelantado, sin tener que estar físicamente en el sitio, pudiendo incrementar o decrementar el radio de exploración.

Por otro lado, vemos que la navegación por interiores puede ser configurada de dos maneras: *ad hoc* y *mapeo completo*. Ambas utilizan los sistemas beacons para geolocalizar el dispositivo en interiores (zonas a las que no llega el *GPS*) y así, poder proporcionar una guía por dicho espacio.

En el caso de la configuración *ad hoc* aparecen los siguientes problemas:

- No se puede determinar la ubicación de un beacon.
- No se puede obtener información del entorno a menos que te encuentres dentro del radio de detección de un beacon.
- Tienes que habilitar cierto soporte para detectar los beacons (no se detectan de manera automática).

Sin embargo, el *mapeo completo* sí nos proporciona una localización precisa. Tiene un comportamiento similar al de otras aplicaciones.

### 2.1.4. Lazarillo

Es una aplicación que actualmente solo proporciona una guía para exteriores. Inicialmente, la idea era cubrir también la navegación por interiores pero su desarrollo no fue posible por problemas de financiación.

La navegación por exteriores cuenta con las funcionalidades básicas que ya hemos mencionado en las apps anteriores:

---

<sup>6</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=org.aph.nearbyonline&hl=es>

- Buscar lugares de interés, cercanos a la ubicación actual. Esta búsqueda se puede acotar filtrando por categorías que vienen predefinidas (transporte, bancos y cajeros, salud, comida, tiendas, etc.).
- Buscar una dirección específica a partir de la cual se desplegarán todas las posibles rutas (a pie, en transporte público, uber, etc.) y una vez seleccionada la ruta deseada, comenzarán las indicaciones mediante audio con la información pertinente (metros, giros a derecha e izquierda, etc. ).
- Guardar por lugares favoritos.
- Posibilidad de rastrear una dirección, previamente marcada con la opción “Seguir este lugar”, de modo que con independencia de a dónde nos estemos dirigiendo se activará una alerta a medida que nos acerquemos a dicha ubicación.
- Ajustar la configuración de las indicaciones, velocidad, tipo de voz...

En resumidas cuentas, *Lazarillo* es una aplicación que, como otras, busca mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual indicándoles para ello, qué les rodea y proporcionándoles una mayor independencia. Ésta, sin embargo, cubre únicamente los aspectos más básicos y elementales, sin reparar en otras posibles funcionalidades o indicaciones (véase de obstáculos, peligros...) que la convierten en una aplicación incompleta.

La app es completamente gratuita y cuenta con versión para Android y iOS.

### 2.1.5. Wayfindr

Es una aplicación cuyo objetivo es guiar a los invidentes por el metro de Londres (uno de los más complejos del mundo). Este proyecto, aún no disponible, pretende llegar a esos lugares que están repletos de señales escritas, por los que las personas que ven pasan sin pensar pero que son precisamente los que más temen y evitan aquellos que tienen discapacidad visual. Investigaciones llevadas a cabo en el Reino Unido revelan que la mayor parte de este colectivo querría salir de su hogar con más frecuencia. Por ello, la sociedad británica *Royal Society for Blind Children (RSBC)* y *UsTwoo*, plataforma de innovación y tecnología digital, se unieron para desarrollar una solución, naciendo así, Wayfindr<sup>7</sup>.

El funcionamiento<sup>8</sup> de la aplicación es tan práctico como sencillo, se basa en una serie de sistemas Bluetooth, llamados beacons, que se colocan en las paredes de las distintas estaciones de metro emitiendo unas señales que son captadas por el móvil a su paso por un cierto radio de detección. Estas señales permiten ubicar al usuario y darle la siguiente indicación para el conseguimiento de su objetivo (coger un tren o salir de la estación).

Los desarrolladores recomiendan el uso de auriculares de conducción ósea, de manera que puedan escuchar otros sonidos del exterior.

## 2.2. Tecnología

Nos centramos ahora en el estudio e investigación de la tecnología necesaria para realizar nuestra aplicación de guía por interiores:

<sup>7</sup><https://www.wayfindr.net/>

<sup>8</sup><https://www.youtube.com/watch?v=mc3KmbfxuUQ>

### 2.2.1. Balizas Bluetooth

Los beacons o balizas bluetooth son dispositivos que emiten señales de radio en un rango de 10 a 30 metros en interiores. Esta tecnología se hizo muy popular en 2013, cuando Apple introdujo su iBeacon estándar. El posicionamiento en interiores de Apple se basa en el uso de estos dispositivos, puesto que no usa Wi-Fi para determinar la posición.

Google no se quedó muy atrás y en 2015 sacó Eddystone, un protocolo para el uso de estas balizas bluetooth. (Añadir más info, vamos a usar esto??)

En el caso de nuestro estudio, la navegación por interiores, estas balizas son muy útiles. Basta con colocarlas en distintas posiciones de un edificio y tener una aplicación que interprete las señales que recibe. No obstante, hay que tener en cuenta que la disposición de los beacons y la cantidad necesaria para mapear un área dependerá del edificio concreto.

Pero la navegación por interiores no es el único uso que se le puede dar a los beacons. Con ellos podemos, por ejemplo, traquear de dispositivos en una oficina (como proyectores o portátiles), dar a conocer un establecimiento (la instalación de un beacon puede hacerlo más accesible, una persona ciega puede reconocer el establecimiento gracias a la señal que ha captado su móvil), el análisis de los flujos de personas en centros públicos como aeropuertos, entre otras.

---

(Ver los links:

Dan un poco de info sobre posicionamiento en interiores:

<https://www.infsoft.com/technology/sensors/bluetooth-low-energy-beacons>

<https://www.infsoft.com/solutions/indoor-navigation>

<https://www.infsoft.com/software/administration/beacon-management>

Habla de los beacons: <https://www.youtube.com/watch?v=0HKjEPu8>

Ejemplo de traqueo de gente y dispositivos usando beacons

<https://www.youtube.com/watch?v=atUCOWAk>

API de Eddystone: <https://github.com/google/eddytone>

<https://developers.google.com/nearby/connections/overview>

<https://developers.google.com/beacons/get-started>

Beacon SDK for Android: <https://github.com/helpscout/beacon-android-sdk-sample>

API para Beacons: <https://github.com/google/beacon-platform/tree/master/samples/python>

ANDROID beacon library: <https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/samples.html>

Video explicativo beacons en español MUY INTERESANTE, es lo que buscamos ahora:

<https://www.youtube.com/watch?v=NJ6dgsnhQ6M>

)

Cosas que incluir aquí:

- API de Eddystone.
- API de Android.
- Explicación de que en función de distintas señales (normalmente 3) se hace el posicionamiento.
- hay que buscar lo del mapa, pasarlo a grafo o lo que sea.





# Capítulo 3

## Descripción del Trabajo

Aquí comienza la descripción del trabajo realizado. Se deben incluir tantos capítulos como sea necesario para describir de la manera más completa posible el trabajo que se ha llevado a cabo. Como muestra la figura 3.1, está todo por hacer.



Figura 3.1: Ejemplo de imagen

Si te sirve de utilidad, puedes incluir tablas para mostrar resultados, tal como se ve en la tabla 3.1.

Col 1	Col 2	Col 3
3	3.01	3.50
6	2.12	4.40
1	3.79	5.00
2	4.88	5.30
4	3.50	2.90
5	7.40	4.70

Tabla 3.1: Tabla de ejemplo



## Capítulo 4

# Conclusiones y Trabajo Futuro

Conclusiones del trabajo y líneas de trabajo futuro.

Antes de la entrega de actas de cada convocatoria, en el plazo que se indica en el calendario de los trabajos de fin de máster, el estudiante entregará en el Campus Virtual la versión final de la memoria en PDF. En la portada de la misma deberán figurar, como se ha señalado anteriormente, la convocatoria y la calificación obtenida. Asimismo, el estudiante también entregará todo el material que tenga concedido en préstamo a lo largo del curso.



# Chapter 5

## Introduction

Introduction to the subject area. This chapter contains the translation of Chapter 1.



# Chapter 6

## Conclusions and Future Work

Conclusions and future lines of work. This chapter contains the translation of Chapter 4.





Apéndice **A**

Título del Apéndice A

Contenido del apéndice



Apéndice	<b>B</b>
----------	----------

Título del Apéndice B



Este texto se puede encontrar en el fichero Cascaras/fin.tex. Si deseas eliminarlo, basta con comentar la línea correspondiente al final del fichero TFMTeXiS.tex.

*–¿Qué te parece desto, Sancho? – Dijo Don Quijote –  
Bien podrán los encantadores quitarme la ventura,  
pero el esfuerzo y el ánimo, será imposible.*

*Segunda parte del Ingenioso Caballero  
Don Quijote de la Mancha  
Miguel de Cervantes*

*–Buena está – dijo Sancho –; firmela vuestra merced.  
–No es menester firmarla – dijo Don Quijote–,  
sino solamente poner mi rúbrica.*

*Primera parte del Ingenioso Caballero  
Don Quijote de la Mancha  
Miguel de Cervantes*

