



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

Memento Parking

Juan Bausá Arpón

Diciembre, 2015

MEMENTO PARKING



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

Tecnologías y Sistemas de Información

**TECNOLOGÍA ESPECÍFICA DE
TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

TRABAJO FIN DE GRADO

Memento Parking

Autor: Juan Bausá Arpón

Director: Dr. Manuel Ángel Serrano Martín

Diciembre, 2015

Juan Bausá Arpón

Ciudad Real – Spain

E-mail: juanbausa@gmail.com

© 2015 Juan Bausá Arpón

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Se permite la copia, distribución y/o modificación de este documento bajo los términos de la Licencia de Documentación Libre GNU, versión 1.3 o cualquier versión posterior publicada por la *Free Software Foundation*; sin secciones invariantes. Una copia de esta licencia esta incluida en el apéndice titulado «GNU Free Documentation License».

Muchos de los nombres usados por las compañías para diferenciar sus productos y servicios son reclamados como marcas registradas. Allí donde estos nombres aparezcan en este documento, y cuando el autor haya sido informado de esas marcas registradas, los nombres estarán escritos en mayúsculas o como nombres propios.

TRIBUNAL:

Presidente:

Vocal:

Secretario:

FECHA DE DEFENSA:

CALIFICACIÓN:

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:

Resumen

El presente documento es un ejemplo de memoria del Trabajo de Fin Grado según el formato y criterios de la Escuela Superior de Informática de Ciudad Real. La intención es que este texto sirva además como una serie de consejos sobre tipografía, L^AT_EX, redacción y estructura de la memoria que podrían resultar de ayuda. Por este motivo, se aconseja al lector consultar también el código fuente de este documento.

Este documento utiliza la clase L^AT_EX *esi-tfg*, disponible como paquete Debian/Ubuntu, consulta:

https://bitbucket.org/arco_group/esi-tfg.

Si encuentra cualquier error o tiene alguna sugerencia, por favor, utilice el *issue tracker* del proyecto *esi-tfg* en:

https://bitbucket.org/arco_group/esi-tfg/issues

El resumen debería estar formado por dos o tres párrafos resaltando lo más destacable del documento. No es una introducción al problema, es decir, debería incluir los logros más importantes del proyecto. Suele ser más sencillo escribirlo cuando la memoria está prácticamente terminada. Debería caber en esta página (es decir, esta cara).

Abstract

English version of the previous page.

Agradecimientos

A mis padres, sin vuestro apoyo no hubiera podido tomar esta decisión, gracias por confiar en mí y ayudarme a llegar hasta el final. Sólo lamento no poder teneros a mi lado en este día.

A mis hermanos, unos me habéis apoyado cuando más lo necesitaba, otros me habéis regañado para que no tirase la toalla y algunos siempre estabais al otro lado del teléfono para escucharme. Pero siempre podía contar con vuestro amor incondicional.

Manuel, sin ti no hubiera podido terminar este proyecto, tu pasión por enseñar y aprender me hizo volver a ilusionarme con aquello que tanto disfruto, gracias por recordarme todo esto y acompañarme en el último tramo.

Jose, tantos años juntos me han servido para valorar una amistad como la tuya. Algo extraordinariamente difícil de encontrar. Siempre recordaré nuestros años viviendo juntos.

Gloria, gracias por estar a mi lado. Gracias por tantos cafés. Gracias por tus correcciones. Gracias por tus discusiones. Gracias por tu sinceridad. Gracias.

Blanca, no tengo palabras suficientes con las que agradecerte todas las horas que hemos pasado juntos. Siempre podrás contar conmigo.

Ana, terminemos juntos esta etapa y comencemos juntos la siguiente.

¡Oh, capitán! ¡mi capitán! nuestro terrible viaje ha terminado,
el barco ha sobrevivido a todos los escollos,
hemos ganado el premio que anhelábamos,
el puerto está cerca, oigo las campanas, el pueblo entero regocijado,
mientras sus ojos siguen firme la quilla, la audaz y soberbia nave.
Mas, ¡oh corazón!, ¡corazón!, ¡corazón!
¡oh rojas gotas que caen,
allí donde mi capitán yace, frío y muerto!

Walt Whitman

Juan Bausá

A mi padre, in memoriam.

Índice general

Resumen	V
Abstract	VII
Agradecimientos	IX
Índice general	XIII
Índice de cuadros	XVII
Índice de figuras	XIX
Índice de listados	XXIII
1. Introducción	1
1.1. Título del proyecto	7
1.2. Estructura del documento	7
1.3. Más texto para que ocupe varias páginas	7
2. Objetivos	11
2.1. Objetivo general	11
2.2. Objetivos específicos	12
2.2.1. Objetivo 1	12
2.2.2. Objetivo 2	13
2.2.3. Objetivo 3	13
2.2.4. Objetivo 4	13
2.2.5. Objetivo 5	14
2.2.6. Objetivo 6	14
2.3. Objetivos académicos	14
3. Antecedentes	17
3.1. Localización geográfica y Sistemas de Información Geográfica (SIG)	17

3.1.1. Funcionamiento de los gps	22
3.1.2. Cartografía y SIG ¹	23
3.2. Internet y la World Wide Web (www)	29
3.2.1. Tecnologías del lado del servidor	32
3.2.2. Tecnologías del lado del cliente	34
3.3. Dispositivos móviles	35
3.4. Aplicaciones similares	41
3.4.1. Foursquare	41
3.4.2. Swarm	41
3.4.3. Glympse	41
3.4.4. Strava	43
3.4.5. Waze	43
3.4.6. Ingress	45
3.4.7. Life360 Family Locator	45
3.4.8. ¿Dónde está mi coche?	45
3.4.9. Find my car	46
4. Método de Trabajo	47
4.1. Dispositivos empleados	47
4.1.1. Ordenador portátil	47
4.1.2. Teléfono móvil	48
4.2. Desarrollo evolutivo	48
4.3. Scrum	49
4.3.1. Equipo scrum	50
4.3.2. Eventos de scrum. El sprint	50
4.4. Kanban	51
4.4.1. Mostrar el proceso	51
4.4.2. Limitar el trabajo	52
4.5. Marco tecnológico	53
4.5.1. Sistema Operativo	53
4.5.2. Herramientas de diseño	55
4.5.3. Herramientas de gestión del proyecto	56
4.5.4. Herramientas, tecnologías y frameworks para el desarrollo	58
4.5.5. Herramientas para la gestión de bases de datos	64

¹La labor de documentación está basada en: [DSA11].

4.5.6. Herramientas documentales	65
4.5.7. Herramientas de implantación	67
5. Resultados	69
5.1. Sprint 0	69
5.1.1. Gestión de recursos humanos	69
5.1.2. Alcance del proyecto	69
5.1.3. Plan del proyecto	71
5.1.4. Gestión temporal del proyecto	75
5.1.5. Gestión de las comunicaciones	75
5.1.6. Gestión de recursos	76
5.1.7. Gestión de riesgos	77
5.1.8. Gestión de costes	79
5.2. Sprint 1	80
5.2.1. Refinamiento del Product Backlog	80
5.2.2. Planificación de Sprint	80
5.2.3. Sprint Review	84
5.3. Sprint 2	84
5.3.1. Refinamiento del Product Backlog	84
5.3.2. Planificación de Sprint	84
5.3.3. Sprint Review	86
5.4. Sprint 3	86
5.4.1. Refinamiento del Product Backlog	86
5.4.2. Planificación de Sprint	86
5.4.3. Sprint Review	86
5.5. Sprint 4	86
5.5.1. Refinamiento del Product Backlog	86
5.5.2. Planificación de Sprint	86
5.5.3. Sprint Review	86
5.6. Sprint 5	86
5.6.1. Refinamiento del Product Backlog	86
5.6.2. Planificación de Sprint	86
5.6.3. Sprint Review	86
5.7. Sprint 6	86
5.7.1. Refinamiento del Product Backlog	86
5.7.2. Planificación de Sprint	86

5.7.3. Sprint Review	86
5.8. Sprint 7	86
5.8.1. Refinamiento del Product Backlog	86
5.8.2. Planificación de Sprint	86
5.8.3. Sprint Review	86
5.9. Sprint 8	86
5.9.1. Refinamiento del Product Backlog	86
5.9.2. Planificación de Sprint	86
5.9.3. Sprint Review	86
A. Ejemplo de anexo	93
B. Listado de acrónimos	95
Referencias	99

Índice de cuadros

2.1. Objetivos parciales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	12
4.1. Ordenador utilizado para el desarrollo TFG	48
4.2. Dispositivo móvil utilizado para el desarrollo TFG	48
5.1. Objetivos parciales del TFG	73
5.2. Plan de proyecto detallado	74
5.3. Historias de Usuario y validaciones	75
5.4. Equipo usado para el desarrollo TFG	76
5.5. Equipo usado para las pruebas en dispositivos móviles TFG	77
5.6. Análisis de riesgos TFG	78
5.7. Gestión de costes	79
5.8. Historia de Usuario 1	81
5.9. Historia de Usuario 2	82
5.10. Historia de Usuario 3	82
5.11. Historia de Usuario 5	85

Índice de figuras

1.1. Nokia 3310 con el juego Snake	1
1.2. iPhone 1	2
1.3. Árbol de la ciencia de Llull y l'Encyclopédie de Diderot y d'Alembert . . .	3
1.4. Primeros enciclopedistas	4
1.5. Mapa de Arpanet	4
1.6. Crecimiento Internet	5
1.7. Logotipos de proyectos de geolocalización	6
2.1. Aproximación de la aplicación	11
2.2. Arquitectura de la aplicación	12
2.3. Prototipo. Home	13
2.4. Prototipo. Localización	14
3.1. Primeros instrumentos de navegación	18
3.2. Brújula china	19
3.3. Sir William Thomson y su brújula	19
3.4. Jones Live Map	20
3.5. Plus Fours Routefinder	20
3.6. Iter Avto	21
3.7. Triangulación satelital	23
3.8. Tablilla babilónica y reconstrucción	24
3.9. Mapa Ptolemáico	25
3.10. Mapamundi de Beato de Liébana	25
3.11. Mapamundi de Abu Abd Allah Muhammad al-Idrisi. 1154	26
3.12. Primeros mapas de América	27
3.13. Doctor Sir John Snow	28
3.14. Mapa del Soho con los casos de fallecimiento por cólera	28
3.15. Detalle del mapa del Doctor Snow	29
3.16. Módem Bell. 1958	30

3.17. Modelo cliente-servidor	31
3.18. Comunicación con servidor DNS	32
3.19. Petición a servidor estático	33
3.20. Petición a servidor dinámico	33
3.21. Tecnologías utilizadas en servidores	34
3.22. Telégrafo óptico	36
3.23. Telégrafo	37
3.24. Primer telegrama	37
3.25. Inventores del teléfono	38
3.26. Primeros teléfonos	39
3.27. Primeros teléfonos	40
3.28. Teléfono de segunda generación. Siemens A56	40
3.29. iPhone de Apple	41
3.30. Foursquare	42
3.31. Logo de Swarm	42
3.32. Glympse	43
3.33. Strava	44
3.34. Waze	44
3.35. Ingress	45
3.36. Life360 Family Locator	46
4.1. Prototipado Evolutivo	49
4.2. Secciones tablero Kanban	52
4.3. Columnas tablero Kanban	52
4.4. Cuello de botella en Kanban	53
4.5. Previsualización de Elementary OS	54
4.6. Logo Elementary OS	54
4.7. Logo Microsoft Windows 10	54
4.8. Logo Visual Paradigm	55
4.9. Logo Gantt Project	55
4.10. Logo Moqups	56
4.11. Previsualización Moqups	56
4.12. Logo Git	56
4.13. Logo Github	57
4.14. Previsualización de Trello	57
4.15. Logo Trello	58

4.16. Logo Ruby	58
4.17. Modelo Vista Controlador	59
4.18. Logo Rails	59
4.19. Cuota de mercado de los sistemas operativos móviles	60
4.20. Logo Android y Java	60
4.21. Logo Bootstrap	60
4.22. Previsualización de Bootstrap	61
4.23. Logo Rspec	61
4.24. Logo HTML5	62
4.25. Logo CSS3	62
4.26. Logo JSON	62
4.27. Logo Sublime Text 3	63
4.28. Logo Midori	63
4.29. Logo Chromium	64
4.30. Logo Mozilla Firefox	64
4.31. Logo MongoDB	64
4.32. Logo MongoLab	65
4.33. Logo MongoChef	65
4.34. Logo Texmaker	66
4.35. Logo GNU Image Manipulation Program (GIMP)	66
4.36. Logo Microsoft Visio	66
4.37. Logo Heroku	67
5.1. Diagrama de Gantt del TFG	87
5.2. Panel Kamban de Trello	88
5.3. Commits en repositorio en GitHub	89

Índice de listados

3.1. «Hola mundo» en HTML y CSS	35
---	----

Capítulo 1

Introducción

Es evidente que las nuevas tecnologías han cambiado nuestra forma de ver el mundo. No hace más de veinte años, durante los primeros años de la década de los 90, era raro ver teléfonos móviles, ya que eran productos considerados elitistas. Al poco tiempo de comenzar la socialización mediante la reducción del precio medio, debido a la bajada del coste y las mejoras en las tecnologías de producción, la posesión de un aparato de telefonía móvil, era la norma. Si bien en un principio únicamente servían para realizar llamadas sin necesidad de estar localizado en un punto fijo anclado a la red telefónica, poco a poco fueron cambiando los hábitos de consumo para llegar a lo que actualmente podemos observar. Las pequeñas pantallas en blanco y negro, útiles para ver la identidad de la llamada que recibías, poco a poco fueron dando a pantallas capaces de mostrar varias líneas de texto al mismo tiempo, necesario para la creciente demanda de mensajes de texto y para albergar pequeños juegos como el famoso *snake* de Nokia (figura 1.1).



Figura 1.1: Nokia 3310 con el juego Snake

La llegada de Apple a este mercado (figura 1.2) supuso una auténtica revolución, ya que cambió el paradigma del teléfono móvil como elemento comunicativo, para convertirlo en algo más. Una estación de trabajo integral llamada a sustituir agendas de trabajo, relojes, reproductores de música, centralitas...

Internet, puede ser considerado una de las diez tecnologías que más ha cambiado el mundo, y probablemente la que más rápidamente lo ha conseguido. La aparición de las primeras enciclopedias (figura 1.3), escritas y editadas con la intención de acercar el conocimiento a



Figura 1.2: iPhone 1

las masas, fueron escritas con el propósito de recoger y presentar todo el conocimiento que existía en aquella época. Los enciclopedistas (figura 1), acorde a las ideas de la ilustración, consideraban que cualquier tipo de mal provenía de la ignorancia, y por tanto la manera de combatir la raíz de los problemas era brindar a las personas la oportunidad de acceder al corpus de conocimientos existente, hasta entonces encerrado en las instituciones académicas y eclesiásticas.

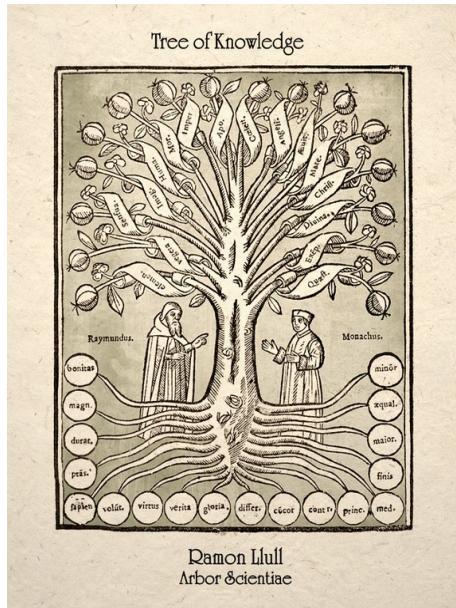
Aunque inicialmente las redes de computadores que finalmente acabarían desembocando en lo que actualmente conocemos como Internet, eran de uso militar, en el año 1983 comienza su andadura ARPANET permitiendo el intercambio masivo de datos dando acceso de universidades y centros de investigación (figura 1.5).

En el año 2012 existían en internet 634 millones de páginas web. La enciclopedia de Diderot y d'Alembert comprendía un total de 28 volúmenes con 72.999 artículos (figura ??).

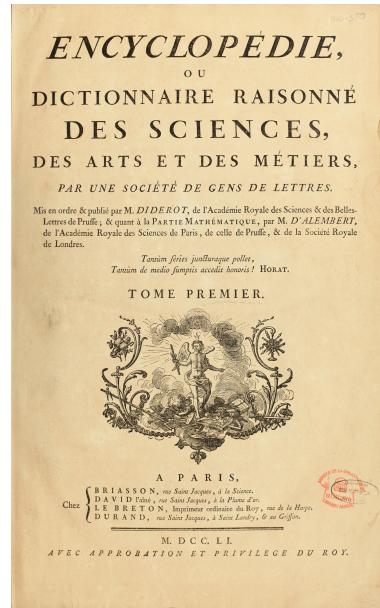
Pero la cantidad disponible de información no es una cuantificación válida de su calidad. El acceso a la información es extremadamente sencillo, pero también lo es la creación de contenidos. De la misma manera que los grandes proyectos enciclopédicos fueron escritos por grandes científicos, matemáticos, ingenieros y filósofos de la época, actualmente cualquier persona con un ordenador puede crear contenido fácilmente y ponerlo a disposición del mundo.

La geolocalización es una faceta omnipresente en la vida diaria actual, es por ello que no resulta extraño que los dispositivos móviles guarden automáticamente la posición en la que se realiza una fotografía o el lugar desde donde se escribe un comentario en una red social. Aunque existen varios proyectos de geolocalización (figura 1.7), tales como Galileo, Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS), Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS) y Beidou, Global Positioning System (GPS) es el más conocido, y su nombre se utiliza como sinónimo de cualquier proyecto de posicionamiento por satélite.

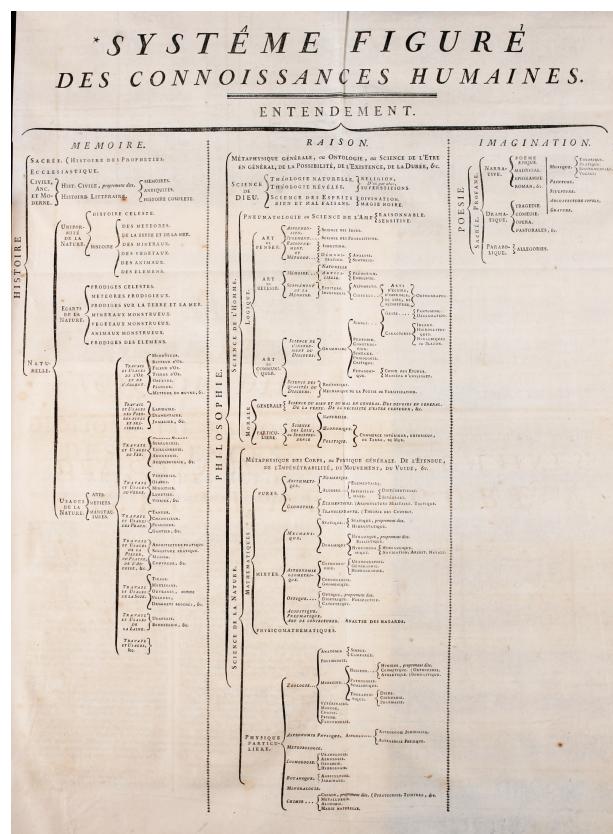
Conociendo estos hechos y teniendo en cuenta que prácticamente todos los modelos de dispositivos móviles del mercado permiten el acceso a internet e incorporan receptores GPS,



(a) Árbol de la ciencia de Llull. 1505



(b) Portada de l'Encyclopédie. 1751



(c) Estructura organizada del conocimiento humano. 1752

Figura 1.3: Árbol de la ciencia de Llull y l'Encyclopédie de Diderot y d'Alembert



Figura 1.4: Primeros enciclopedistas

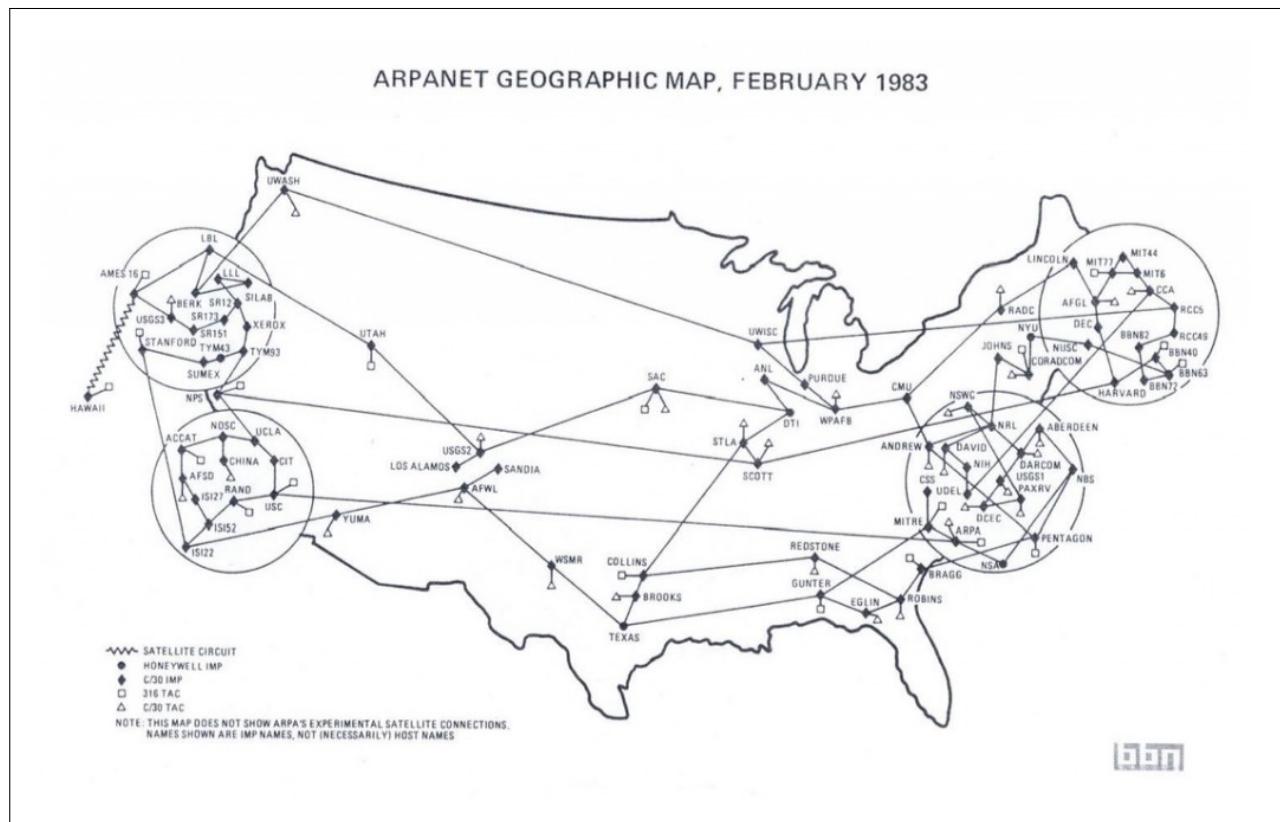


Figura 1.5: Mapa de Arpanet

THE INCREDIBLE GROWTH OF WEB USAGE [1984-2013]

Households worldwide have become increasingly connected to the Internet at home and on the go. With technological advances and an increasing number of startups focused on mobile apps, Internet and mobile device usage continues to skyrocket.

INTERNET USERS

- 1984 The Internet originally linked 1,000 hosts at university and corporate labs in 1984.
- 1998 It had grown to 50 million users by 1998.
- 2009 By 2009, it topped 1 billion users and linked more than 440 million
- 2012 The global Internet population reached 2.1 billion people in

TODAY

2.7BILLION USERS
39% OF THE WORLD'S POPULATION
41% = 750M HOUSEHOLDS

95% USE INTERNET AT HOME

60% DO SO FOR AT LEAST 3 HOURS EVERY DAY

*Out of 10,000 U.S residents surveyed.

WEBSITES

The number of websites have grown from:

- 1993 130 websites
- 1996 100,000 websites
- 2012 634 million websites

SEARCH QUERIES

- 1998 Google saw 9,800 queries per day
3.6 million annually
- 2007 1.2 billion per day
438 billion annually
- 2012 3 billion per day
1.2 trillion annually

Figura 1.6: Crecimiento Internet



Figura 1.7: Logotipos de proyectos de geolocalización

resulta interesante abordar un trabajo dedicado a ahondar en el conocimiento de temas tan extendidos como la geolocalización, los dispositivos móviles y el desarrollo web.

Es un hecho cotidiano olvidar el lugar de aparcamiento del vehículo, la dirección exacta del alojamiento hotelero y un sinfín de ejemplos similares. Desarrollar una aplicación que permita guardar, recuperar y mostrar el camino hacia una dirección exacta, resulta una opción interesante.

La idea general, consiste en un sistema que permita al usuario almacenar de forma sencilla y rápida una posición geográfica para más tarde permitir recuperarla. Aunque los usos pueden ser variados, el desarrollo se centrará en el almacenamiento de la posición de aparcamiento de vehículos. Se permitirá que varios usuarios accedan a una misma posición almacenada, bien para mostrarla, bien para modificarla, ateniéndonos a la posibilidad de que varios usuarios pueden compartir el uso o propiedad de un mismo vehículo.

1.1 Título del proyecto

En la portada —y otras páginas de presentación— el nombre o título del proyecto debe aparecer sin comillas, cursiva u otros formatos. Si se cita el título de otra obra, o el nombre de un capítulo sí debe aparecer entre comillas. Por cierto, las comillas que deben usarse en castellano son las «latinas», dejando las “inglesas” para los raros casos en los que aparezca una cita en el cuerpo otra [?].

1.2 Estructura del documento

Pueden incluirse aquí una sección con algunos consejos para la lectura del documento dependiendo de la motivación o conocimientos del lector. También puede ser útil incluir una lista con el nombre y finalidad de cada uno de los capítulos restantes.

Capítulo 3: Antecedentes

Explica herramientas y aspectos básicos de edición con L^AT_EX.

Capítulo 2: Objetivos

Finalidad y justificación (con todo detalle) del presente documento.

1.3 Más texto para que ocupe varias páginas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus

tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

- First itemtext
- Second itemtext
- Last itemtext
- First itemtext

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\int_0^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha y^2} dy = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus,

aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\sum_{k=0}^{\infty} a_0 q^k = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^n a_0 q^k = \lim_{n \rightarrow \infty} a_0 \frac{1 - q^{n+1}}{1 - q} = \frac{a_0}{1 - q}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-p \pm \sqrt{p^2 - 4q}}{2}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Capítulo 2

Objetivos

EN este capítulo se expone el objetivo principal del TFG, así como los objetivos parciales que se intentarán conseguir con la realización de este trabajo.

2.1 Objetivo general

El objetivo principal de este TFG consiste en el desarrollo de un producto software que permita al usuario almacenar una posición geográfica (típicamente, el lugar de aparcamiento de uno o varios vehículos) y recuperar más tarde esta posición para mostrarla. El usuario podrá utilizar el producto bien desde un navegador web, accediendo y autenticándose en el servidor, bien a través del dispositivo móvil (ver figura 2.1). En este último caso, se brinda la opción, una vez recuperada la posición, de mostrar una ruta guiada hasta el lugar de aparcamiento.

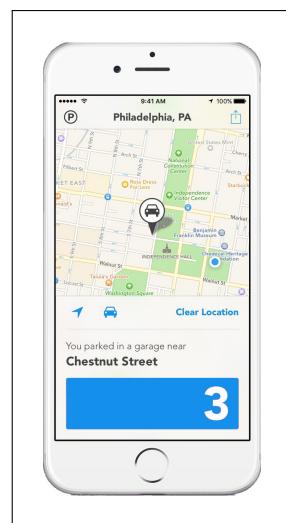


Figura 2.1: Aproximación de la aplicación.

El objetivo del TFG será la realización de una página web diseñada para almacenar y recuperar coordenadas geográficas y la modificación de las mismas por parte de varios usuarios.

En la figura 2.2 puede verse un diagrama de la arquitectura del sistema que se implemen-

tará en el presente TFG.

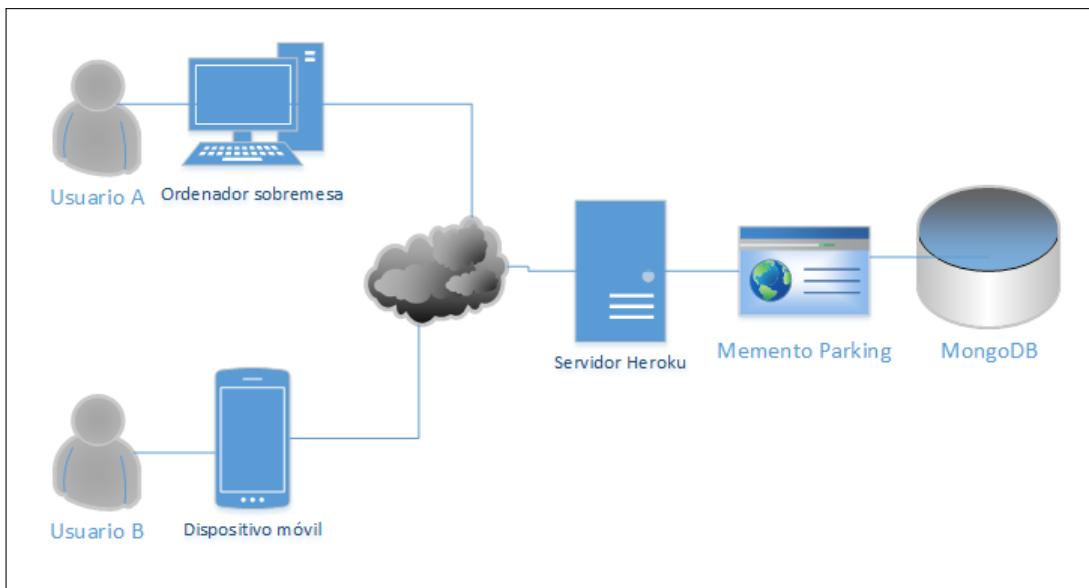


Figura 2.2: Arquitectura de la aplicación

2.2 Objetivos específicos

En la tabla 2.1 se pueden observar los objetivos necesarios para la consecución del TFG.

Id Objetivo	Descripción del objetivo
Objetivo 1	Realizar una página web para el acceso a la herramienta
Objetivo 2	Añadir gestión de usuarios a la página (registro y control de acceso)
Objetivo 3	Permitir el almacenamiento, edición y recuperación de datos a través de la página web
Objetivo 4	Mostrar los datos almacenados mediante la inclusión de un mapa
Objetivo 5	Facilitar a un usuario permitir a otros usuarios la edición de los datos almacenados
Objetivo 6	Añadir una opción para mostrar el recorrido desde el punto actual al punto almacenado

Cuadro 2.1: Objetivos parciales del TFG

2.2.1 Objetivo 1

Realizar una página web para el acceso a la herramienta.

El comienzo del desarrollo será la implementación de una página web que sirva como marco y base para el resto de objetivos. Al término de este punto debe existir una página web accesible con todos los elementos típicos que un usuario espera encontrar, esto es, una página de inicio, contacto, acerca de, y una estructura reconocible y visualmente agradable. También se prestará atención a la accesibilidad desde dispositivos móviles comprobando que la

visualización es correcta y no se pierde ni funcionalidad ni estética al cambiar el método de acceso. En la figura 2.3 se puede observar un prototipo inicial de la página principal de la aplicación.

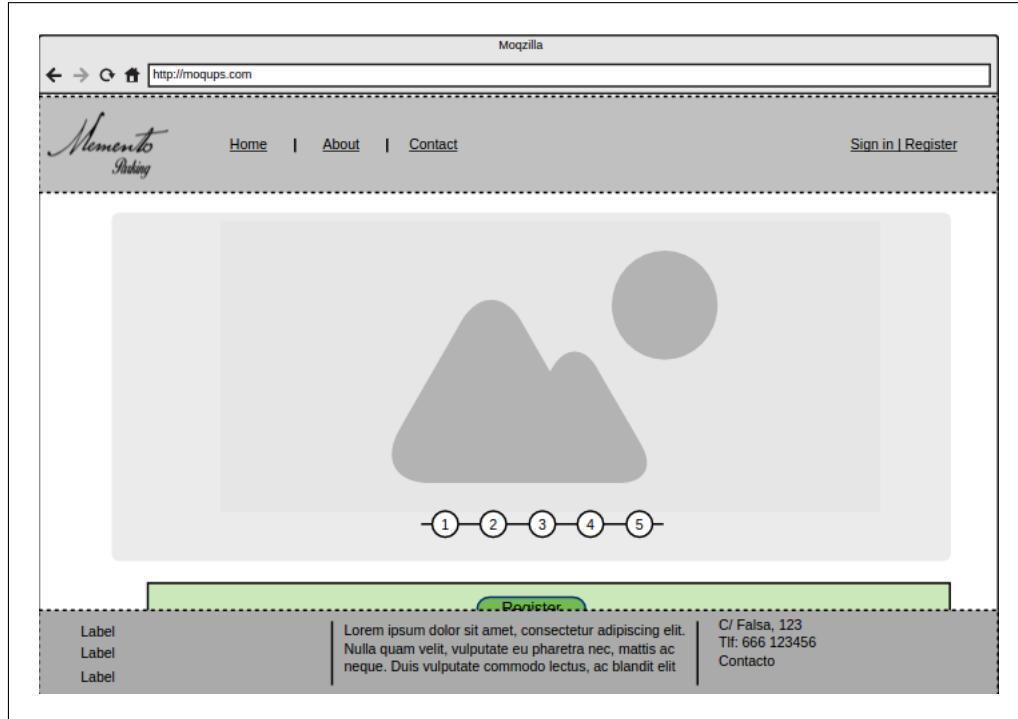


Figura 2.3: Prototipo. Home

2.2.2 Objetivo 2

Añadir gestión de usuarios a la página (registro y control de acceso).

El segundo paso consistirá en realizar la gestión de usuarios permitiendo su registro y controlando el acceso de los mismos. Al terminar este punto la página web estará compuesta de contenido accesible a cualquier visitante y contenido accesible a aquellos usuarios autenticados en el sistema. Se prestará especial atención al almacenado seguro de las contraseñas mediante encriptación.

2.2.3 Objetivo 3

Permitir el almacenamiento, edición y recuperación de datos a través de la página web.

El tercer objetivo consistirá en permitir al usuario almacenar las coordenadas introduciéndolas manualmente y mostrarlas por pantalla cuando así se requiera.

2.2.4 Objetivo 4

Mostrar los datos almacenados mediante la inclusión de mapa.

El objetivo número cuatro refina la entrada de coordenadas permitiendo que el usuario no deba incluirlas a mano. Se mostrará un mapa por pantalla mediante el cual podrá seleccionarse una ubicación concreta para que el sistema recupere sus coordenadas geográficas y

las almacene. La salida será similar, mostrándose las coordenadas mediante la inclusión de elementos reconocibles dentro del mapa (ver figura 2.4).

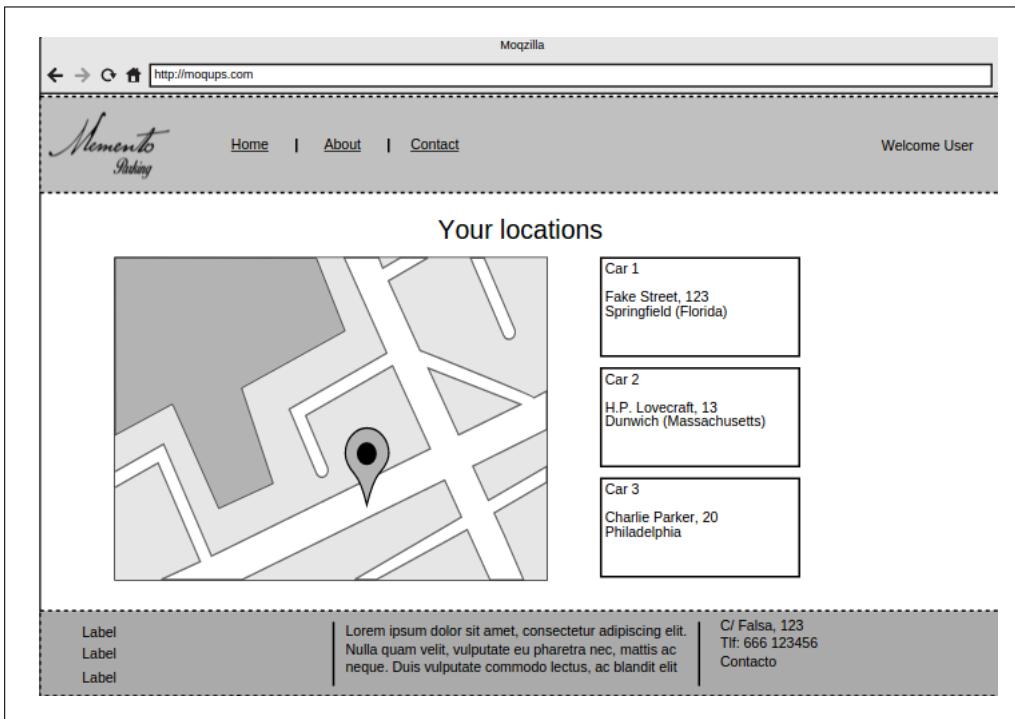


Figura 2.4: Prototipo. Localización

2.2.5 Objetivo 5

Facilitar a un usuario permitir que otros usuarios editen los datos almacenados.

En este punto daremos un paso más en la gestión de usuarios permitiendo que interactúen entre ellos. El usuario propietario podrá dar permiso a ciertos usuarios, llamados *usuarios conocidos*, para acceder a sus datos almacenados y poder modificarlos.

2.2.6 Objetivo 6

Añadir una opción para mostrar el recorrido desde el punto actual al punto almacenado.

El objetivo final será añadir funcionalidades auxiliares, como es mostrar una ruta desde la localización del usuario hasta la posición almacenada.

2.3 Objetivos académicos

La consecución del TFG lleva una serie de objetivos académicos aparejados, entre los que cabe destacar el aprendizaje y asentamiento de las siguientes tecnologías:

- Ruby on Rails
- MongoDB
- AngularJS
- Bootstrap

- Android

Capítulo 3

Antecedentes

En este capítulo se muestra el trabajo de documentación e investigación previa a la realización del presente TFG. En primer lugar se abordarán los sistemas de posicionamiento, su historia y el desarrollo del *gps*¹ y los antecedentes de los SIG, más tarde se comentarán algunos aspectos relevantes de la web y de las tecnologías móviles. Para terminar, se enumerarán algunas aplicaciones similares que podemos encontrar actualmente en el mercado.

3.1 Localización geográfica y Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los GNSS permiten conocer en tiempo real la posición de un objeto cualquiera en la superficie terrestre.

Según Scott Gleason y Demoz Gebre-Egziabher [GGE09] podríamos definir la navegación como:

El proceso de determinación de la posición, la velocidad y, en algunos casos, la orientación de un objeto.

Por tanto, un GNSS consiste en una constelación de satélites que permiten determinar con precisión las coordenadas geográficas y la altitud de un punto dado en cualquier punto de la superficie terrestre.

El inicio de este tipo de sistemas podríamos encontrarlo en los primeros marinos. La decisión de alejarse de las rutas que transcurrían a lo largo de la línea de visión de la costa, con la intención de reducir el tiempo, los costes derivados de los viajes y la posibilidad de encontrar nuevos mercados, planteó un nuevo reto tecnológico consistente en conocer con exactitud la localización en la que se encontraban.

En cualquier ámbito de navegación, no solamente en el marítimo, el viajero necesita deter-

¹Debido al extendido uso de la denominación *gps* como sinónimo de los Global Navigation Satellite System (GNSS), se escribirá en minúsculas en referencia a los citados sistemas. Para referirse al sistema de posicionamiento propiedad del gobierno de los Estados Unidos Global Positioning System (GPS) se utilizará el acrónimo en mayúsculas

minar su posición con respecto a un punto fijo, de manera que pueda trazar una ruta correcta hacia su destino conociendo las posiciones de origen y destino. Los primeros intentos vienen de la mano de la bóveda celeste, conociendo que el sol sale por el este y se pone por el oeste no resultaba complicado fijar los puntos cardinales durante el día. Durante la noche, la estrella polar o *Polaris* parece mantenerse fija en el cielo nocturno, mientras el resto de constelaciones van variando su posición según avanza la noche y apareciendo y desapareciendo con el curso de las estaciones. Esto es debido a que esta estrella, ubicada en la constelación de la *Osa menor* o *Ursa Minor* se encuentra parcialmente alineada con el eje de rotación de la tierra, lo que hace que cualquier observador desde la corteza terrestre tenga la sensación de que la estrella se encuentra en aparente inmovilidad en la bóveda celeste, marcando precisamente el punto cardinal norte. Este fenómeno se da únicamente en el hemisferio norte, ya que en el hemisferio sur no puede observarse la constelación citada. Para conseguir el mismo efecto, en este hemisferio se utiliza la *Cruz del Sur*, que señala hacia el polo sur.

Otras soluciones más precisas vinieron de la mano de un gran conocimiento de la bóveda celeste y la posición de las estrellas. Usando instrumentos como el astrolabio y el sextante (ver figura 3.1), se podía calcular con asombrosa exactitud la posición.



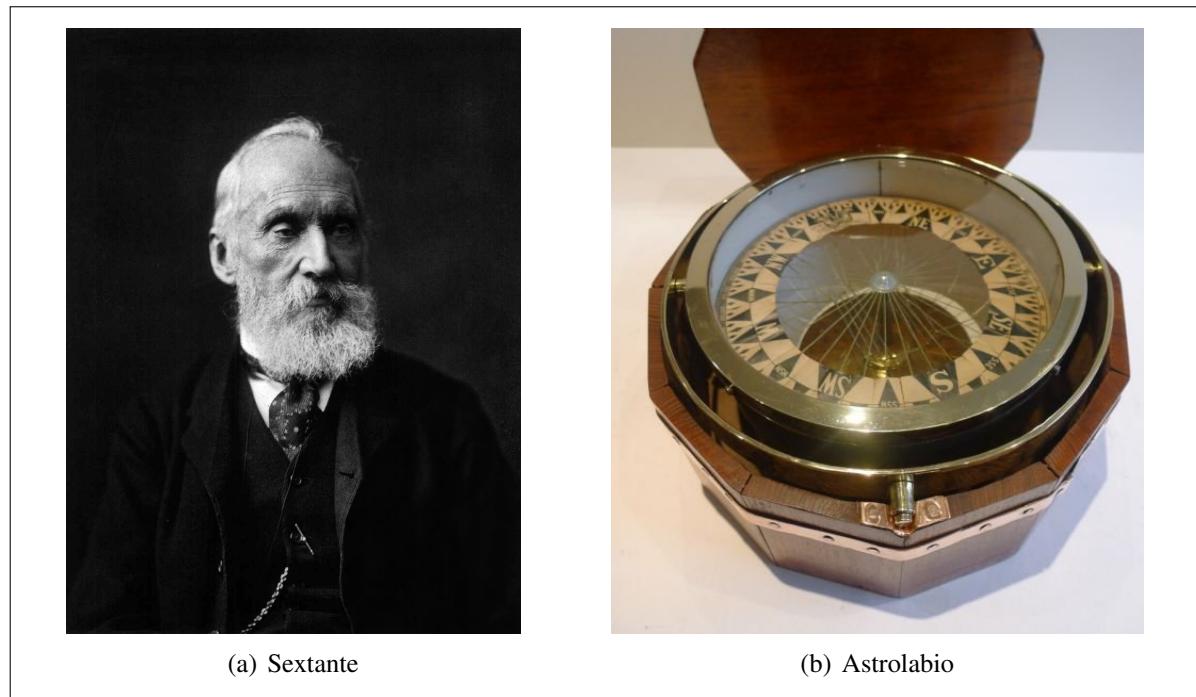
Figura 3.1: Primeros instrumentos de navegación

El gran problema se encontraba cuando no podía observarse la bóveda celeste, debido principalmente a la climatología. Para ello se desarrolló la brújula. La primera referencia que tenemos de este invento se produce en unos escritos chinos del siglo XI. Esta primera brújula tomaba la forma de una cucharilla sin mango, fabricada con magnetita que se dejaba flotar libremente en una vasija con agua, tomando la conocida orientación norte-sur, aunque

más tarde se sustituyó el recipiente por un eje de rotación (ver figura 3.2). Posteriormente, Sir William Thomson (ver figura 3.3), primer Barón Kelvin, conocido por la escala de temperatura homónima, la mejoró haciéndola inmune a las interacciones magnéticas de los barcos y el estado embravecido de las aguas.



Figura 3.2: Brújula china



(a) Sextante

(b) Astrolabio

Figura 3.3: Sir William Thomson y su brújula

Hasta tiempos recientes (segunda mitad del S. XX), con la irrupción del posicionamiento satelital, este era el método usado para conocer la ubicación en la que se encontraban. Los primeros prototipos del GPS se desarrollaron a principios del S. XX, coincidiendo con los comienzos de la automoción, aspecto este último que ha dado la gran fama que posee actualmente esta tecnología. El primer GPS data de 1909, que consistía en un odómetro que giraba un mapa indicando los hitos más importantes que se podían encontrar en el punto kilométrico en el que te encontrabas. Este primer prototipo se llamaba *Jones Live Map* (ver figura 3.4), cada mapa era válido para unos 160 km y después había que cambiarlo por el siguiente

mapa. Este primer intento de gps dejó de fabricarse en los años 20, cuando las carreteras comenzaron a estar correctamente señalizadas [GPS12].



Figura 3.4: Jones Live Map

También en la década de los veinte, hizo su aparición el *Plus Fours Routefinder* (ver figura 3.5), consistente en un pequeño reloj de muñeca con una serie de papiros con la información de la ruta. Estos papiros debían ir desenrollándose de forma manual para seguir las indicaciones [Plu14].



Figura 3.5: Plus Fours Routefinder

Otro de los padres del gps moderno es el llamado *Iter Avto* (ver figura 3.6), consistente en un mapa enrollado conectado al velocímetro del coche para sincronizarlo. La dos grandes ventajas con respecto al *Plus Fours Routefinder*, consistía en que se instalaba sobre el

salpicadero del coche y mostraba de forma gráfica la posición. Su inconveniente, cualquier desviación de la ruta era completamente indetectable [Par13].

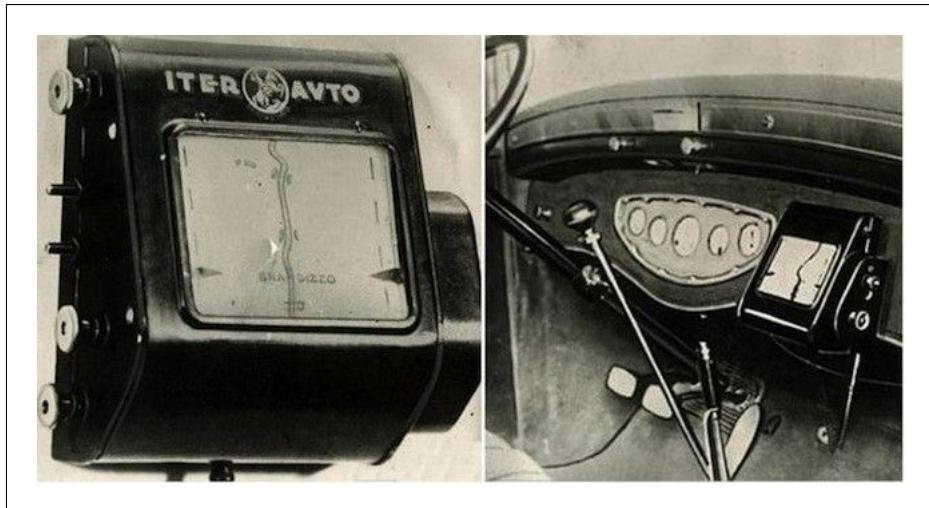


Figura 3.6: Iter Avto

Durante la segunda guerra mundial, la Royal Air Force (RAF) desarrolló un sistema de posicionamiento para sus bombarderos consistente en tres estaciones de radar que localizaban con precisión al avión [Ori13]. Los verdaderos orígenes de los gps como sistema de navegación satelital se remontan a 1957 con el programa *TRANSIT*. Por un lado la marina de los Estados Unidos (EE.UU.) inicia el programa *Polaris*, que consiste en el despliegue de misiles transcontinentales suboceánicos. Alcanzar los objetivos señalados con los misiles dependía de la capacidad de determinar con precisión la posición de los submarinos en cualquier punto de la superficie terrestre. Por otro lado, la universidad Johns Hopking de Maryland, consigue determinar con precisión la órbita del *Sputnik 1* a partir del desplazamiento Doppler sufrido por la señal que emitía y el conocimiento preciso de la posición del receptor. Con estos elementos, invertir los términos del problema resultó relativamente sencillo, esto es, conociendo la posición de un satélite de forma precisa, es posible determinar la de un receptor situado en el submarino de posición desconocida midiendo el desplazamiento Doppler sufrido por la señal emitida del satélite.

El sistema *TRANSIT* entró en funcionamiento en 1964 con el lanzamiento de 10 satélites y se mantuvo en servicio hasta 1996. En 1967 se permitió su uso civil. El error típico de este sistema era de unos 250 metros, por lo que resultaba muy útil para la navegación de aviones, barcos y submarinos, pero por razones obvias (precisión y tamaño de los receptores) aún estaban lejos de los sistemas de navegación personal actuales.

Mientras EE.UU. desarrollaba el sistema *TRANSIT*, la Unión Soviética había comenzado casi al mismo tiempo, un sistema muy parecido con idénticas prestaciones, el *TSICADA*, lo que resultaba inadmisible para los norteamericanos en el contexto de la guerra fría, por lo que comenzó a desarrollarse lo que posteriormente sería el GPS [Pal10]. El *NAVSTAR-GPS* nació

en 1973 para uso exclusivamente militar, con una constelación de 24 satélites en órbitas inclinadas de 12 horas, lo que se traducía en que cualquier receptor en el mundo tendría en su horizonte visible al menos 5 satélites disponibles en todo momento. El TRANSIT, no sólo no podía garantizar esto, debido a que sus satélites eran de órbita baja, si no que con sus 6 satélites, algunos receptores podían estar varias horas esperando recibir señal. El primer satélite de la constelación se puso en órbita en 1978. La precisión de este nuevo sistema era de 1 metro y podía ser incorporado en misiles, bombas inteligentes, vehículos, etc. Debido a su consideración de recurso de gran valor estratégico, su uso estaba limitado al ámbito estrictamente militar. El 31 de agosto de 1983 tuvo lugar uno de los incidentes internacionales más graves de la guerra fría, que a la postre resultaría decisivo para el uso actual del GPS, el derribo del vuelo de *Korean Airlines KAL007* por parte de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) [Kor15].

El citado vuelo, usando los sistemas de navegación tradicionales disponibles en aquella época, y usando el piloto automático, invadió en dos ocasiones el espacio aéreo de la Unión Soviética, que acabó interceptándolo mediante dos cazas militares y derribándolo con un ataque con misiles, matando al pasaje y la tripulación completa, con un resultado de 269 fallecidos. La respuesta internacional no se hizo esperar, y el entonces presidente de United States of America (USA), Ronald Reagan, anunció que el sistema GPS estaría disponible para propósitos civiles una vez finalizase el proyecto, con la intención de que no se volvieran a repetir incidentes similares. Para evitar que sus enemigos pudieran hacer uso de esta nueva tecnología para construir misiles de precisión con los que atacarlos, el Departamento de Defensa de EE.UU. impuso una serie de restricciones en la precisión de los receptores, de manera que el error en el posicionamiento fuera mayor que el de los disponibles para uso militar. Por ello los receptores de gps de uso civil eran incapaces de mostrar una resolución menor a veinte metros. Durante la primera guerra del golfo, en 1991, se desarrolló una mejora en la precisión del GPS llamada, GPS Diferencial, que conseguía precisiones de entre 1 y 3 metros de exactitud.

3.1.1 Funcionamiento de los gps

La base sobre la que se asienta el funcionamiento del posicionamiento mediante satélites consiste en que sea cual sea nuestra localización en la corteza terrestre, siempre estaremos a la vista de al menos cuatro satélites distintos.

Cada uno de estos satélites transmite información acerca de su localización que será utilizada por nuestro receptor para calcular la distancia a la que se encuentran, en función del tiempo que tardan las señales en llegar. Conociendo la distancia a la que se encuentran, como mínimo, tres satélites, es posible conocer con un cierto grado de aproximación la zona en la cual debemos estar posicionados. Este proceso de localización se conoce como triangulación.

Si estamos al alcance de un único satélite, la posible zona en la que nos encontraremos será todo el área de influencia del mismo. En el caso de utilizar dos satélites, la zona en la que podríamos encontrarnos sería la superficie de la intersección de las dos esferas imaginarias creadas con centro en cada uno de los satélites y radio la distancia a nuestra posición.

En el caso de utilizar tres satélites, que como se ha comentado anteriormente es el mínimo necesario, la posible localización se ve reducida a dos puntos. Para conocer con precisión cual de esos dos puntos es el correcto haría falta un cuarto satélite, pero en términos generales, uno de esos puntos no estará ubicado en la corteza terrestre, por lo que podrá descartarse y conocer de esta manera nuestra localización (ver figura 3.7).

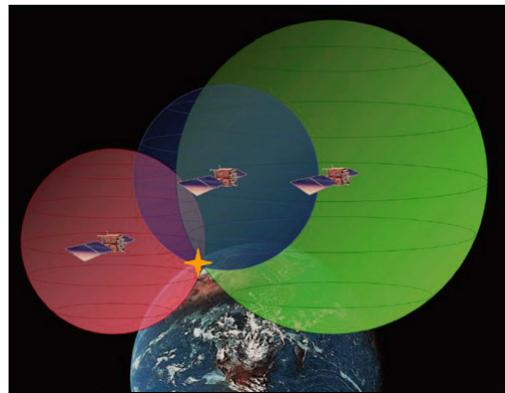


Figura 3.7: Triangulación satelital

Debido a razones obvias de estrategia militar, la precisión dada por los satélites GPS incluía un cierto grado de error aleatorio llamado *disponibilidad selectiva*. Este error fue eliminado el 2 de mayo del año 2000. Habitualmente la precisión para usos civiles se veía limitada a 100 metros [Cor00].

3.1.2 Cartografía y SIG²

Antes de la aparición de la historia, esto es, antes de la constatación escrita de los acontecimientos, se produjo la aparición de los mapas. Estos estaban realizados con la intención de establecer distancias, recorridos y localizaciones de elementos de cierta importancia.

El mapa más antiguo del que se tiene noticia proviene de la antigua Babilonia y está fechado alrededor de 4500 años a.C. Actualmente está conservado en el Museo Británico (ver figura 3.8).

La antigua Grecia fue quien colocó las bases para la cartografía actual, aportando grandes conocimientos geométricos, matemáticos geográficos y astronómicos. Los cartógrafos griegos, que admitían la forma esférica de la tierra, fueron los iniciadores del sistema de localización geográfica, es decir, las latitudes y longitudes, hicieron las primeras proyecciones [Sch07] y dieron una cifra bastante aproximada del tamaño de nuestro planeta [AB09].

²La labor de documentación está basada en: [DSA11].



Tablilla babilónica 700-550 a.C. Y el dibujo de su reconstrucción.

Figura 3.8: Tablilla babilónica y reconstrucción

Prácticamente todo lo que conocemos de la cartografía de este tiempo se debe a los escritos de Herodoto y Estrabón que mencionan a Anaximandro de Mileto como el realizador de un mapa completo de la tierra incorporando mares y ríos [Kap10]. Pero de entre todos los personajes de la antigua Grecia, fue Claudio Ptolomeo el más importante para el campo de la cartografía con su obra *Geographia* en la que puede apreciarse un mapamundi que abarca desde las islas Canarias por el oeste hasta China por el este (ver figura 3.9). Debido a que en este mapa aparecen las latitudes, el ecuador, la escala y está orientado al norte, es posible apreciar las bases de las cartas de navegación modernas.

Durante la era romana se sufrió un enorme retroceso en la cartografía, que no volvería a los niveles griegos hasta el siglo XVI, debido a que estaban más interesados en la realización de mapas prácticos para fines militares, administrativos y comerciales que en plasmar la realidad sobre el papel.

Durante la edad media, se pierde el concepto de esfera en los mapas y se representa el mundo ateniéndose más a conceptos místicos y religiosos que a la propia realidad. Normalmente aparece Jerusalén en el centro del mapa. Como ejemplo en la figura ?? se puede observar el mapamundi de Beato de Liébana.

En el año 1154, Al Idrisi, cartógrafo ceutí, presenta un mapa alejado de las convenciones europeas existentes en la época y más cercano a los planteamientos griegos. En su mapa se puede observar con gran detalle los perfiles de Europa, norte de África y gran parte de Asia, aunque está orientado hacia el sur, en lugar de la orientación norte a la que estamos acostumbrados (ver figura 3.11).

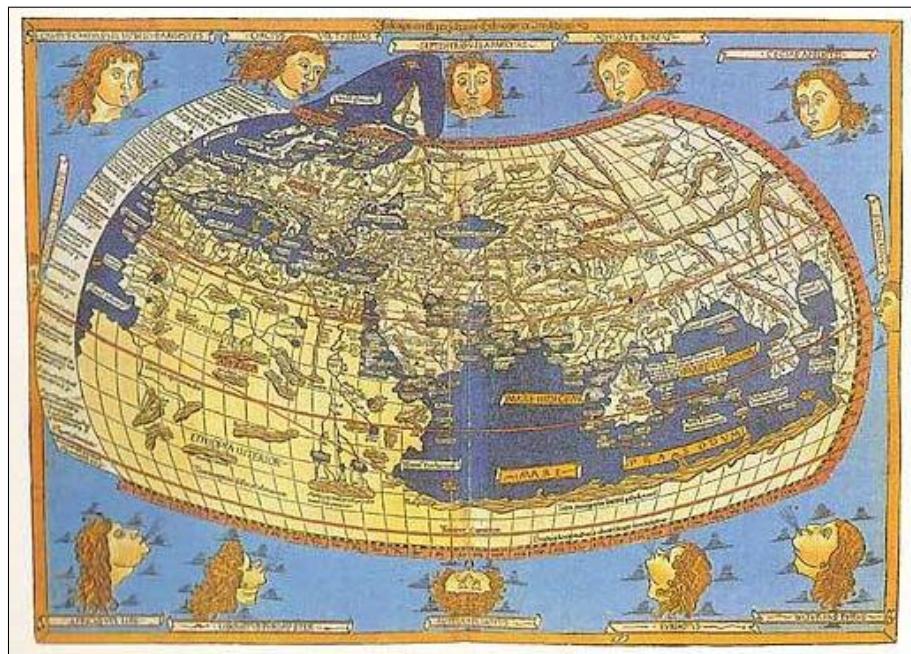


Figura 3.9: Mapa Ptolemaico



Figura 3.10: Mapamundi de Beato de Liébana



Figura 3.11: Mapamundi de Abu Abd Allah Muhammad al-Idrisi. 1154

A mediados del siglo XV da comienzo la cartografía moderna como consecuencia de la recuperación de los escritos de Ptolomeo, la invención de la imprenta y la posibilidad de divulgar los mapas con facilidad. Los grandes avances técnicos respecto a la brújula y las embarcaciones, permitían hacer viajes más largos, por lo que se necesitaban mejores cartas de navegación.

En el año 1500 aparece el mapa de Juan de la Cosa, y aunque no existe consenso al respecto, la mayor parte de los autores consideran que éste es el primer mapa en que aparece América [VPE06], aunque hay que esperar al año 1507 para poder ver el nuevo continente con su nombre, propuesto por Amerigo Vespucio, en el mapa de Martin Waldseemüller (ver figura 3.12).

Ya en el siglo XX, el desarrollo de la fotografía y la aviación, en el contexto de la Gran Guerra y sobre todo durante la Segunda Guerra Mundial, permitió una gran revolución cartográfica. Siendo conscientes de la gran ventaja militar que suponía un profundo conocimiento del terreno, empiezan a desarrollarse grandes proyectos en este sentido, que culminarán durante la segunda mitad del siglo en la cartografía de precisión mediante satélites [LH06].

Debido a que el término SIG engloba la integración de muy diversas áreas, no existe una única definición totalmente consensuada [Chr97]. La definición aportada por el National-Centre of Geographic Information and Analysis (NCGIA) resulta ampliamente aceptada:



(a) Mapamundi de Juan de la Cosa. 1500



(b) Mapamundi de Martin Waldseemüller. 1507

Figura 3.12: Primeros mapas de América

Un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Uno de los elementos relevantes de los SIG son la asociación de información a una imagen concreta y una de las primeras muestras de esto lo podemos encontrar en el Londres victoriano de mediados del siglo XIX. En el año 1854, el doctor John Snow (ver figura 3.13) utilizó un mapa del Soho londinense para ubicar los casos de un brote de cólera (ver figura 3.14). Con la ayuda de los registros del hospital de Middlesex y de Henry Whitehead, párroco local, recogió las defunciones producidas mediante unas finas líneas de color negro que se apilaban unas sobre otras a medida que se producían las muertes, consiguiendo el efecto de asociación de información a imagen comentado en el párrafo anterior [Cai11] (ver figura 3.14).

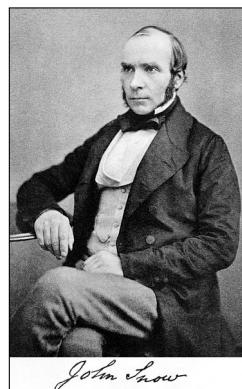


Figura 3.13: Doctor Sir John Snow

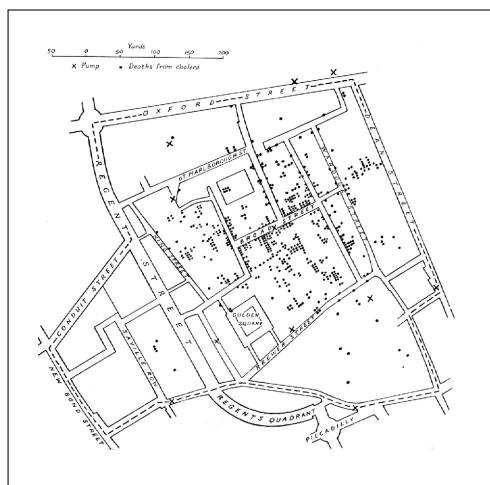


Figura 3.14: Mapa del Soho con los casos de fallecimiento por cólera

Gracias a ello y referenciando en el mapa la posición de los pozos de agua, pudo compro-

bar como una gran cantidad de víctimas se encontraban dentro de la zona de influencia de una bomba de agua en Broad Street (ver figura 3.15), que a la postre resultó estar contaminada con heces. Recomendando la clausura de la misma consiguió acabar con la epidemia [GM07]. Debido a estos logros se le considera el padre de la epidemiología moderna y podemos ilustrar uno de los primeros ejemplos del uso de los SIG.

Este ejemplo temprano, combinado con la geolocalización nos permite identificar las líneas base de la representación de elementos de lo que será el presente TFG.

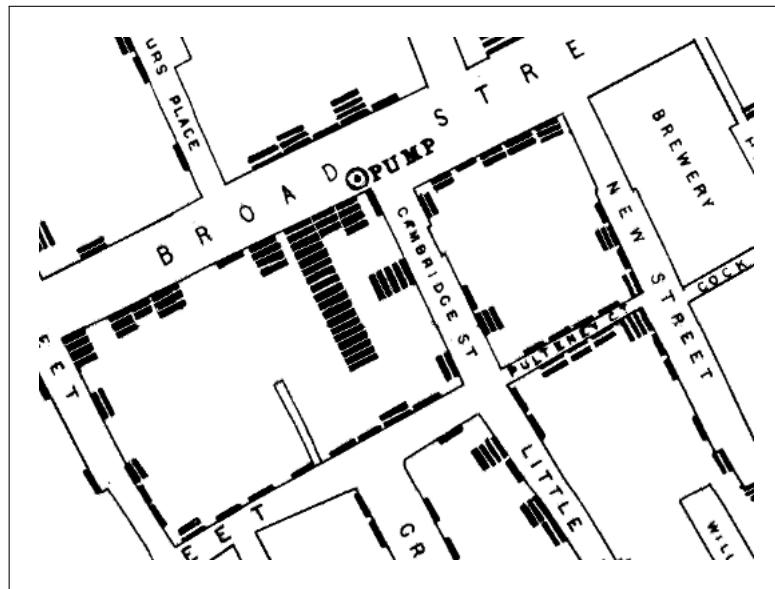


Figura 3.15: Detalle del mapa del Doctor Snow

3.2 Internet y la www

Internet puede considerarse como una de las tecnologías que más ha cambiado el mundo y la que más rápidamente lo ha hecho. Gracias al nuevo concepto que supone, se puede acceder rápidamente a la mayor cantidad de información nunca antes recopilada en la historia de la humanidad.

La gran biblioteca de Alejandría, la mayor de las bibliotecas del mundo antiguo, contenía, antes de su destrucción unos 200.000 volúmenes, según Flavio Josefo, y calculaban que todo el conocimiento de la humanidad ocuparía un total de 500.000 volúmenes [Jos94]. Autores modernos han reconsiderado el posible número de volúmenes, aportando una cifra de unos 50.000 rollos, que podría equivaler a unos 12.500 libros actuales [ES01].

Los Archivos Secretos Vaticanos contienen un total de 1.600.000 volúmenes [Bav], la biblioteca nacional de España 28 millones [San] y la biblioteca del congreso de los EE.UU. 160 millones de documentos [Lib]. Comparando las cifras de algunas de las mayores bibliotecas

del mundo con el número de documentos existentes en Internet, podemos hacernos una idea de lo que esta tecnología ha supuesto para la humanidad, no solamente en el volumen de información existente, si no en la facilidad de acceso a los mismos. En el año 2012, en Internet existían un total de 8310 millones de documentos accesibles.

Aunque no es lícito comparar estas cifras en bruto, ya que tal la cantidad no siempre está relacionada con la calidad, como dijo el escritor Neil Gaiman [Gai10]:

Google puede devolverte cien mil respuestas, un bibliotecario puede devolverte la correcta.

En el año 1958 la compañía Bell crea el primer módem, un dispositivo capaz de transmitir datos binarios utilizando una línea telefónica (ver figura 3.16). En el año 1962 J.C.R Licklider describe su concepto de *Red galáctica*, consistente en una red interconectada globalmente que permitiera acceder a todo tipo de datos y programas desde cualquier sitio. Un año antes, en 1961, Leonard Kleinrock publicó su tesis doctoral acerca de la teoría de colas, que sería publicada como libro en el año 1964 ([Kle64]) y que sirvió de fundamento a la teoría de conmutación de paquetes. Los datos se troceaban en partes, llamados *paquetes*, a los que se les asignaba un número de secuencia antes de enviarlos. De esta manera, no importaba el orden en que llegaban al receptor, puesto que en cualquier caso podría recomponer el mensaje original. En el año 1967 en una conferencia, se presentaba el proyecto inicial de Advanced Research Projects Agency Network (ARPANET). Durante las discusiones iniciales del proyecto se llegó a la conclusión de desligar la comunicación de la máquina principal, crear pequeños computadores para que fuesen quienes cargasen con la responsabilidad de lidiar con las líneas telefónicas. El 29 de Octubre de 1969 se transmite el primer mensaje a través de ARPANET y el 21 de Noviembre de ese mismo año se establece la primera conexión entre las computadoras de la universidad de Stanford y University of California, Los Angeles (UCLA).



Figura 3.16: Módem Bell. 1958

En el año 1972 al calor de una enorme y exitosa demostración de ARPANET, se introduce la primera gran aplicación de esta nueva tecnología, el correo electrónico. Ray Tomlinson, había desarrollado para ARPANET unos años antes un programa llamado SNDMSG para enviar mensajes entre las distintas terminales de una computadora, por lo que adaptó este programa para permitir el envío dentro de una red más amplia.

Con el crecimiento de la red, se desarrollaron tres protocolos que actualmente siguen en uso, Transmission Control Protocol (TCP), Internet Protocol (IP) y Domain Name System (DNS). El año 1983, ARPANET se abre definitivamente a la vida civil permitiendo el intercambio masivo de datos entre universidades y centros de investigación. Este es el motivo último por el que se celebra ese año como el nacimiento de Internet.

La *web* (www) es probablemente el punto más visible de Internet. Fue desarrollado entre 1989 y 1990 por Tim Berners-Lee y Robert Caillau mientras trabajaban en el Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN).

En la web, es utilizado HyperText Transfer Protocol (HTTP) como protocolo de comunicación, que define la sintaxis y la semántica necesarias para el correcto funcionamiento de los distintos componentes de la comunicación web, consiguiendo una abstracción que permite unificar la forma de comunicación en la red. En las comunicaciones en red el modelo de arquitectura más extendido es el paradigma Cliente - Servidor (ver figura 3.17), mediante el cual se define una máquina *servidor* encargada de generar la corriente datos y una serie de máquinas conocidas como *clientes*, que realizan peticiones para consumir estos datos. El funcionamiento básico de este modelo podría verse como una farmacia abierta 24 horas (*servidor*), que está permanentemente a la espera de que alguna persona decida entrar a comprar algún medicamento, momento en el cual busca la droga pedida y se la facilita.

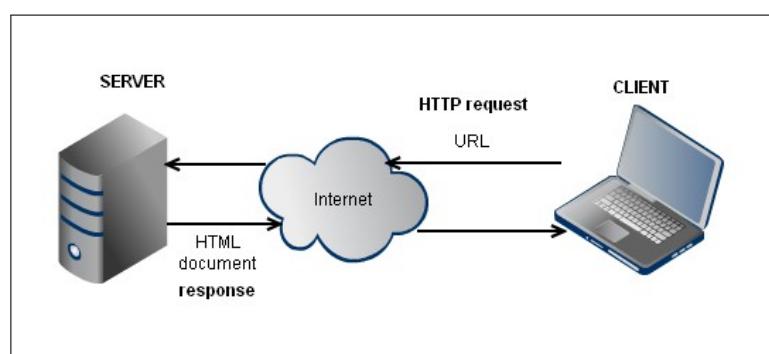


Figura 3.17: Modelo cliente-servidor

Para que estas transacciones puedan darse, los computadores deben poder conocer como comunicarse, lo que en este caso se logra mediante las direcciones IP, que consisten en una serie de 32 bits que designan únicamente un elemento de una red, y unos pocos pasos intermedios, y transparentes para el usuario. El cliente, normalmente mediante un navegador web, es decir, mediante un programa creado específicamente para la navegación y visuali-

zación de páginas web, introduce el nombre de la página con la que quiere comunicarse. Este nombre, por ejemplo, *www.usipv6.com*, es enviado automáticamente a unos servidores llamados servidores DNS, que son capaces de buscar la dirección IP asociada al nombre de la página tecleada y devolverla, que en este ejemplo es *123.45.67.89* (ver figura 3.18). Es fácil ver el porqué se utiliza este paso intermedio, debido a que al usuario le resultará mucho más sencillo recordar una página web que una serie de números. Una vez realizada la traducción, el computador se comunica con el servidor a través de la dirección IP obtenida y este le responde enviándole la información solicitada.

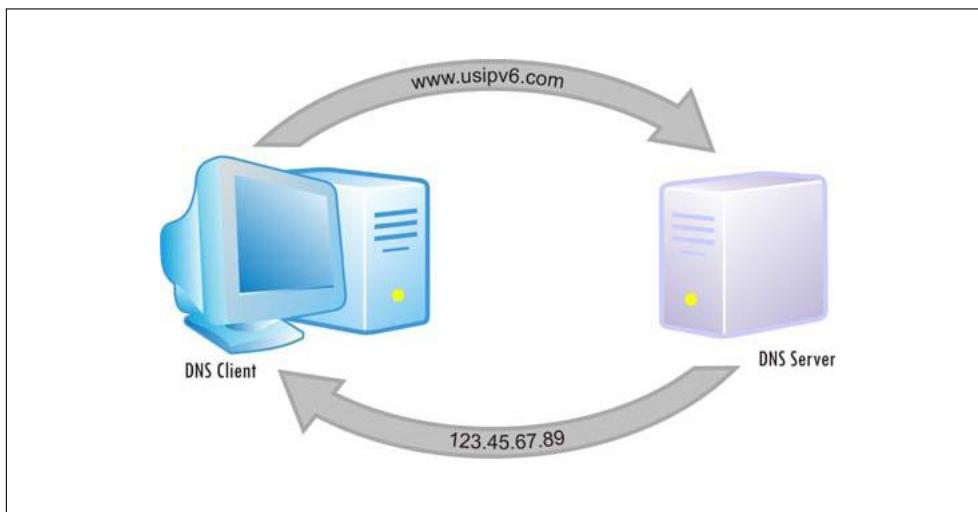


Figura 3.18: Comunicación con servidor DNS

Aunque en sus orígenes la web se desarrolló para transmitir únicamente texto, actualmente, como puede verse fácilmente, se permite la emisión de todo tipo de contenidos multimedia, como audio, vídeo o imágenes. La tarea del cliente consiste en recibir los datos enviados por el emisor para reinterpretarlos y mostrarlos de manera coherente para el usuario.

Todo esto nos lleva a poder diferenciar de forma clara dos trabajos distintos dentro de la comunicación web, el trabajo llevado a cabo por el cliente y el trabajo llevado a cabo por el servidor. Para poder desarrollar cada una de estas tareas, existen una serie de tecnologías específicas para el lado del cliente y para el lado del servidor.

3.2.1 Tecnologías del lado del servidor

Como se ha explicado en la sección anterior, el servidor es el encargado de atender las peticiones que los clientes le envían y responderlas adecuadamente. En los comienzos de la web los servidores eran meras estaciones de *almacenaje*, que devolvía al cliente petionario una página web estática (ver figura 3.19) mientras que en la actualidad, los servidores son capaces de generar el contenido que deben enviar de forma dinámica (ver figura 3.20).

Algunas de las tecnologías más utilizadas en el lado del cliente son Apache, PHP y MySQL.

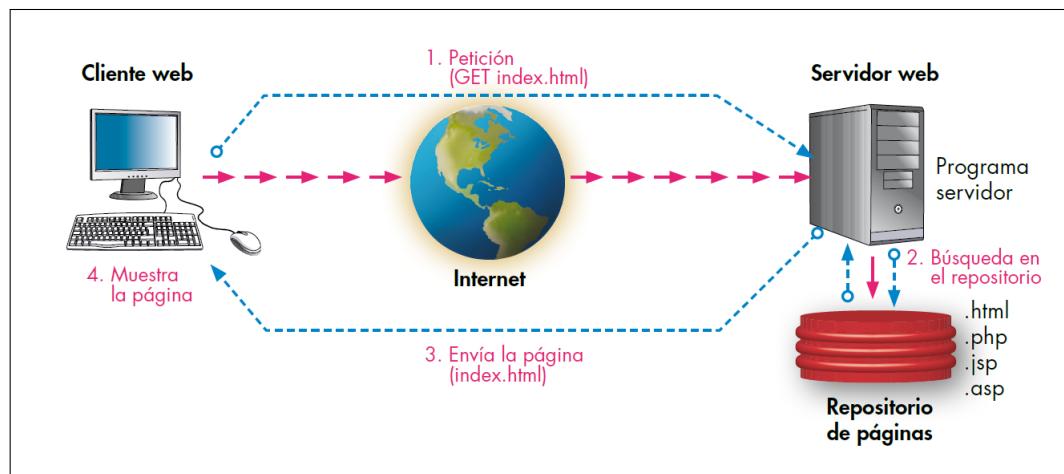


Figura 3.19: Petición a servidor estático

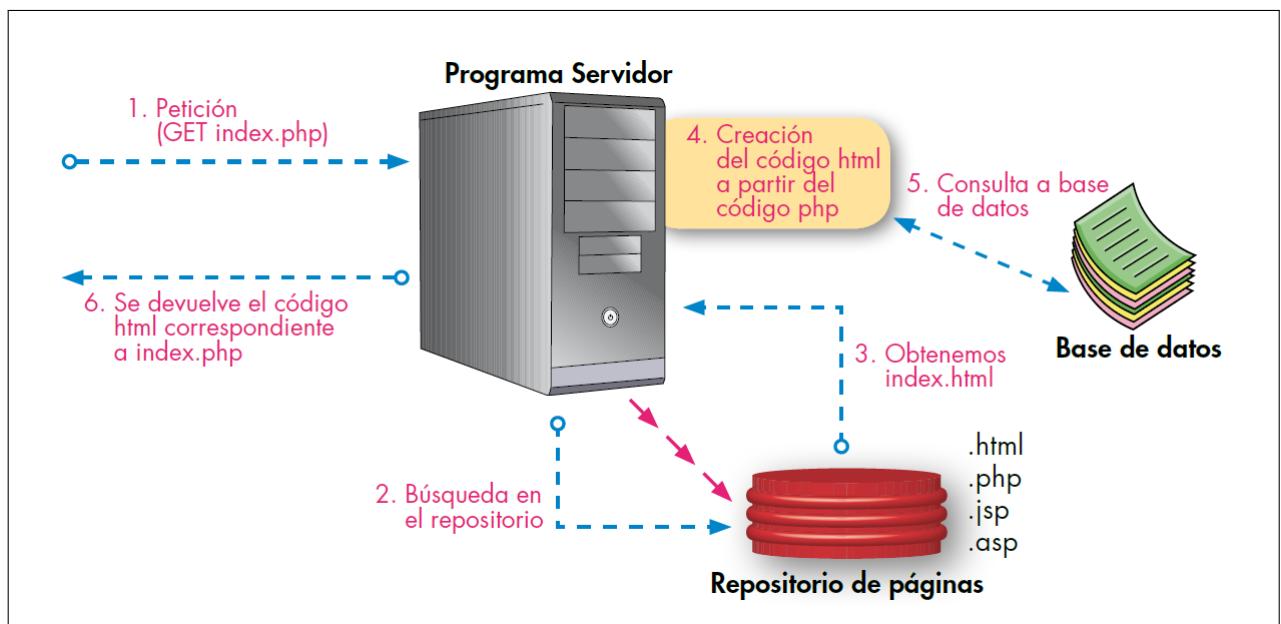


Figura 3.20: Petición a servidor dinámico

Apache es un software que permite a un computador realizar el comportamiento típico de un servidor, esto es, atender a las peticiones de los clientes, ofrecerles servicios y enviarles la información pedida. Está desarrollado en C y es de código abierto [Apa].

PHP es uno de los lenguajes de programación del lado del servidor más extendido y fue uno de los primeros en poder incorporarse directamente en el código HTTP. Fue creado por Rasmus Lerdorf en 1994 y actualmente se encuentra en su versión 5.6.14 [His].

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales desarrollado para MySQL AB (actualmente parte de Sun Microsystems) en 1995 por Michael Widenius, David Axmark and Allan Larsson [Dat14].

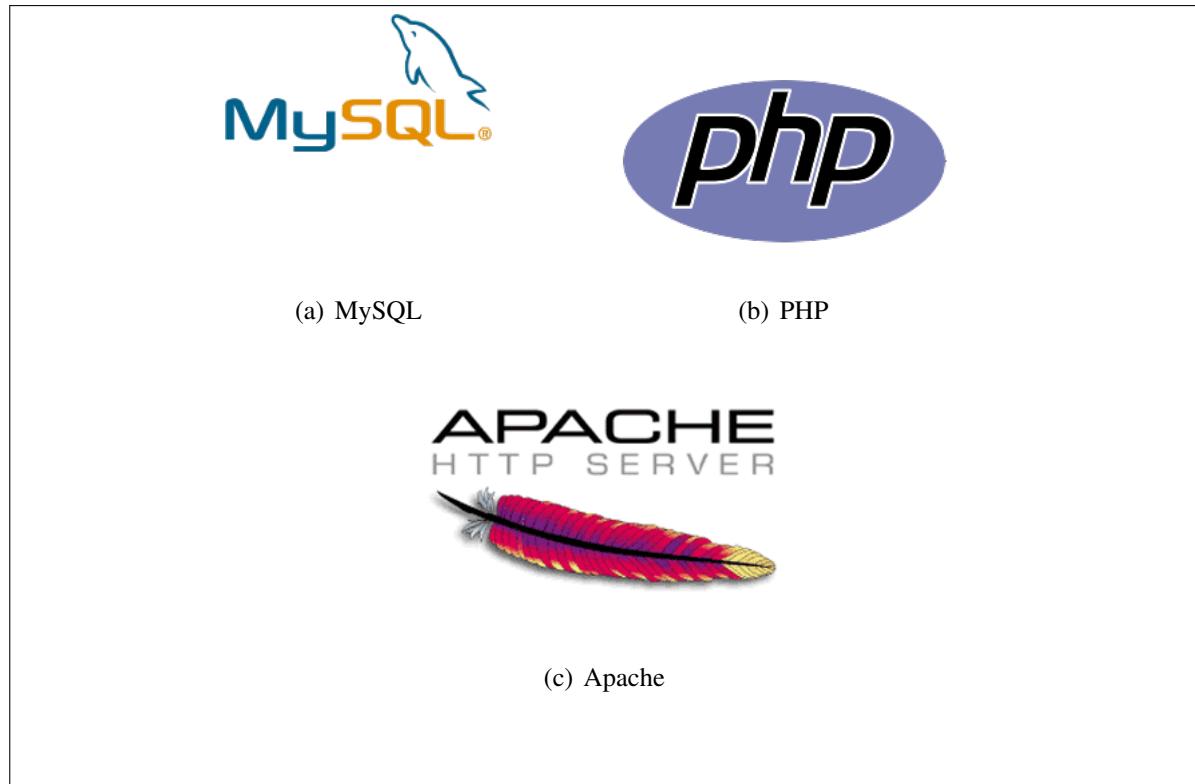


Figura 3.21: Tecnologías utilizadas en servidores

3.2.2 Tecnologías del lado del cliente

Dejando de lado la necesidad de contar con un navegador web que permita mostrar e interactuar con las páginas web, el cliente debe interpretar los datos recibidos por el servidor de manera que pueda traducirlos convirtiéndolos en el concepto de *página web* que conocemos. Tres de los lenguajes más utilizados en este intercambio de datos son HyperText Markup Language (HTML), Cascading Style Sheet (CSS), JavaScript y Asynchronous JavaScript And XML (AJAX).

HTML es un lenguaje de marcado que se utiliza para la representación visual de una página web. Está considerado el lenguaje de programación más importante y está a cargo de la W3C

[Wor]. Aunque permite dar formato al texto, actualmente esto suele ser responsabilidad de las hojas CSS.

La última versión de este lenguaje, HTML5, publicada en octubre de 2014 [Ada14] incorpora novedades como etiquetas con Compresor-Decompresor (CODEC), para manejar grandes conjuntos de datos o mejoras en los formularios.

CSS es usado para definir el formato de una página web escrita en HTML.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>Hola Mundo en HTML</title>
    <style>
        body {background-color:lightgrey}
        h1 {color:blue}
        p {color:green}
    </style>
</head>
<body>
    <h1>Hola Mundo</h1>
    <p>Mi primera web en HTML y CSS.</p>
</body>
</html>
```

Listado 3.1: «Hola mundo» en HTML y CSS

Javascript es un lenguaje interpretado orientado a objetos implementado normalmente como parte del navegador web. AJAX es utilizado para poder realizar peticiones a un servidor modificando partes concretas de una página, eliminando de esta forma la necesidad de recargar la página completa.

3.3 Dispositivos móviles

Los teléfonos móviles han cambiado nuestra manera de relacionarnos tanto con el mundo como entre las personas. Hace apenas diez años era imposible pensar en acceder a Internet desde cualquier lugar o tener la posibilidad de enviar mensajes a través de aplicaciones de mensajería instantánea. Hace veinte o treinta años nadie imaginaba que los teléfonos móviles serían un elemento imprescindible y omnipresente de nuestras vidas ya que en aquella época era un símbolo de estatus y gran lujo.

Podríamos comenzar a explicar los intentos de comunicarse a través de grandes distancias con el telégrafo, primer gran antecedente del teléfono, y es que este invento fue algo revolucionario cuando se presentó. Por primera vez permitía comunicar dos puntos distantes de manera instantánea.

Los orígenes del telégrafo se remontan al S. XVIII cuando Claude Chappe desarrolló para el ejército Francés su precursor inmediato, el telégrafo óptico. Este invento consistía en un sistema de comunicación que emitía una señal visual que podía repetirse en la distancia,

aunque solo tenía utilidad en las distancias en las que el ojo humano permitía distinguirlas (ver figura 3.22) [HP94].



(a) Telégrafo óptico de Claude Chappe



(b) Claude Chappe

Figura 3.22: Telégrafo óptico

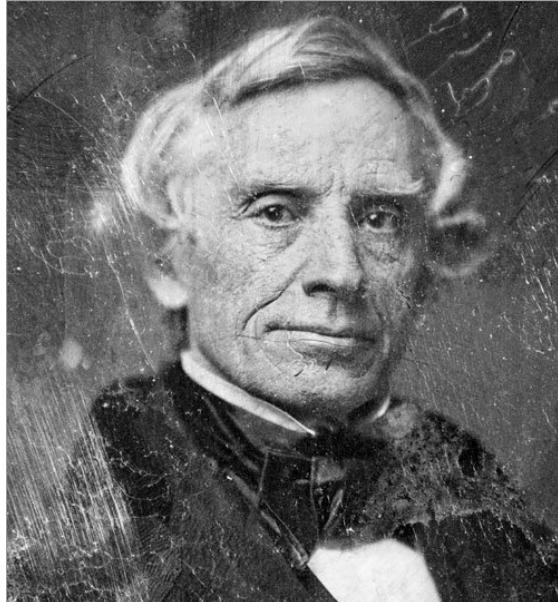
Con la intención de mejorar el alcance de la comunicación y aprovechando los estudios de electromagnetismo de Michael Faraday y las innovaciones de William Sturgeon y Joseph Henry sobre el electroimán, Samuel Morse (ver figura 3.23) ideó una manera de enviar señales entre dos puntos aprovechando las corrientes eléctricas. En un primer momento, el telégrafo consistía en un péndulo que ante la existencia de corriente movía un lápiz que dibujaba de esa manera una línea sobre un papel. Mejorando el prototipo se llegó a inventar el famoso código morse, que consta de los consabidos y famosos dos elementos: el punto y la raya.

En 1837 Samuel Morse hizo la primera demostración pública del telégrafo en un áula de la universidad de Nueva York.

El 24 de mayo de 1844, se terminó la línea telegráfica que unía Baltimore y Washington, enviando un mensaje desde la Cámara de la Corte Suprema en el Capitolio de EE.UU. en Washington hasta el ferrocarril B & O en Baltimore con la frase *What hath God wrought?* perteneciente al libro de los Números (ver figura 3.24).

El siguiente gran paso en las comunicaciones viene de la mano de un dispositivo capaz de retransmitir, a través de cables, las señales acústicas derivadas de la voz humana. El teléfono.

Históricamente, la invención del teléfono se atribuyó a Alexander Graham Bell [Cab79], hasta el 11 de junio de 2002, fecha en que fue reconocido el italiano Antonio Meucci (ver



(a) Samuel Morse

Morse Code Alphabet		
The International morse code characters:		
A .-	N -.	0 -----
B -...	O ---	1 .----
C -.-.	P .--.	2 ..---
D -..	Q --.-	3 ...-
E .	R .-.	4-
F ..-.	S ...	5
G --.	T -	6 -....
H	U ..-	7 -...-
I ..	V ...-	8 ---..
J .---	W .--	9 ----.
K -.-	X -.-.	Fullstop .-.-.
L .-.	Y .--	Comma ---.-
M --	Z ---	Query ...--

(b) Código morse

Figura 3.23: Telégrafo

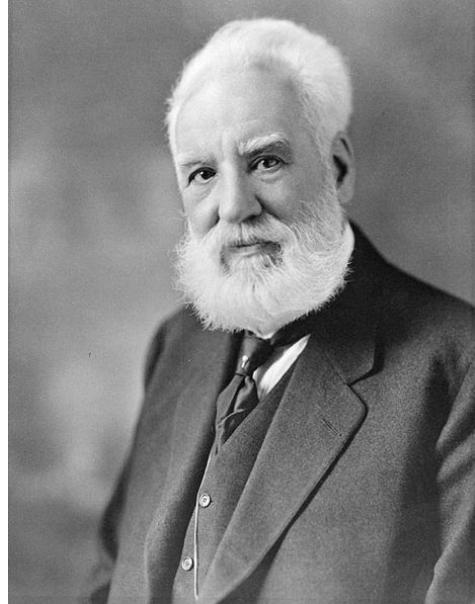


Figura 3.24: Primer telegrama

figura 3.25) como el verdadero inventor de este aparato por el Congreso de los Estados Unidos [Sen03].



(a) Antonio Meucci



(b) Alexander Graham Bell

Figura 3.25: Inventores del teléfono

Antonio Meucci, nacido en Florencia, emigró junto a su esposa Ester Mochi primero a Cuba en octubre de 1835 y después a Staten Island, Nueva York EE.UU. en 1850.

Ya que vivían en una casa de varios pisos y a causa del reumatismo de su esposa, Meucci construyó el primer teléfono para comunicar su despacho, situado en la planta baja, con el dormitorio, ubicado en el piso superior, donde se encontraba postrada su esposa debido a la enfermedad. Esto ocurrió alrededor de 1857 [Meu10]. El 28 de diciembre de 1871 presentó la documentación previa a la patente, pero sólo consiguió el dinero para renovarla en 1872 y 1873. Meucci ofreció una demostración de su *teletrófono* a la *Western Union Telegraph Company* pero viendo la falta de interés de la empresa en su desarrollo, pidió la devolución de los materiales presentados, recibiendo como única contestación la explicación de que habían sido perdidos y por tanto no resultaba posible su devolución.

Aunque este hecho no está probado, parece ser que estos materiales cayeron en manos de Alexander Graham Bell, que en aquella época trabajaba en los laboratorios de la compañía, utilizándolos más tarde para desarrollar su propio teléfono. En 1876 Bell presentó, unas horas antes que su compatriota Elisha Gray, la patente de su teléfono.

Ante las reclamaciones de Meucci de la autoría del invento, y gracias a la intervención de un amigo, se descubrió que las patentes relacionadas con el *telégrafo parlante*, se habían *extraviado*. En investigaciones posteriores se descubrieron pagos a funcionarios por parte de Bell para hacer desaparecer estos documentos. Debido a las pruebas de prevaricación, en

1886 el Secretario de Estado llegó a confirmar que existían suficientes pruebas para otorgar la autoría del invento a Antonio Meucci. La demanda cesó como consecuencia de la muerte de Meucci en octubre de 1889, después de que los abogados de Bell consiguieran dilatar el proceso mediante recursos judiciales. Como curiosidad, Thomas Alva Edison enviaría una carta al juez posicionándose a favor de Meucci en sus reivindicaciones [CF07].

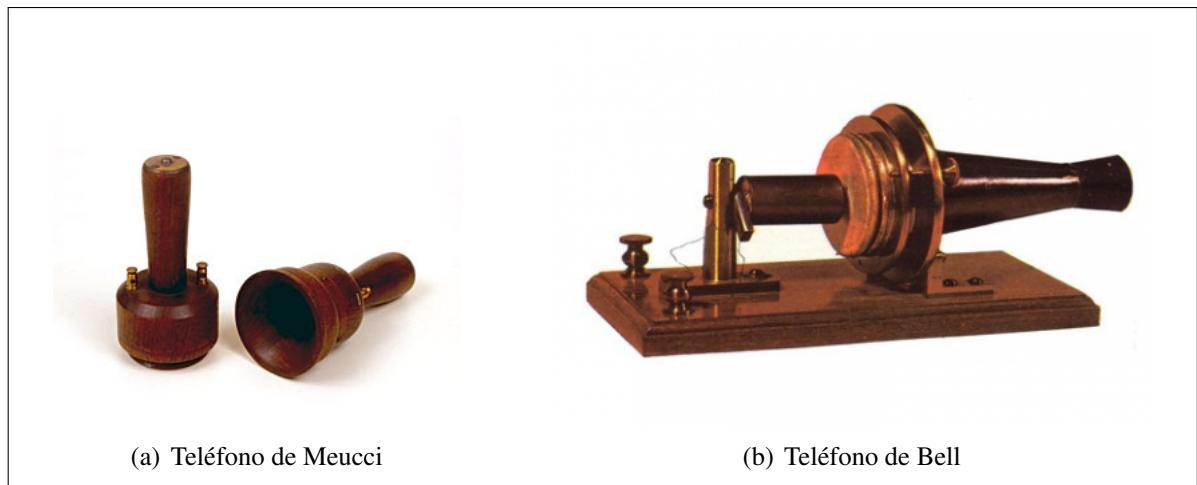


Figura 3.26: Primeros teléfonos

El 9 de octubre de 1876 se realizó una demostración en la que Bell y su ayudante Thomas Watson mantuvieron una conversación telefónica entre Cambridge y Boston. La primera frase pronunciada durante este evento fue "*Mr. Watson, come here. I want to see you.*" [Eve01].

Dejando de lado los primeros intentos de radiotelefonía, el primer teléfono móvil fue desarrollado por Motorola en 1983. El modelo Dynamic Adaptive Total Area Coverage (DYNATAC) 8000x que tenía una autonomía de 1 hora y permitía treinta minutos de conversación. El precio de venta al público se estableció en casi 4.000 dólares.

Aunque la comercialización se llevó a cabo en la mencionada fecha, la primera llamada se realizó diez años antes, en abril de 1973 por Martin Cooper, director de Motorola al teléfono fijo de Joel Engel, investigador de los laboratorios Bell, su principal competidora. En una entrevista para la BBC, Cooper comentaba cómo se desarrolló esa primera conversación: "Joel it's Martin and I'm calling you from a cell phone, but a real cell phone" [BBC13]³.

La gran novedad de estos primeros modelos sobre los aparatos de radiotelefonía es que podían ser trasladados y manejados por una sola persona, ya que hasta ese momento únicamente estaban disponibles modelos de gran tamaño y peso que debían transportarse en los maleteros de los vehículos.

La primera generación de teléfonos móviles fue desarrollada hasta finales de los años 80.

³Cómo curiosidad se incluye el enlace al vídeo promocional del DynaTAC 8000X <https://www.youtube.com/watch?v=0WUF3yjgGf4>



(a) Motorola
DynaTAC
8000X



(b) Martin Cooper

Figura 3.27: Primeros teléfonos

Estos primeros modelos únicamente permitían el intercambio de voz.

La segunda generación llegó en los años 90, poniendo el acento en la digitalización de las comunicaciones, ya que ofrecían un aumento sustancial de la calidad de voz y se simplificaba la fabricación reduciendo los costes. En este momento se integró uno de los servicios más populares de los teléfonos móviles hasta la aparición de la mensajería instantánea, los Short Message Service (SMS).



Figura 3.28: Teléfono de segunda generación. Siemens A56

El siguiente gran salto vino de la mano de Apple y su iPhone, sacado al mercado en el año 2007. Con un diseño estudiado y una pantalla multitáctil, aprovechando la buena imagen de marca conseguida a través del iPod, Apple sacó un teléfono que revolucionó la manera en la que hasta entonces se entendían los teléfonos. Siendo una mezcla de teléfono, ordenador, reproductor de música, agenda personal y reproductor multimedia, no tardó en convertirse en un producto casi imprescindible para el consumidor y por tanto algo a imitar por las compañías rivales. Había nacido la era de los smartphones.



Figura 3.29: iPhone de Apple

3.4 Aplicaciones similares

En este apartado presentaremos aplicaciones similares a la que se pretende desarrollar. El parecido viene dado bien por el uso de la localización, bien por la compartición de la ubicación o bien por ser aplicaciones con la misma finalidad que la desarrollada en el presente TFG.

3.4.1 Foursquare

Sin duda alguna, Foursquare (<https://es.foursquare.com/>) es la aplicación más conocida de las presentadas. Fue creada en 2009 por Dennis Crowley y Naveen Selvadurai. Básicamente consistía en una red social que permitía indicar el punto geográfico en el que el usuario se encuentra en ese momento [Rub13] y opinar acerca del lugar, establecimiento o comercio y mostrar los puntos de interés cercanos a su posición [CF14].

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

3.4.2 Swarm

En el año 2014 Foursquare lanza Swarm (<https://es.swarmapp.com/>), que es una escisión dedicada más a compartir la posición y permitir concertar lugares de encuentro y saber qué contactos tenemos cerca dejando de lado la parte lúdica y la compartición de experiencias, que se trasladan definitivamente a Foursquare [Buz14].

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

3.4.3 Glympse

Glympse (<https://www.glympse.com/>) es una aplicación que permite compartir en tiempo real la ubicación del usuario con los contactos que deseé. Es una forma rápida de indicar y compartir la posición en la que te encuentras, viiniendo a responder a la pregunta, "¿Dónde te encuentras en este momento?", sin necesidad de abrir el móvil. Los destinatarios de los "Glympses" no necesitan tener instalada la aplicación para acceder a nuestros recorridos [Unk15].

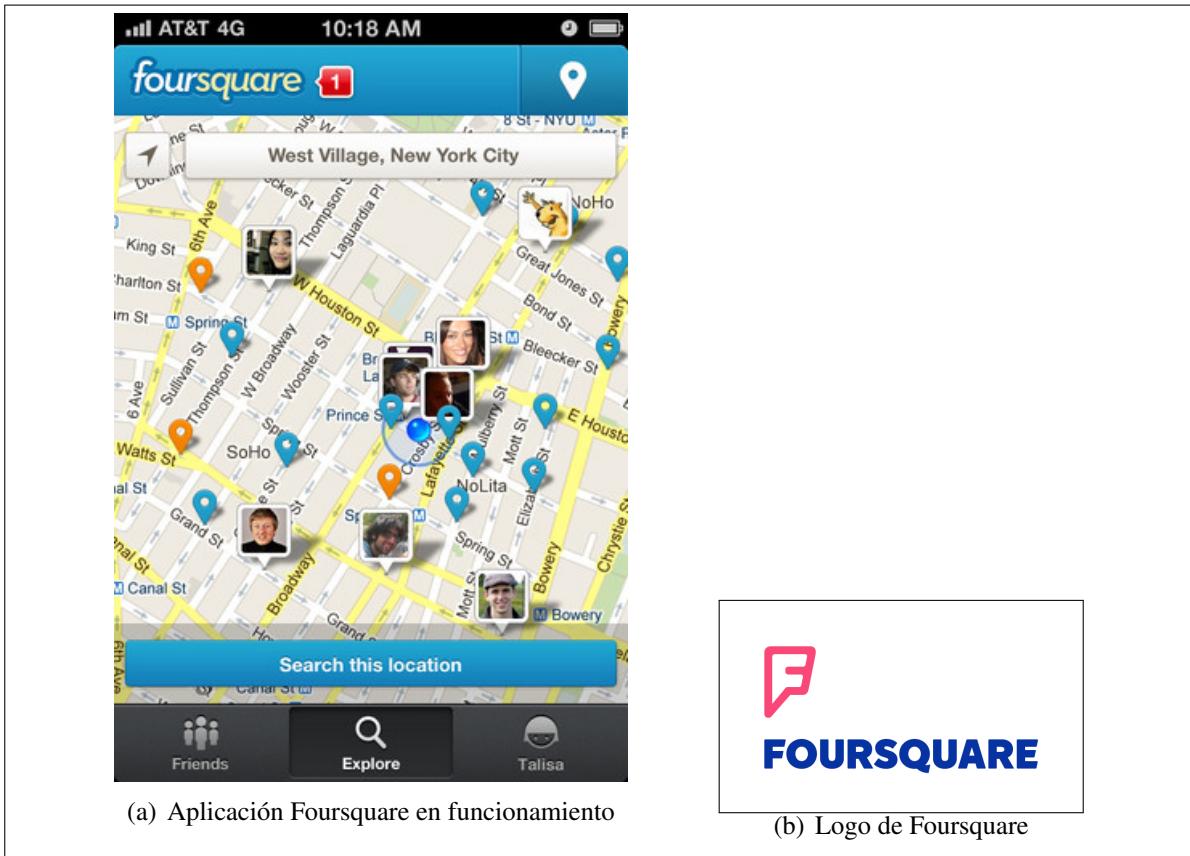


Figura 3.30: Foursquare



Figura 3.31: Logo de Swarm

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

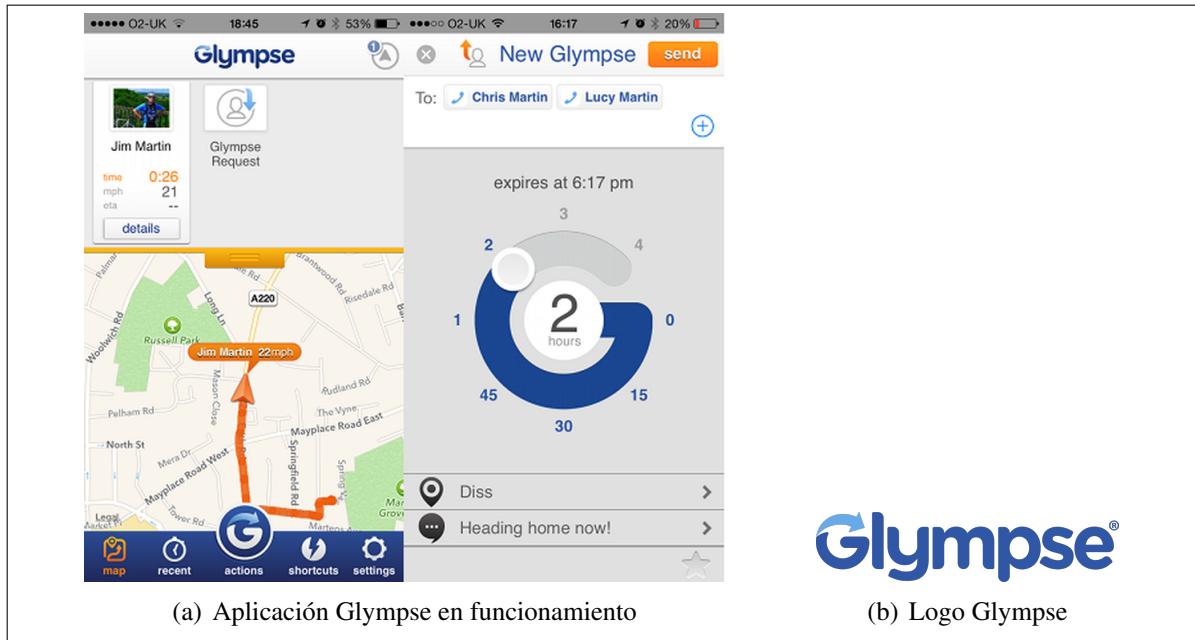


Figura 3.32: Glympse

3.4.4 Strava

Strava (<https://www.strava.com/>) es una aplicación que permite hacer un seguimiento al usuario mientras realiza actividades deportivas. Permite el seguimiento entre usuarios y genera estadísticas de rendimiento que pueden ser comparadas. Puede utilizarse a través de la página web, sin necesidad de descargarse las distintas aplicaciones [Moy12].

Esta aplicación está disponible para Android y iOS.

3.4.5 Waze

Waze (<https://www.waze.com/es/>) es una aplicación que permite compartir en tiempo real información sobre el estado del tráfico, de manera que el usuario recibe y envía el estado de las carreteras a todos aquellos usuarios de la comunidad conectados en ese momento. Permite adecuar las rutas de tráfico en función de los atascos detectados, informa de los precios de las gasolineras y permite avisar al resto de conductores de la posición de patrullas de tráfico o radares, último aspecto este que le ha dado gran controversia [dC13]. También permite interactuar automáticamente con Foursquare, marcando la posición de llegada justo al terminar el viaje, y con otras redes sociales como Facebook o Twitter [Pen11]. A mediados de 2013 fue adquirida por Google por un total de 966 millones de dólares [ABC13].

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

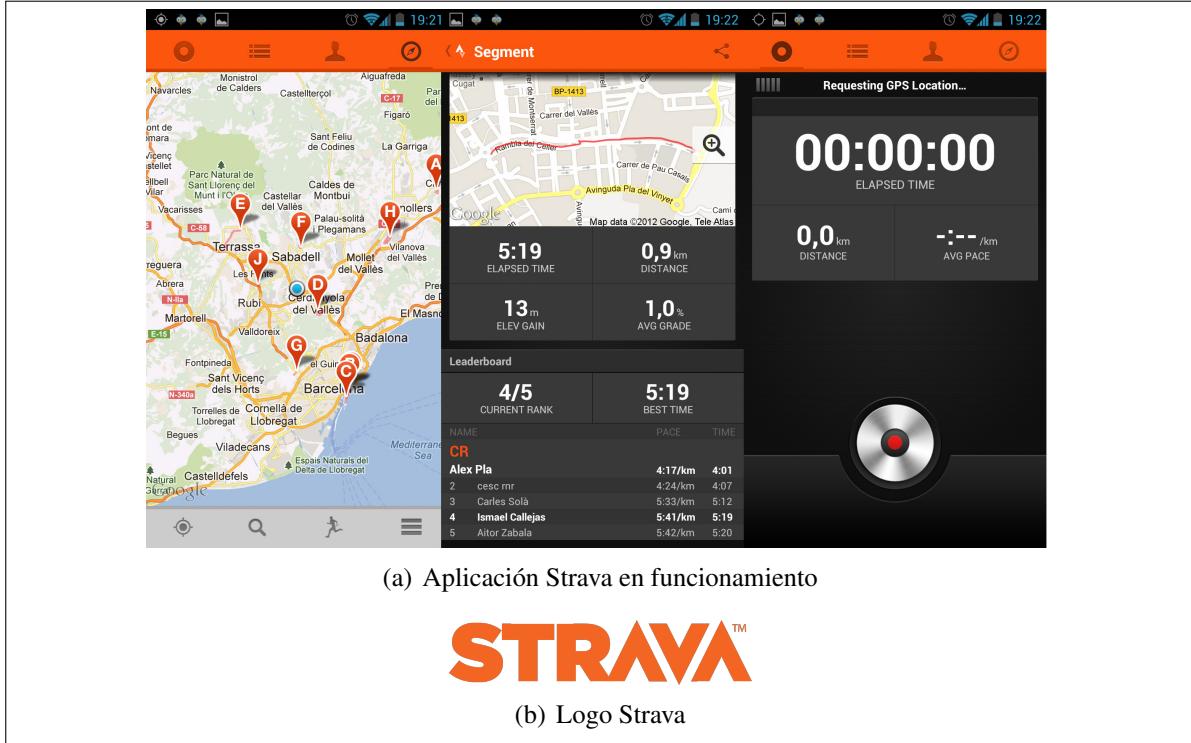


Figura 3.33: Strava



Figura 3.34: Waze

3.4.6 Ingress

Como curiosidad del uso de los gps y la comunicación social, alejándonos de lo habitual, se encuentra Ingress (<https://www.ingress.com/>), un juego de realidad aumentada a través de gps que permite "conquistar" zonas de interés mientras estés cerca de ellas. Estas zonas normalmente coinciden con puntos emblemáticos y conocidos de las ciudades. La interacción social se consigue debido a que existen dos bandos enfrentados por conseguir los recursos de las zonas. Este juego está desarrollado por Niantic y distribuido por Google [Pen13].

Desde diciembre de 2013 está disponible para Android mientras que el lanzamiento para iOS fue en julio de 2014.

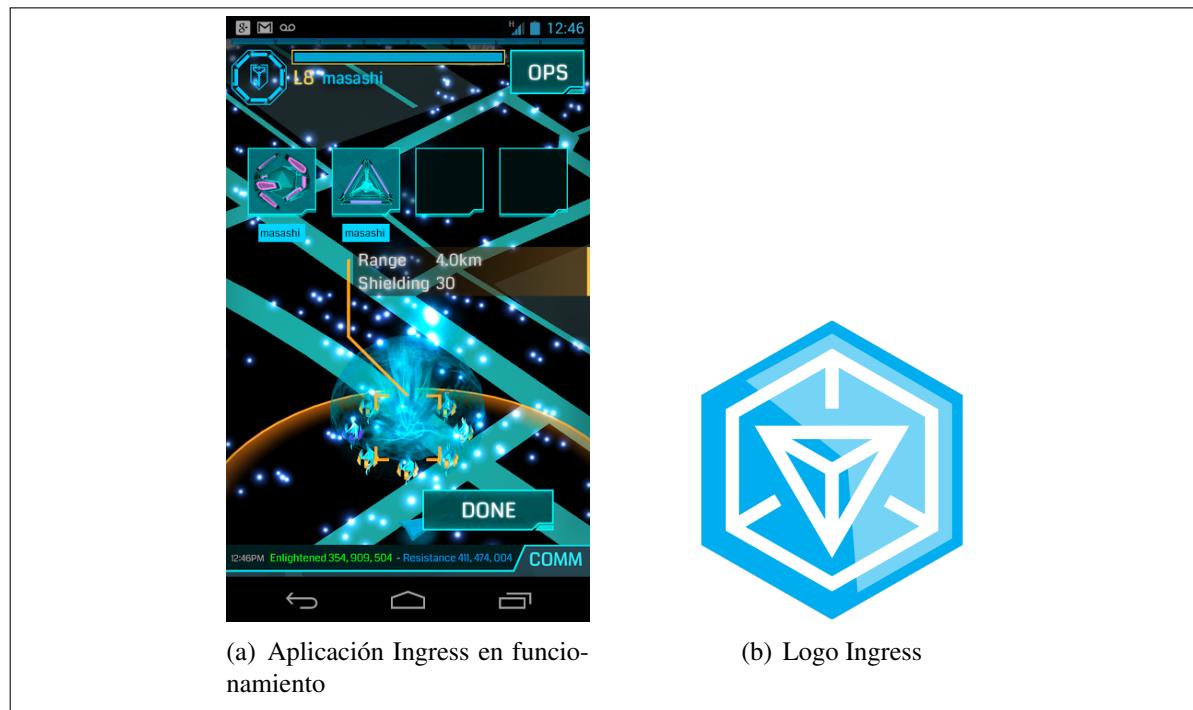


Figura 3.35: Ingress

3.4.7 Life360 Family Locator

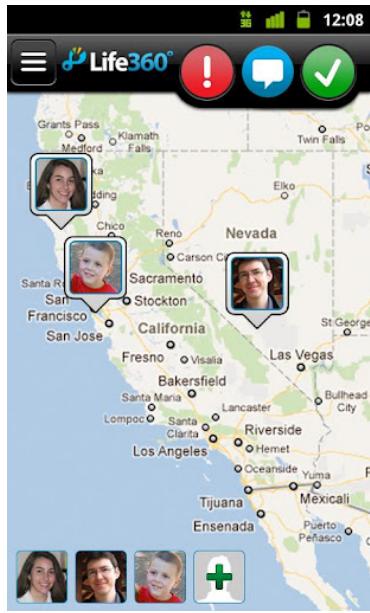
El concepto que subyace detrás de esta aplicación (<https://www.life360.com/family-locator/>) es extremadamente sencillo, tener localizados en un mapa a todos los miembros de una familia mediante el gps del móvil [Unk13].

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

3.4.8 ¿Dónde está mi coche?

Esta aplicación guarda la ubicación marcada por el gps del móvil en cuanto pierda la conexión bluetooth con del coche [Unk14].

Está disponible para Android e iOS.



(a) Aplicación Life360 Family Locator en funcionamiento



(b) Logo Life360 Family Locator

Figura 3.36: Life360 Family Locator

3.4.9 Find my car

Aplicación que almacena la posición indicada por el gps del móvil cuando el usuario lo solicita. Permite acciones secundarias como cronometrar el tiempo que pasa desde que has aparcado, mostrar el camino de vuelta o sacar fotos del lugar de aparcamiento [Unk14].

Está disponible para Android e iOs.

Capítulo 4

Método de Trabajo

En este capítulo se detalla la metodología utilizada para el desarrollo del presente TFG así como las tecnologías utilizadas para llevar a término el proyecto.

Para la gestión del proyecto se usará Scrum y como soporte del TFG se utilizará Kanban haciendo uso del desarrollo evolutivo.

Scrum proporciona el marco de trabajo Kanban proporciona un método productivo bien delineado en fases que garantiza que el cambio a la siguiente fase no se producirá hasta haberse completado correctamente la fase actual.

El desarrollo del producto software se realizará mediante prototipado evolutivo, ya que es una solución que permite asegurarse del correcto funcionamiento de los componentes antes de permitir el siguiente paso, también conseguiremos de esta manera ir perfilando el producto final mediante un acercamiento por fases terminadas.

Por tanto, el prototipado nos marcará la meta de cada fase, Kanban nos indicará los objetivos individuales necesarios para alcanzar el final de cada una de las fases y Scrum nos proporcionará un marco de trabajo adecuado para la consecución de los objetivos.

4.1 Dispositivos empleados

Para el desarrollo del TFG se utilizarán los siguientes dispositivos:

4.1.1 Ordenador portátil

Para el desarrollo del TFG se ha utilizado un ordenador portátil con las características que se detallan en la tabla 4.1.

Fabricante	Acer
Modelo	Aspire V 15 Nitro
Fabricante Procesador	Intel
Modelo Procesador	i7-5500U
Velocidad y Núcleos del Procesador	2.4 GHz; 2 núcleos
Memoria RAM	16 Gigabyte (GB) Double Data Rate (DDR)3L Synchronous Dynamic Random-Access Memory (SDRAM)
Disco Duro Principal y Secundario	250 GB Solid-State drive (SDD) y 1 Terabyte (TB) Hard Disk Drive (HDD)
Sistema Operativo	Elementary Operative System (OS)

Cuadro 4.1: Ordenador utilizado para el desarrollo TFG

4.1.2 Teléfono móvil

Para las pruebas del desarrollo en dispositivos móviles se ha utilizado un teléfono móvil con las características que se detallan en la tabla 4.2.

Fabricante	LG
Modelo	D820 (Nexus 5)
Fabricante Procesador	Qualcomm
Modelo Procesador	Snapdragon 800
Velocidad Procesador	2.26 GHz
Memoria RAM	2 GB
Sistema Operativo	Android 6.0
Tamaño Pantalla	4.95 pulgadas

Cuadro 4.2: Dispositivo móvil utilizado para el desarrollo TFG

4.2 Desarrollo evolutivo

También conocido como prototipado evolutivo, este tipo de desarrollo se basa en exponer una implementación inicial al usuario permitiendo, a través de sus comentarios, refinar el sistema mediante versiones hasta alcanzar el producto final. Este tipo de enfoque es más efectivo que un desarrollo en cascada debido a que satisface las necesidades inmediatas del

cliente y debido a que utiliza un enfoque evolutivo, la especificación del producto se desarrolla de forma creciente en tanto en cuanto el cliente comienza a mejorar su comprensión y acercamiento al problema que pretende solucionar. Debido a su propia naturaleza, el buen funcionamiento de este tipo de desarrollo, requiere de una gran vinculación por parte del cliente, que en este caso estará representado por el director del proyecto, ya que el elemento más importante en este prototipado, es la retroalimentación proveniente de numerosas entrevistas que ayuden a marcar el rumbo del desarrollo [Som06].

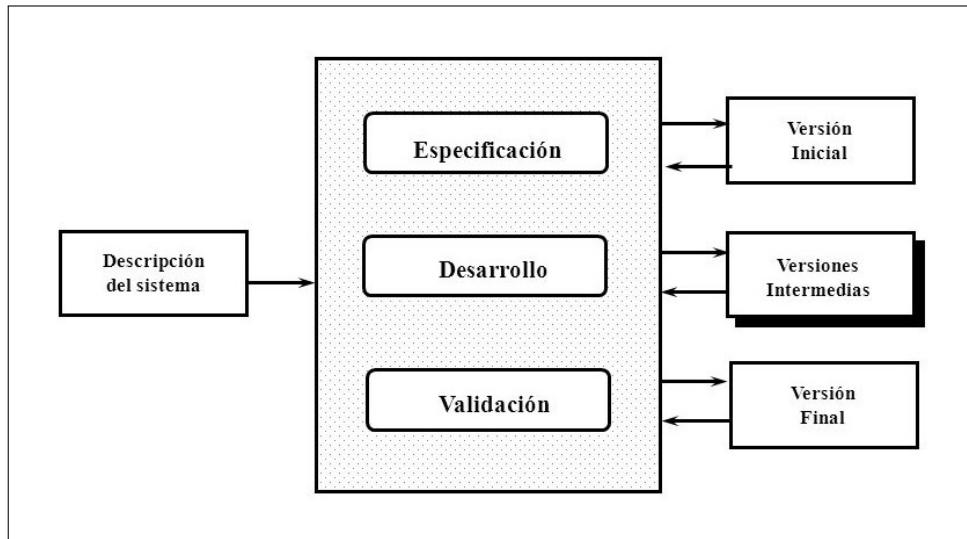


Figura 4.1: Prototipado Evolutivo

4.3 Scrum

Scrum es un marco de trabajo de procesos usado desde principios de los años 90. Al ser un marco de trabajo no puede utilizarse como una técnica o un proceso para construir algo, si no que nos propone una serie de métodos para alcanzar el objetivo final. El marco de trabajo consiste en los *Equipos Scrum, roles, eventos, artefactos y reglas*. Las reglas son las que relacionan los eventos, roles y artefactos, dotando de orden las interacciones entre estos elementos. Scrum se basa en el conocimiento empírico, esto es, el conocimiento se basa en la experiencia y la toma de decisiones debe estar basada en este precepto [?]. Los tres pilares básicos de este marco de trabajo son la **transparencia, inspección y adaptación**. La transparencia consiste en permitir que los aspectos significativos sean visibles para los responsables del resultado, que deben tener un lenguaje asociado común y la compartición de los términos importantes, por ejemplo, todos los miembros deben tener el mismo concepto de *producto terminado*. La inspección consiste en que los artefactos deben ser frecuentemente revisados en su progreso hacia el objetivo marcado, para detectar posibles problemas, errores o desviaciones. Estas inspecciones no deben entorpecer el trabajo habitual. Cuando se detectan desviaciones durante el proceso de inspección, entra en liza la adaptación, que consiste en reconducir la situación hacia los cauces normales y aceptables de calidad marcados

previamente.

4.3.1 Equipo scrum

El *equipo scrum* está formado por un *Product Owner*, *Development Team* y un *Scrum Master*. Los equipos son autoorganizados y multifuncionales, lo que significa que el propio equipo elige la forma de llevar a cabo el trabajo sin ser dirigidos por personas externas y mantienen todas las competencias necesarias para finalizar el trabajo. Scrum obliga a realizar entregas de forma iterativa e incremental, de manera que la retroalimentación es constante y permite disponer en todo momento de una versión funcional y potencialmente útil del producto.

El *Product Owner* es el encargado de gestionar el *Product Backlog*, consistente en una lista ordenada de los elementos necesarios para la realización del producto terminado. El *Product Owner* es una única persona física, que en el caso particular del presente trabajo corresponde al director del proyecto.

El *Development Team* es el equipo de profesionales encargado de desarrollar el trabajo que desemboque en el producto *terminado*. En el caso particular del presente trabajo, este rol corresponde al autor del mismo.

El *Scrum Master* es el responsable de que el *Equipo Scrum* entiende y aplica la teoría, prácticas y reglas de Scrum.

4.3.2 Eventos de scrum. El sprint

Los eventos en Scrum están predefinidos para evitar las reuniones no definidas por el marco. El centro de Scrum son los sprints, un bloque de tiempo improrrogable e inacortable que finaliza con un incremento de producto *Terminado*. Este evento mantiene varios subeventos que lo dotan de alcance: *Sprint Planning Meeting*, *Daily Scrums*, trabajo de desarrollo, *Sprint Review* y *Sprint Retrospective*.

Las reglas aplicables al Sprint no permiten realizar cambios que afecten al objetivo del mismo, ni disminuir los objetivos de calidad, aunque en cambio si permite aclarar y renegociar el alcance del proyecto entre el *Product Owner* y el *Development Team* a medida que van conociéndose con más detalle los objetivos finales.

Los Sprint están limitados temporalmente a un máximo de un mes de trabajo, no pudiéndose alargar este plazo bajo ningún concepto. Pueden ser cancelados únicamente por el *Product Owner* en caso de quedar el objetivo planificado obsoleto.

El *Sprint Planning Meeting* crea un plan de trabajo para el sprint que va a desarrollarse. Al igual que con el sprint, también existe una regla de duración máxima, que lo fija en un total de ocho horas para un sprint de un mes. En esta reunión se deben responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué se entregará al finalizar el incremento del sprint?
- ¿Qué acciones son necesarias para llevarlo a cabo?

En este momento se deciden que elementos del *Product Backlog* van a ser tomados para su desarrollo y se traza un plan para conseguirlo.

Durante el *Daily Scrums*, una reunión realizada a diario con un bloque de tiempo máximo de quince minutos, el *Development Team* explica su contribución al objetivo del sprint desde la reunión anterior, cual es la contribución que espera aportar hasta la siguiente reunión e informa sobre posibles razones que puedan impedir alcanzar el objetivo marcado.

Durante el *Sprint Review* se entrega el resultado del sprint terminado y colabora para facilitar la retroalimentación acerca de como optimizar el valor. Durante esta reunión, el *Product Owner* explica que elementos del *Product Backlog* han sido terminados y cuales no, mientras el *Development Team* comenta los problemas aparecidos durante el sprint y contesta a las preguntas acerca del incremento.

4.4 Kanban

Kanban es una palabra japonesa que se deriva de *kan* (visual) y *ban* tarjeta. Se desarrolló como parte de una estrategia industrial japonesa para conseguir adecuar la producción a la demanda. Consiste en un sistema de visualización por medio de tarjetas de los recursos en procesos de producción.

Según Scrum Manager, una comunidad profesional para la difusión de Scrum, podríamos definir Kanban [Pal15] de la siguiente manera:

El término Kanban aplicado a la gestión ágil de proyectos se refiere a técnicas de representación visual de información para mejorar la eficiencia en la ejecución de las tareas de un proyecto.

Kanban se basa en un sistema de producción que dispara el trabajo sólo cuando existe capacidad real para procesarlo [Bah11]. Este disparador está representado por las tarjetas Kanban, que están limitadas en número. Cada tarjeta representa un trabajo a realizar durante todo el proceso de desarrollo. Al llegar a la última fase, la tarjeta queda liberada para representar un nuevo trabajo.

Kanban mantiene únicamente tres reglas de funcionamiento, mostrar el proceso, limitar el trabajo en curso y optimizar el flujo de trabajo.

4.4.1 Mostrar el proceso

Consiste en la visualización de todo el proceso de desarrollo mediante un tablero físico o un tablero virtual accesible por todas las partes, como es el caso de Trello. El objetivo de este tablero es mejorar el entendimiento del proceso de trabajo actual, anticipar los posibles

problemas y ayudar a la toma de decisiones resolutivas. Los tableros Kanban están formados por tres secciones, tal y como podemos ver en la figura 4.2, *To Do*, *Doing* y *Done*, que corresponden a la pila de entrada, el Work In Progress (WIP) y la salida. Estas secciones se dividen en columnas representativas de los procesos de trabajo. En la figura 4.3 podemos ver un tablero típico con la pila de entrada (pending) y el WIP (analysis, development, test y deploy).

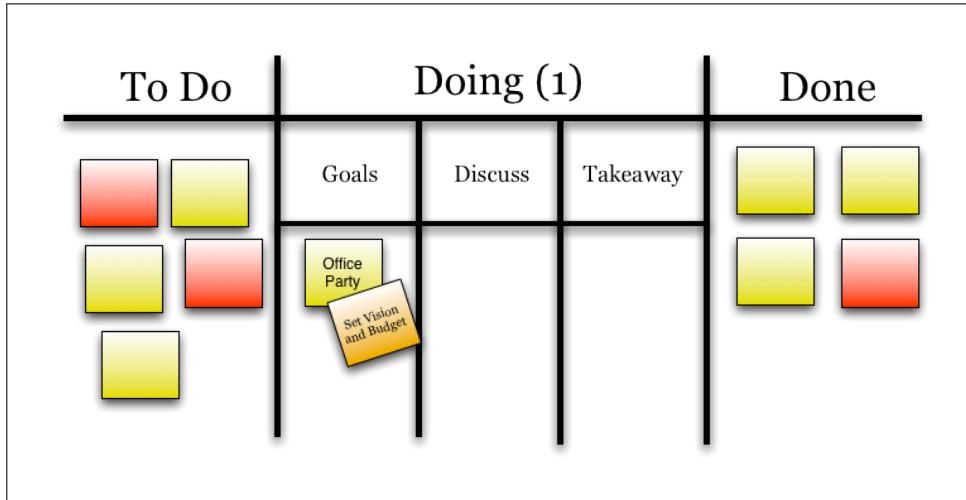


Figura 4.2: Secciones tablero Kanban

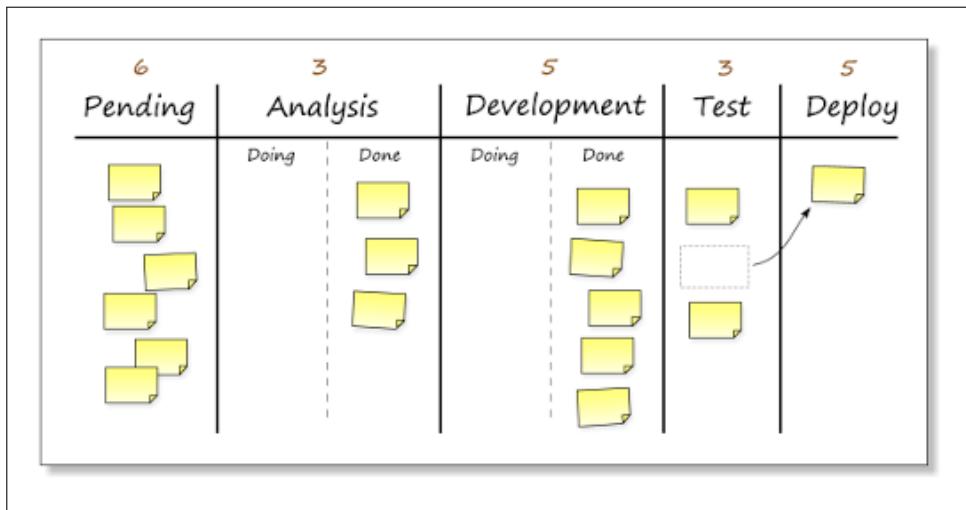


Figura 4.3: Columnas tablero Kanban

4.4.2 Limitar el trabajo

Consiste en limitar la cantidad de ítems o tarjetas que pueden abordarse al mismo tiempo para un proceso definido, es decir, las columnas del tablero. Esta cantidad puede ser visualizada añadiendo el número máximo de tarjetas permitidas a cada columna como un número entre paréntesis al lado del nombre del proceso. Esta regla es muy útil para detectar rápidamente los posibles cuellos de botella que puedan producirse. En la imagen 4.4 podemos observar un desarrollo con un cuello de botella en el proceso *Pruebas*.



Figura 4.4: Cuello de botella en Kanban

4.5 Marco tecnológico

En esta sección se incluyen las herramientas y tecnologías utilizadas para el desarrollo del TFG.

4.5.1 Sistema Operativo

Elementary OS

El sistema operativo utilizado para el desarrollo del proyecto es *Elementary OS*. Elementary es un sistema operativo basado en Ubuntu, a su vez basado en Debian que usa como entorno de escritorio GNU Network Object Model Environment (GNOME). Al estar basada en Ubuntu es completamente compatible con los repositorios y paquetes de este sistema hasta el punto de usar el *Centro de Software de Ubuntu*. Uno de los puntos más fuertes de esta distribución es su gran estabilidad y la interfaz amigable y visualmente atractiva que presenta. Actualmente, este sistema operativo ha sido descargado cinco millones de veces [Gar15], lo que supone una quinta parte de las descargas totales de la distribución madre (Ubuntu) y existen unos 400.000 usuarios activos [Agu15].

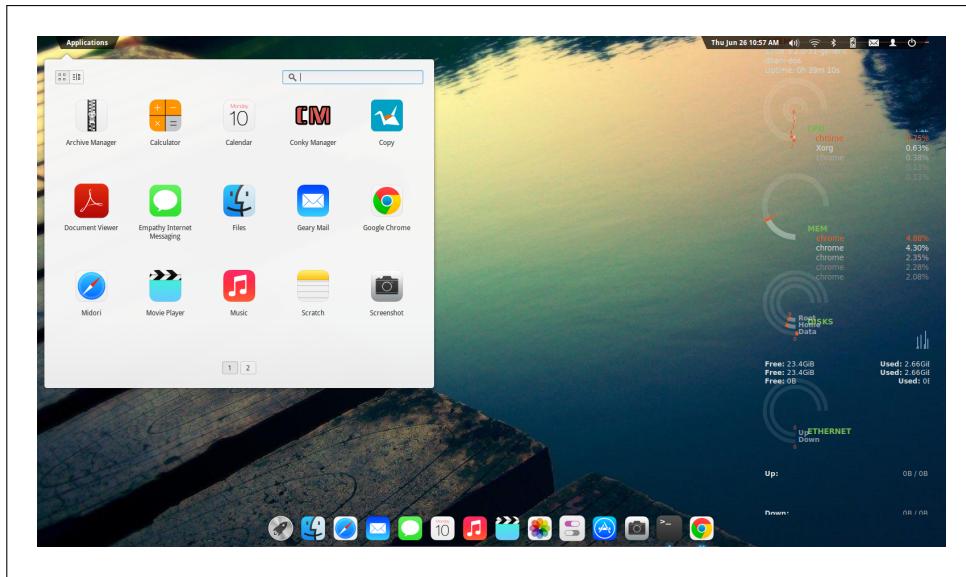


Figura 4.5: Previsualización de Elementary OS



Figura 4.6: Logo Elementary OS

Microsoft Windows 10

Este sistema operativo se utilizará de manera auxiliar debido a que algunas de las herramientas software utilizadas únicamente están disponibles para sistemas operativos Windows. La versión 10 del sistema operativo de Microsoft devuelve el protagonismo a los teclados y ratones, perdido en la versión 8 y recuperado parcialmente en la versión 8.1. También destacable es la vuelta del menú inicio a través del conocido botón en la esquina inferior derecha.



Figura 4.7: Logo Microsoft Windows 10

4.5.2 Herramientas de diseño

Visual Paradigm

Visual Paradigm es una herramienta Unified Modeling Language (UML) Computer-Aided Software Engineering (CASE) para el modelado de sistemas con soporte para UML 2. Esta herramienta se utilizará para el modelado de los diagramas UML necesarios para la consecución del TFG. Las principales características de esta aplicación son la creación de modelos UML con compatibilidad con la versión 2.1 del lenguaje de modelado, el modelado de bases de datos, la interoperabilidad con intercambio de modelos con otras herramientas, el modelado de requerimientos y la generación automática de código y documentación.

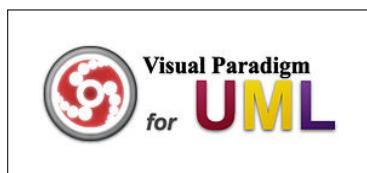


Figura 4.8: Logo Visual Paradigm

Gantt Project

Es una herramienta utilizada para la creación de diagramas de Gantt, lo que permitirá planificar y organizar el trabajo necesario para la consecución del TFG. Sus principales características son la posibilidad de importar y exportar archivos de Microsoft Project, la creación de diagramas PERT y la exportación a archivos Portable Network Graphics (PNG), Portable Document Format (PDF) y HTML,



Figura 4.9: Logo Gantt Project

Moqups

Moqups es una herramienta online utilizada para la realización de bocetos, maquetación y prototipados rápidos. Su gran ventaja es la cantidad de herramientas que dispone así como el número de plantillas y formas predeterminadas.



Figura 4.10: Logo Moquups

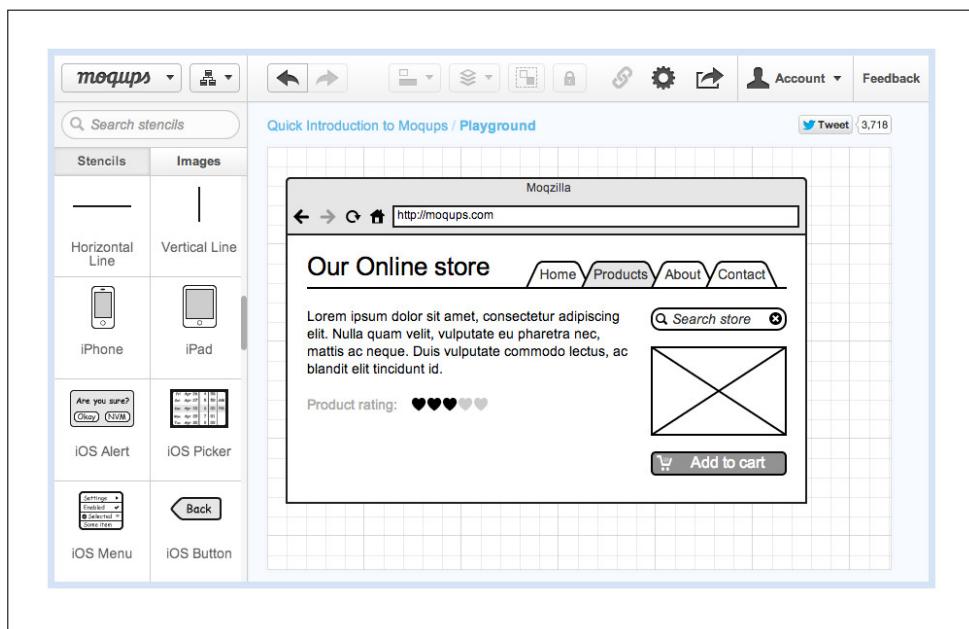


Figura 4.11: Previsualización Moquups

4.5.3 Herramientas de gestión del proyecto

Git

Git es un software de control de versiones diseñado por el también creador de Linux, Linus Torvalds. El control de versiones consiste en la gestión y administración de los cambios realizados sobre los archivos involucrados en el desarrollo del presente TFG. Permite conocer el estado del proyecto, los cambios que se han realizado, quién los realizó y en qué momento lo hizo y hacer una regresión completa a cualquier estado anterior entre otras características. Git es uno de los gestores de control de versiones más conocidos y utilizados, junto con *Apache Subversion (SVN)* y *Mercurial*.



Figura 4.12: Logo Git

Github

Github es un servicio de alojamiento gratuito de repositorios git. En la versión gratuita todos los proyectos son públicos y se hace necesario el contrato de un plan de pago para poder configurar un acceso privado. Git y Github son utilizados en el presente TFG para establecer un control de versiones en línea, de manera que la comunicación en cuanto a código operativo entre el director y el autor del TFG, sea lo más fluida posible.



Figura 4.13: Logo Github

Trello

Trello es una herramienta colaborativa utilizada para organizar proyectos mediante tableros. Es ampliamente utilizada en el ámbito empresarial para organizar el trabajo a realizar. Debido a sus particularidades, Trello se sincroniza perfectamente con el método Kanban. En el presente TFG se utilizará para la ordenación de trabajo y el seguimiento necesario por parte del director hacia el autor.

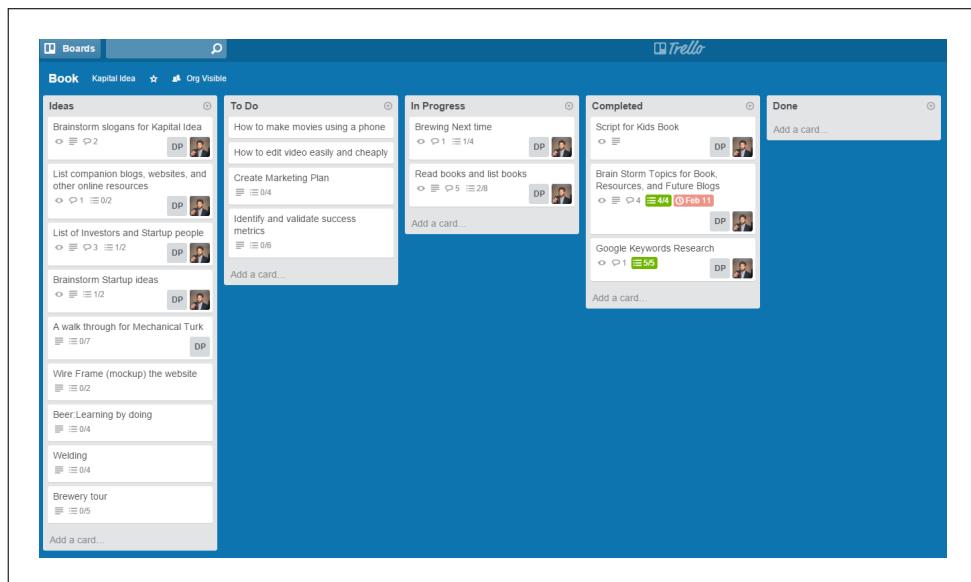


Figura 4.14: Previsualización de Trello

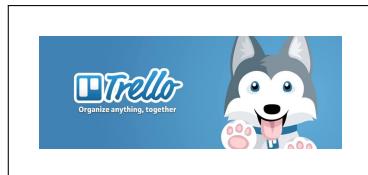


Figura 4.15: Logo Trello

4.5.4 Herramientas, tecnologías y frameworks para el desarrollo

Ruby

Ruby es un lenguaje de programación orientado a objetos creado por Yukihiro Matsumoto, también conocido como *Matz*. La principal característica que posee es que absolutamente todo es un objeto, incluso aquello que en otros lenguajes se define como *tipos primitivos*. Al crear el lenguaje, *Matz* se inspiró en Python y Perl intentando que el protagonismo sea la diversión y la productividad del desarrollador [Mat00], enfatizando el hecho de que el diseño de sistemas debe prestar más atención a las necesidades humanas que a las necesidades de las máquinas.

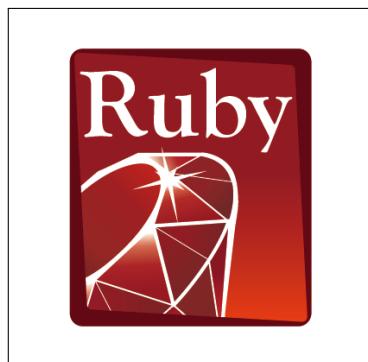


Figura 4.16: Logo Ruby

Rails

Rails es un framework de desarrollo web escrito en Ruby siguiendo el paradigma Modelo Vista Controlador (MVC) (ver figura 4.17). Se basa en dos principios fundamentales, *Don't Repeat Yourself* (DRY) (no te repitas), esto es, escribir el mismo código una y otra vez es una mala praxis y *Convención sobre Configuración* que permite que Rails suponga que quieras hacer y como quieras hacerlo en función de las prácticas habituales de programación. Se utilizará para el desarrollo de la herramienta web.

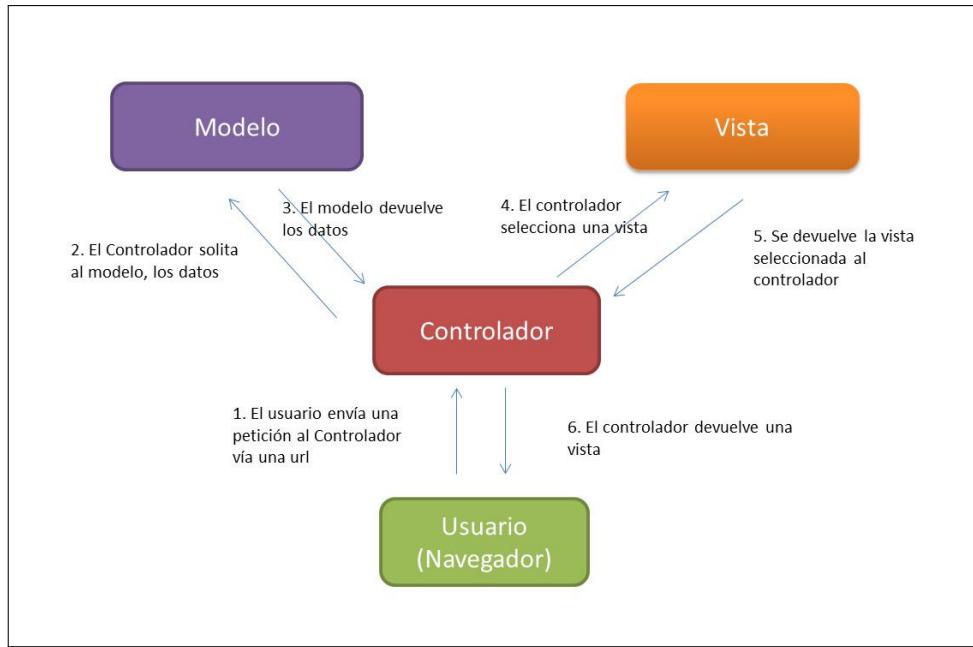


Figura 4.17: Modelo Vista Controlador



Figura 4.18: Logo Rails

Android

Android es un sistema operativo desarrollado inicialmente para móviles que utiliza los kernel de Linux como núcleo del mismo. Durante el año 2014 alcanzó una cuota de mercado del 63 % (ver figura 4.19. Fuente [AG15]) por lo que puede considerarse el más importante de los sistemas operativos móviles. La aplicación móvil se desarrollará para este sistema operativo, utilizando para ello el lenguaje Java.

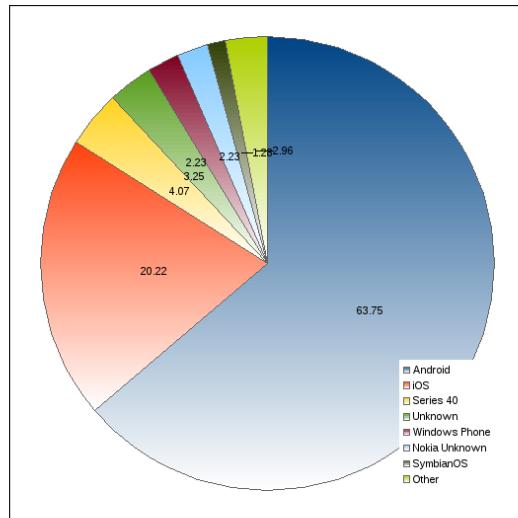


Figura 4.19: Cuota de mercado de los sistemas operativos móviles



Figura 4.20: Logo Android y Java

Bootstrap

Bootstrap es un framework CSS desarrollado en el año 2011 por Twitter. El código fue liberado y actualmente está accesible en Github. Permite la creación de interfaces limpias y funcionales y mantiene un diseño *responsive* o adaptativo, esto es, adopta automáticamente el tamaño adecuado al dispositivo en el que debe mostrarse la vista.



Figura 4.21: Logo Bootstrap

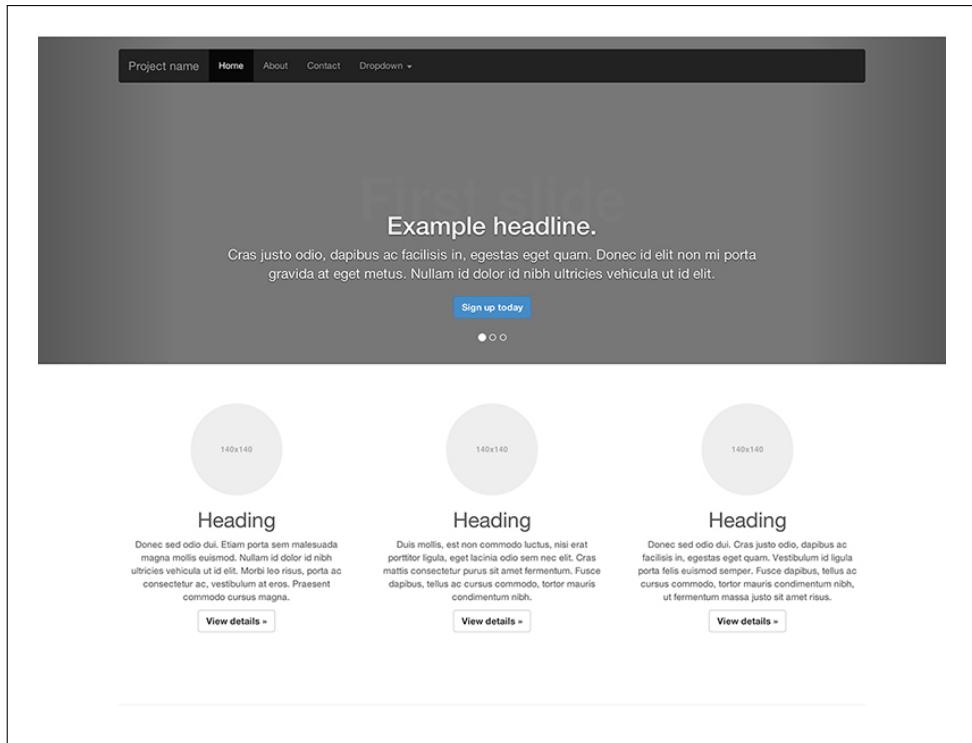


Figura 4.22: Previsualización de Bootstrap

Rspec

Rspec es una librería para Ruby diseñada para la realización de pruebas. Actualmente es una de las herramientas más populares para este cometido en Ruby. Su diseño está enfocado tanto a la productividad como a la comodidad y diversión del desarrollador.



Figura 4.23: Logo RSpec

HTML

HTML es un lenguaje de marcado utilizado para la creación y diseño de páginas web. Es un estándar a cargo de World Wide Web Consortium (W3C). La interpretación del código corre a cargo del navegador web. En octubre de 2014 se publicó la versión definitiva de la nueva revisión, HTML5.



Figura 4.24: Logo HTML5

CSS

Es un mecanismo para describir cómo va a mostrarse un documento, ofreciendo a los desarrolladores el control sobre el formato de los documentos. Se utiliza para concretar el estilo de los documentos HTML. Actualmente está en su tercera versión, CSS3.



Figura 4.25: Logo CSS3

JavaScript Object Notation (JSON)

JSON es un formato para el intercambio de datos nacido como alternativa a eXtensible Markup Language (XML). Una de sus mayores ventajas es que puede leerse con cualquier lenguaje de programación, por lo que es usado para el intercambio de información entre distintos sistemas. El funcionamiento básico para formar estructuras de datos válidas, es mediante pares clave-valor.



Figura 4.26: Logo JSON

Sublime Text 3

Sublime Text 3 es un editor de texto y código fuente escrito en *C++*. Originalmente era una extensión de *Vim*, que a su vez es una versión mejorada de *Vi*, un editor de texto presente en los sistemas UNIX. Este programa será el utilizado para la escritura del código necesario durante la elaboración del TFG.



Figura 4.27: Logo Sublime Text 3

Midori

Es el navegador web por defecto de Elementary OS con un motor principal basado en Webkit, conocido por la estabilidad de los navegadores Safari, Chrome y Opera. Se utilizará para el acceso a la aplicación web. Debido a que usa The Gimp toolKit (GTK) como interfaz gráfica puede ejecutarse sin errores en escritorios basados en GNOME o Xfce. Ofrece compatibilidad con HTML5 y CSS3.



Figura 4.28: Logo Midori

Chromium

Es un navegador web de código abierto basado en Google Chrome. Tiene un diseño minimalista y su motor principal está basado en Webkit. La mayor parte de este proyecto está bajo licencia BSD, lo que permite el uso parcial o total de su código fuente. Su punto fuerte consiste en su estabilidad, debido a que usa un proceso para cada pestaña, el bloqueo de uno de ellos no afecta al funcionamiento general del programa. Ofrece compatibilidad con HTML5 y CSS3.



Figura 4.29: Logo Chromium

Mozilla Firefox

Es uno de los navegadores más conocidos y usados, junto con Internet Explorer y Google Chrome, está desarrollado mediante una licencia de código abierto. Es compatible con los principales lenguajes de programación web y destaca su velocidad y estabilidad.



Figura 4.30: Logo Mozilla Firefox

4.5.5 Herramientas para la gestión de bases de datos

MongoDB

Es una base de datos NoSQL orientada a documentos, esto es, en vez de guardar los datos en registros los guarda en documentos en una representación binaria de JSON conocida como Binary Structured Object Notation (BSON). La principal diferencia con las bases de datos relacionales, es que no resulta necesario seguir un mismo esquema para una misma colección (concepto similar a las tablas de las bases de datos relacionales).



Figura 4.31: Logo MongoDB

MongoLab

MongoLab nos permite el uso de una base de datos como servicio Software as a Service (SAAS), usando para ello la infraestructura proporcionada por distintos proveedores como Google, Amazon o Microsoft.



Figura 4.32: Logo MongoLab

MongoChef

MongoChef es un administrador gráfico de bases de datos MongoDB que permite mantener múltiples conexiones a las bases de datos, bien a través del servidor local, bien a través de MongoLab.



Figura 4.33: Logo MongoChef

4.5.6 Herramientas documentales

TexMaker

TexMaker es un editor gráfico para lenguaje LaTex distribuido bajo licencia GNU *General Public License* (GPL). Existen versiones disponibles para Microsoft Windows, Linux / Unix y Mac OsX. Permite la edición de texto automático mediante asistentes configurables y la detección y manejo de los errores de manera rápida y sencilla.



Figura 4.34: Logo Texmaker

GIMP

GIMP es un editor de imágenes tanto en mapa de bits como en dibujos y fotografías, libre y gratuito. Forma parte del proyecto GNU is Not Unix (GNU) y se publica bajo la misma licencia. Es uno de los programas de manipulación de gráficos más utilizado y probablemente el más usado en entornos GNU / Linux. Se utilizará para la modificación, edición y creación de imágenes para el presente TFG.



Figura 4.35: Logo GIMP

Microsoft Visio

Es un software de dibujo vectorial para el sistema operativo Windows que permite la reálización de diversos tipos de diagramas.



Figura 4.36: Logo Microsoft Visio

4.5.7 Herramientas de implantación

Heroku

Heroku es un servicio Platform as a Service (PaaS) utilizado para el despliegue de aplicaciones en línea desarrolladas, entre otros lenguajes, en Ruby.



Figura 4.37: Logo Heroku

Capítulo 5

Resultados

EN este capítulo se muestran los resultados obtenidos para la consecución del presente TFG. La estructura del capítulo se basa en las iteraciones propias de la metodología elegida y definida en la sección 4 (ver sección 4.2). Es necesario llevar a cabo un sprint 0 que servirá para detallar los apartados principales de la gestión del mismo, como los requisitos y el alcance del proyecto, las historias de usuario, la gestión temporal, gestión de usuarios y riesgos y otras acciones necesarias.

Debido al carácter académico del proyecto, los recursos y la gestión de los mismos estarán alejados de los parámetros habituales del mercado laboral, ya que todos los roles necesarios serán desarrollados por dos personas, el autor y el director del proyecto.

5.1 Sprint 0

Esta primera iteración tiene como objetivo definir el alcance del proyecto y su realizar la planificación del mismo, de manera que quede definida una sólida base sobre la que comenzar el desarrollo del mismo. Se estimará el coste temporal y económico, y se abordará la planificación de los recursos que se consideran necesarios para la correcta consecución de los objetivos planteados, tanto técnicos como humanos, y la gestión de los mismos que se pretende llevar a cabo.

5.1.1 Gestión de recursos humanos

Tal y como se comentó en la introducción al capítulo, las personas involucradas en el desarrollo del proyecto son el autor y el director del mismo, que coparán todos los roles disponibles, quedando estos de la siguiente manera:

- Autor del TFG: Equipo de desarrollo, análisis y pruebas del producto.
- Director del TFG: Propietario, usuario y cliente final del producto.

5.1.2 Alcance del proyecto

Descripción del alcance

El proyecto consistirá en la elaboración de una herramienta accesible a través de una página web, asimismo se proporcionará una aplicación móvil para sistemas operativos Android

que facilitará el acceso a la mencionada página.

La página constará de dos secciones delimitadas por los privilegios necesarios de acceso.

Una primera sección de acceso libre en la que se encuadran las páginas *Inicio*, *Acerca de*, *Contacto* y aquellas páginas auxiliares necesarias para permitir el registro y autenticación a los usuarios que deseen acceder a la segunda sección.

Para ganar acceso a la segunda sección será necesario autentificarse mediante un usuario y una contraseña adquiridos mediante un formulario de registro. Esta sección englobará las páginas de gestión de los datos personales del usuario y el acceso a las posiciones geográficas guardadas para este usuario.

La herramienta permitirá al usuario definir una localización geográfica como posición de aparcamiento de su vehículo seleccionando la ubicación mediante un mapa interactivo. La herramienta mostrará al usuario la localización actual de los elementos guardados previamente mediante un mapa interactivo.

Los usuarios podrán permitir la compartición de la localización de un elemento con otros usuarios legítimos de la herramienta, llamados *usuarios secundarios*.

Los *usuarios secundarios* podrán modificar los elementos compartidos bajo las mismas condiciones que el *usuario primario* o usuario propietario del elemento.

El *usuario primario* podrá revocar los derechos de acceso y edición a los *usuarios secundarios*. La herramienta estará diseñada para facilitar el acceso a través de dispositivos móviles mediante los navegadores incorporados.

Se pondrá a disposición de los usuarios con sistemas operativos Android una aplicación que permitirá el acceso rápido a la herramienta web.

Criterios de aceptación

La herramienta se considerará conforme a criterio siempre que cumpla los puntos detallados a continuación.

- La herramienta web debe visualizarse correctamente en los navegadores Midori, Chromium, Chrome y Mozilla Firefox.
- La aplicación debe dar acceso a la herramienta web y permitir una correcta visualización de la misma.
- La herramienta web debe garantizar el acceso mediante autenticación a los usuarios legítimos, impidiendo el acceso a la sección restringida a los usuarios no identificados.
- La herramienta web debe contener mecanismos para el alta de nuevos usuarios y contendrá mecanismos para la recuperación de los datos de entrada por parte de los usuarios legítimos.
- La herramienta mostrará un mapa interactivo en el que estarán señalados los

elementos guardados por el usuario y permitirá la adición de nuevos elementos o la modificación de los existentes.

- La herramienta incorporará mecanismos para permitir la compartición de elementos entre usuarios legítimos y para revocar esta compartición.
- La herramienta permitirá a los *usuarios secundarios* modificar los elementos compartidos con ellos por los *usuarios primarios*.
- La herramienta permitirá a los *usuarios primarios* revocar los derechos de visión y edición de los *usuarios secundarios* a los elementos previamente compartidos.

Entregables del proyecto

Al finalizar cada una de las iteraciones se entregará al cliente un artefacto en forma de página de web con las características añadidas a la herramienta durante la iteración así como la documentación generada durante esta fase.

Al término de las iteraciones se entregará la herramienta completa según lo descrito en la descripción del alcance (ver descripción del alcance 5.1.2) conforme a criterios (ver criterios 5.1.2), un manual de usuario de la herramienta, un manual de instalación y una memoria con los documentos generados durante el proceso de desarrollo.

Suposiciones y restricciones del proyecto

Para asegurar el correcto funcionamiento de la herramienta debe tenerse en cuenta los puntos descritos a continuación:

- Se asegura el correcto funcionamiento al acceder desde los siguientes navegadores: Midori, Chromium, Chrome y Mozilla Firefox.
- La aplicación móvil será compatible con versiones Android 4.1 y posteriores.

5.1.3 Plan del proyecto

En función de los requisitos del proyecto, definidos en la sección *Objetivos 2* y teniendo en cuenta el alcance del proyecto (ver subsección 5.1.2) y los criterios de aceptación del mismo (ver subsección 5.1.2) se puede crear la pila de producto, que consistirá en una colección de *historias de usuario* del sistema, su valor de negocio y la estimación temporal para llevarlo a cabo. Tanto el valor de negocio como la estimación han sido llevadas a cabo contando con la ayuda del propietario del producto. En la tabla 5.1 podemos observar las historias de usuario retratadas en una pila de producto priorizada en la que se incluye una estimación temporal y el valor de negocio considerado para la misma.

Id	Historia de Usuario	Estimación temporal	Valor de negocio
HdU 1	Como cliente quiero que los usuarios se registren antes de acceder a la aplicación y a sus datos	20 horas	Alto
HdU 2	Como usuario quiero acceder mediante un nombre y una contraseña para que sólo yo pueda entrar a mi cuenta	10 horas	Alto
HdU 3	Como usuario quiero modificar mis datos guardados o eliminar mi cuenta	12 horas	Alto
HdU 4	Como usuario quiero guardar mis ubicaciones mediante un mapa para poder acceder a ellas más tarde	30 horas	Alto
HdU 5	Como usuario quiero recuperar todas mis ubicaciones guardadas, verlas dibujadas en un mapa y ver el nombre y el número de la calle donde están aparcados	12 horas	Alto
HdU 6	Como usuario quiero recuperar y ver en el mapa una de mis ubicaciones guardadas, también quiero ver la dirección postal completa	10 horas	Alto
HdU 7	Como usuario quiero poder añadir mis coches para poder guardar su ubicación	12 horas	Alto
HdU 8	Como usuario quiero poder borrar o editar los datos guardados de mis coches	12 horas	Medio
HdU 9	Como usuario quiero compartir mis ubicaciones guardadas con otros usuarios de mi elección para que puedan modificarlas	30 horas	Medio
HdU 10	Como usuario quiero dejar de compartir mis ubicaciones guardadas con otros usuarios de mi elección para que puedan modificarlas	10 horas	Medio

Id	Historia de Usuario	Estimación temporal	Valor de negocio
HdU 11	Como usuario quiero que la aplicación me muestre la ruta a pie desde mi posición actual hasta la ubicación seleccionada	6 horas	Bajo

Cuadro 5.1: Objetivos parciales del TFG

Una vez tenemos la lista de producto priorizada podemos dividir el trabajo en los distintos sprint que generarán como resultado la consecución de los objetivos marcados. En las tablas 5.2 y 5.3 podemos observar la división realizada, los artefactos resultantes y la validación necesaria para lograr el objetivo marcado.

Sprint	Historia de Usuario	Estimación temporal	Artefactos
1	HdU 1, HdU 2 y HdU 3	42 horas	Prototipo de página web con autenticación, edición y administración de usuarios
2	HdU 5	12 horas	Prototipo que muestre en un mapa una serie de ubicaciones geográficas guardadas previamente y sus correspondientes direcciones postales mediante un texto
3	HdU 4 y HdU 6	40 horas	Prototipo que guarde una ubicación geográfica elegida por el usuario mediante la interacción con un mapa
4	HdU 7	12 horas	Prototipo que permite crear nuevos elementos para almacenar la ubicación geográfica del mismo y muestra la ubicación de un elemento seleccionado
5	HdU 8	12 horas	Prototipo que permite modificar o borrar los datos almacenados de los elementos a mostrar
6	HdU 9 y HdU 10	40 horas	Prototipo que permite compartir la ubicación de los elementos almacenados con otros usuarios válidos del sistema y revocar este permiso

Sprint	Historia de Usuario	Estimación temporal	Artefactos
7	HdU 11	6 horas	Prototipo que muestra la ruta a pie desde la posición actual del usuario hasta el elemento seleccionado

Cuadro 5.2: Plan de proyecto detallado

Sprint	Historia de Usuario	Estimación temporal	Validación
1	HdU 1	20 horas	Los usuarios anónimos pueden darse de alta en el sistema.
	HdU 2	10 horas	Los usuarios anónimos no pueden acceder a la aplicación. Los usuarios registrados pueden acceder a la aplicación.
	HdU 3	12 horas	Los usuarios registrados pueden modificar los datos de su cuenta o darse de baja en la aplicación.
2	HdU 5	12 horas	Los usuarios registrados podrán ver en un mapa las ubicaciones guardadas y en un cuadro de texto la dirección postal de la misma.
3	HdU 4	30 horas	Los usuarios registrados podrán guardar en la base de datos ubicaciones interactuando con el mapa.
	HdU 6	10 horas	Los usuarios registrados podrán seleccionar uno de los elementos guardados para mostrar únicamente su ubicación en el mapa.
4	HdU 7	12 horas	Los usuarios registrados podrán crear nuevos elementos sobre los que guardar ubicaciones geográficas.
5	HdU 8	12 horas	Los usuarios registrados podrán modificar las propiedades de los elementos que hayan creado o borrarlos del sistema.

Sprint	Historia de Usuario	Estimación temporal	Validación
6	HdU 9	30 horas	Los usuarios registrados podrán ver y modificar las ubicaciones de los elementos previamente compartidos con ellos por otros usuarios registrados.
	HdU 10	10 horas	Los usuarios registrados no podrán ver ni modificar las ubicaciones de los elementos que hayan dejado de compartirse con ellos por otros usuarios registrados.
7	HdU 11	6 horas	Los usuarios registrados podrán ver una ruta a pie desde su ubicación actual hasta la ubicación almacenada del elemento seleccionado.

Cuadro 5.3: Historias de Usuario y validaciones

5.1.4 Gestión temporal del proyecto

Una vez definido el alcance del proyecto mediante las historias de usuario y su división en sprint, se realizará un diagrama de Gantt con la estimación temporal del proyecto. Como fecha de inicio para el desarrollo, esto es, para el sprint 0 se elige la fecha de 15 de septiembre de 2015 y para la consecución del mismo se estima una duración aproximada de veinticuatro días. La duración de la jornada laboral se fija en 6 horas diarias de lunes a viernes, observando las fechas marcadas como festivo en el calendario laboral general. Debido a que el equipo de desarrollo está formado por una única persona, la posibilidad de paralelizar trabajo se ve limitada a la elaboración de la presente memoria al tiempo que se realiza el desarrollo de la aplicación, pero no al desarrollo de historias de usuario simultáneamente. Se estima que la realización, revisión y corrección de la memoria necesitará un tiempo total de trabajo de quince días aproximadamente.

5.1.5 Gestión de las comunicaciones

La comunicación entre el autor del presente TFG y el director del proyecto se realizará para la información puntual del estado del desarrollo y abordar las posibles dudas generadas durante el desarrollo. Generalmente las reuniones se realizarán semanalmente y se concretarán, preferentemente, mediante correo electrónico. Se utilizarán también otro tipo de herramientas para comunicar en todo momento el estado del proyecto y facilitar la comunicación entre los dos actores principales del desarrollo, a saber, el autor y el director. Estas herramientas serán *Trello*, *Github* y *Heroku*.

Trello, tal y como se explicó anteriormente (ver subsección 4.5.3) es un tablero Kanban virtual que permitirá al director estar informado en todo momento de las tareas que el autor está llevando a cabo en cada momento, así como la modificación de la lista de tareas si así lo considerase necesario. Para ello se crea y permite el acceso al director a un nuevo tablero Kanban iniciado para el presente proyecto. En la figura 5.2 puede observarse una captura de pantalla del panel Kanban en Trello.

Github, tal y como se explicó anteriormente (ver subsección 4.5.3) es un servidor para repositorios *Git* que se utilizará para el almacenaje en línea tanto del código del proyecto como de la memoria del mismo. Debido a las restricciones existentes en el servicio gratuito, el repositorio es público, por lo que únicamente se procederá a informar al director del proyecto de la dirección donde se encuentra almacenado. Mediante estos actos, se conseguirá que el director tenga acceso completo a toda la documentación generada para la consecución del proyecto pudiendo revisarla cuando así lo creyera necesario. Esto mismo es aplicable al código fuente del presente proyecto. En la figura 5.3 puede verse una captura de pantalla de algunos commit subidos al repositorio.

Heroku, tal y como se explicó anteriormente (ver subsección 4.5.7) es el servidor usado para la implantación del presente proyecto, por lo que se utilizará para comprobar los avances en el proyecto mediante la visita a través de un navegador web.

5.1.6 Gestión de recursos

Tal y como se comentó anteriormente (ver sección 4.1), para el desarrollo del proyecto se utilizará un equipo con las características detalladas en la tabla 5.4.

Procesador	Intel i7-5500U
Velocidad y Núcleos del Procesador	2.4 GHz; 2 núcleos
Memoria RAM	16 GB DDR3L SDRAM
Sistema Operativo	Elementary OS

Cuadro 5.4: Equipo usado para el desarrollo TFG

Para las pruebas con dispositivos móviles se utilizará un equipo con las características mostradas en la tabla 5.5.

Procesador	Qualcomm Snapdragon 800
Velocidad Procesador	2.26 GHz
Memoria RAM	2 GB
Sistema Operativo	Android 6.0

Cuadro 5.5: Equipo usado para las pruebas en dispositivos móviles TFG

5.1.7 Gestión de riesgos

Para la gestión de riesgos del presente proyecto se utiliza una modificación de la lista proporcionada por McConnell en [McC97] presentado en la tabla 5.6 los riesgos a los que se podría enfrentar el autor durante el desarrollo, mostrando la probabilidad de que sucedan y el retraso producido en caso de ocurrencia.

Id	Riesgo	Probabilidad	Retraso
A. Creación de la planificación			
A.1.	El esfuerzo es mayor que el estimado.	40 %	7 días
A.2.	Un retraso en una tarea produce retrasos en cada en las tareas dependientes	40 %	7 días
B. Organización y gestión			
B.3.	Afectación por el <i>Síndrome de la hoja en blanco</i>	20 %	2 días
C. Entorno de desarrollo			
C.4.	Los espacios no están disponibles en el momento necesario	60 %	24 horas
C.5.	Los espacios están disponibles pero no son adecuados	35 %	24 horas
C.6.	Los espacios están sobreutilizados, son ruidosos o distraen	60 %	24 horas
C.7.	La curva de aprendizaje para la nueva herramienta de desarrollo es más larga de lo esperado	20 %	2 días
D. Usuarios finales			
No aplicable			
E. Cliente			
D.8.	El tiempo de comunicación con el cliente es más lento de lo esperado	10 %	6 horas
F. Personal Contratado			
No aplicable			
G. Requisitos			
G.9.	Los requisitos se han adaptado pero continúan cambiando	10 %	8 horas
G.10.	Se añaden requisitos extra	40 %	18 horas
H. Producto			
H.11.	El requisito de trabajar con varios sistemas operativos necesita más tiempo del esperado	35 %	5 horas
H.12.	El trabajo con un entorno software desconocido causa problemas no previstos	40 %	10 horas

Id	Riesgo	Probabilidad	Retraso
I. Fuerzas mayores			
No aplicable			
J. Personal			
J.13.	La falta de motivación y de moral reduce la productividad	5 %	15 horas
J.14.	El personal necesita un tiempo extra para acostumbrarse a trabajar con herramientas o entornos nuevos	30 %	20 horas
J.15.	El personal necesita un tiempo extra para aprender un lenguaje de programación nuevo	40 %	40 horas
J.16.	El personal trabaja más lento de lo esperado	15 %	25 horas
K. Diseño e implementación			
K.17.	Un mal diseño implica volver a diseñar e implementar	5 %	40 horas
K.18.	La utilización de metodologías desconocidas deriva en un periodo extra de formación y tener que volver atrás para corregir los errores iniciales cometidos en la metodología	10 %	15 horas
L. Proceso			
No aplicable			

Cuadro 5.6: Análisis de riesgos TFG

Debido a las características particulares del proyecto, ya que sólo consta de dos actores principales, la mayoría de los riesgos pueden ser omitidos y los que deben fijarse se ven limitados temporalmente a la reacción necesaria para su encauzamiento por parte del autor.

5.1.8 Gestión de costes

El estudio de los costes derivados del desarrollo del TFG se presenta mediante una tabla con la relación económica de los elementos más importantes del mismo. Gran parte de las herramientas utilizadas son software libre, y por tanto de libre disposición y aquellas que requieren licencia bien se ha adquirido mediante la compra de una licencia académica bien venían incorporadas junto a los elementos hardware utilizados.

Concepto	Precio Unitario	Subtotal
Equipo de desarrollo	15,00 €/hora	10.710,00 €
Hardware		
Ordenador portátil	1250,00 €	1250,00 €
Dispositivo móvil	220,00 €	220,00 €
Software		
Elementary OS	0,00 €	0,00 €
Microsoft Windows 10 (On-Equipment Material (OEM))	0,00 €	0,00 €
Visual Paradigm (Licencia académica)	0,00 €	0,00 €
Gantt Project	0,00 €	0,00 €
Moqups	0,00 €	0,00 €
Github	0,00 €	0,00 €
Trello	0,00 €	0,00 €
Sublime Text 3	0,00 €	0,00 €
MongoLab	0,00 €	0,00 €
RoboMongo	0,00 €	0,00 €
TexMaker	0,00 €	0,00 €
GIMP	0,00 €	0,00 €
Microsoft Visio (Licencia académica)	0,00 €	0,00 €
Heroku	0,00 €	0,00 €
Servicios		
Electricidad	30,00 €/mes	150,00 €
Gas	70,00 €/mes	350,00 €
Aqua	10,00 €/mes	50,00 €
Internet	40,00 €/mes	200,00 €
Alquiler	270,00 €/mes	1350,00 €
Total		14.280,00 €

Cuadro 5.7: Gestión de costes

Los gastos etiquetados bajo la referencia *Servicios*, son los gastos comunes derivados del entorno de desarrollo, que en cualquier caso seguirían existiendo aun cuando el desarrollo no se llevase a cabo.

Teniendo en cuenta lo comentado en el párrafo anterior y que el gasto asociado a los equipos de desarrollo y el sueldo del equipo no se harán efectivos, puesto que el equipo consta de un único componente que es el autor del presente TFG y los equipos estaban en posesión anterior al inicio del desarrollo, el coste total para el desarrollo es de 0,00 €.

5.2 Sprint 1

En el presente sprint se han llevado a cabo las tareas relacionadas con la creación de una página web con un servicio básico de administración de usuarios que comprende el registro y baja de los usuarios y la edición de sus datos personales. Asimismo se implementan mecanismos que permitan o denieguen el acceso a distintas acciones y páginas en función del estado del usuario, esto es, si ha accedido mediante autenticación o es un usuario anónimo. En las tablas 5.1 y 5.2 se puede observar con detalle las tareas que se llevan a cabo y las historias de usuario relacionadas.

5.2.1 Refinamiento del Product Backlog

En este sprint no se producen cambios en el Product Backlog.

5.2.2 Planificación de Sprint

En este sprint se llevarán a cabo las historias de usuario 1, 2 y 3. Al ser la primera iteración del sistema resultará necesario instalar y configurar Ruby on Rails, Git y Github. Para la administración de usuarios se toma la decisión de utilizar las gemas disponibles para esta funcionalidad, en este caso, Devise. Para dotar de persistencia al sistema de registro de usuarios, será necesario incorporar una base de datos, en este caso se opta por una base de datos en línea a través del servicio de MongoLab, por lo que será necesario crear y configurar una cuenta en el citado sistema. Para consultar la base de datos, se instalará Mongochef, que permite administrar bases de datos, tanto locales como en línea a través de una interfaz amigable. Existen dos grandes drivers de conexión para MongoDB en Rails, Mongoid y Mongomapper. Se elige Mongoid, debido a la extensa documentación existente acerca de su utilización. Para conseguir un diseño adaptable a cualquier tamaño de pantalla, se hará uso de Bootstrap, los temas predefinidos en bootswatch y la gema "bootswatch-rails".

La pila de sprint es la siguiente:

Historia de Usuario	
Número: 1	
Nombre Historia: Registro de usuarios	
Valor de negocio: Alto	Riesgo en desarrollo: Bajo
Esfuerzo: 20 horas	Sprint asignado: 1
Programador responsable: Juan Bausá	
Descripción:	
Añadir un mecanismo de registro para que los usuarios puedan darse de alta en el sistema.	
Resultado:	
Los usuarios podrán utilizar un formulario para registrarse en el sistema.	
Tareas:	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Instalación y configuración de Ruby. ■ Instalación y configuración de Rails. ■ Instalación y configuración de Git. ■ Instalación y configuración de Github. ■ Instalación y configuración de Devise. ■ Instalación y configuración de Mongoid. ■ Alta y configuración de MongoLab. ■ Instalación y configuración de MongoChef. ■ Instalación y configuración de Sublime Text 3. ■ Implementación del sistema en forma de herramienta web. ■ Implementación de un sistema de registro de usuarios . ■ Instalación y configuración de bootstrap. 	

Cuadro 5.8: Historia de Usuario 1

Historia de Usuario

Número: 2

Nombre Historia: Acceso de usuarios registrados

Valor de negocio: Alto

Riesgo en desarrollo: Bajo

Esfuerzo: 10 horas

Sprint asignado: 1

Programador responsable: Juan Bausá

Descripción:

Añadir un mecanismo de acceso para que los usuarios registrados puedan acceder al sistema.

Resultado:

Los usuarios registrados podrán acceder a las herramientas del sistema vetadas a los usuarios anónimos.

Tareas:

- Creación de las páginas contenedoras de las herramientas del sistema.
- Creación de la página de acceso para usuarios registrados.
- Configuración del acceso y restricciones aplicables.

Cuadro 5.9: Historia de Usuario 2

Historia de Usuario

Número: 3

Nombre Historia: Edición de los datos de usuarios registrados

Valor de negocio: Alto

Riesgo en desarrollo: Bajo

Esfuerzo: 12 horas

Sprint asignado: 1

Programador responsable: Juan Bausá

Descripción:

Añadir un mecanismo para que los usuarios registrados puedan editar sus datos.

Resultado:

Los usuarios registrados podrán modificar sus datos personales.

Tareas:

- Creación de una página de edición de datos personales.
- Modificación en la base de datos de los datos del usuario.

Cuadro 5.10: Historia de Usuario 3

Desarrollo de la Historia de Usuario: Registro de usuarios

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, para la realización de esta primera historia de usuario, será necesario instalar y configurar el lenguaje de programación y algunas de las herramientas secundarias que se utilizarán a lo largo del desarrollo. La primera tarea

sería instalar y configurar el sistema operativo sobre el que se desarrollará el trabajo, pero en este caso se omite, puesto que el sistema estaba instalado y preparado previamente. También se omite la instalación y configuración de Git, Github y Sublime Text 3 puesto que se había realizado previamente estas tareas. La instalación de Ruby on Rails se hizo siguiendo el siguiente tutorial. Una vez comprobado que el lenguaje queda bien instalado y configurado correctamente, se procede a darse de alta en MongoLab y configurar MongoChef para acceder a la base de datos recién creada. La instalación de las gemas previstas (Devise y Mongoid) se realiza añadiendo la orden correspondiente al Gemfile, archivo generado automáticamente por Rails al crear un nuevo proyecto y que es el encargado de controlar las gemas instaladas y sus versiones.

La creación de la herramienta en forma de una página web se concreta en crear una estructura básica de página web en la que pueden verse los enlaces clásicos de toda página, esto es, *Inicio*, *Contacto*, *Acerca de* y *Ayuda*. Una vez terminado este paso se comienza con la integración de bootstrap a través de la correspondiente gema y su configuración. Dotada ya la página de un marco básico de trabajo se procede a extraer los elementos comunes de los enlaces comentados para evitar la repetición de código (premisa básica de Rails DRY -Don't Repeat Yourself-) por lo que se generan una encabezado y pie de página que será común para todo el desarrollo. A continuación se procede a configurar Devise para permitir el registro de nuevos usuarios, para lo que se creará un nuevo enlace en el encabezado que redirigirá hacia la página de registro que facilita Devise y que será convenientemente modificada. Durante la configuración de Devise resulta necesaria la creación de un modelo para almacenar la información generada y la configuración de Mongoid para permitir la comunicación con la base de datos creada en MongoLab. Una vez realizadas estas acciones, se procede a crear un nuevo usuario y comprobar que efectivamente ha sido incorporado a la base de datos.

Desarrollo de la Historia de Usuario: Acceso de usuarios

Para el desarrollo de esta historia de usuario es necesario contar con partes del sistema en los que el acceso va a ser restringido para los usuarios anónimos, por lo que el primer paso es crear la página que contendrá el mapa donde se mostrarán las ubicaciones guardadas por el usuario. Una vez realizada esta tarea se creará una página para que los usuarios que hayan completado su registro en el sistema puedan acceder al mismo. Ya que devise proporciona una página que se amolda con bastante exactitud a las necesidades del desarrollo, se hace uso de esta vista *mutatis mutandis*. Una vez realizados estos cambios, se procede a configurar devise para restringir el acceso a los usuarios anónimos a las páginas no relativas a la herramienta.

Desarrollo de la Historia de Usuario: Edición de datos de usuarios

Ya que devise también proporciona una página para la modificación de los datos de usuarios registrados, se procederá a cambiar los campos necesarios para permitir la edición de los

datos personales de los usuarios.

5.2.3 Sprint Review

Al término del sprint se ha conseguido una página web de estructura clásica que será el marco de la herramienta, un diseño adaptable a cualquier dispositivo con el que se visite y una gestión básica de usuarios consistente en registro, edición y acceso. También se ha conseguido discriminar a los usuarios anónimos y registrados de manera que el sistema permita o no su acceso a la herramienta. Se crea un primer modelo *User* para la base de datos y se configura gran parte de las herramientas secundarias utilizadas en el desarrollo.

5.3 Sprint 2

En el presente sprint se han llevado a cabo las tareas relacionadas con mostrar al usuario las ubicaciones de sus elementos. Para ello se elige hacerlo en dos formatos, gráficamente a través de un mapa interactivo en el que se mostrarán una serie de marcadores que corresponderán con los elementos del usuario y a través de una serie de cuadros de texto en el que aparecerán las direcciones postales de los elementos del usuario.

5.3.1 Refinamiento del Product Backlog

No se realiza ninguna modificación en el *Product Backlog*.

5.3.2 Planificación de Sprint

En este sprint se llevará a cabo la historia de usuario 5. Debido a que se comenzará a trabajar con los mapas interactivos, será necesario acondicionar la página de manera que se pueda incluir este nuevo elemento. La biblioteca elegida para este cometido es la proporcionada por Google, llamada Google Maps, disponible a través de su página web (API Google Maps). Esta biblioteca dispone de dos vertientes, la primera es la encargada de mostrar los mapas tal y como se verán por pantalla y la segunda la encargada de la geolocalización directa e inversa, esto es, el intercambio de la información postal a partir de los datos geoespaciales disponibles (latitud y longitud) y el intercambio de la información geoespacial a partir de los datos postales facilitados, respectivamente. El uso de estas bibliotecas supone la aceptación de los términos y condiciones de uso de Google y la elección de un plan de pago para la utilización. El autor del presente TFG se decantó por el plan gratuito, ya que las limitaciones de uso que se imponen a este plan no afectarán al desarrollo y puesta en marcha inicial del producto. Algunas de estas condiciones son el uso gratuito hasta las 25.000 peticiones de carga de mapas diarias y 2.500 peticiones de resolución de geolocalización diarias. Debido a que el producto no alcanzará el número máximo antes citado, es la opción elegida.

Puesto que en este momento del desarrollo los usuarios aún no pueden almacenar las ubicaciones, se editarán la base de datos manualmente para incluir los datos necesarios para poder mostrar elementos en el mapa del usuario. Para almacenar en la base de datos los elementos

que incluirán los datos geoespaciales, se procederá a crear un nuevo modelo de datos llamado "Cars". Este nuevo modelo quedará embebido dentro del documento "User". Esta decisión de diseño corresponde al incremento de velocidad en las búsquedas que se logra al incorporar el modelo "Cars".^{al} El modelo "Users" que se considera que el número de documentos de este tipo que se incorporarán no pondrá en peligro la integridad del esquema.

La pila de sprint es la siguiente:

Historia de Usuario	
Número: 5	
Nombre Historia: Mostrar posiciones geoespaciales y direcciones postales	
Valor de negocio: Alto	Riesgo en desarrollo: Medio
Esfuerzo: 12 horas	Sprint asignado: 2
Programador responsable: Juan Bausá	
Descripción: Mostrar los datos de localización geoespacial en un mapa mediante la inclusión de elementos visuales adecuados a la representación. Mostrar los datos de localización postal en un elemento de texto adecuado.	
Resultado: Los usuarios registrados podrán ver la ubicación de los elementos almacenados tanto en un mapa como en un cuadro de texto.	
Tareas: <ul style="list-style-type: none">■ Creación de un nuevo modelo "Cars" para almacenar los datos relativos a los elementos geoespaciales.■ Edición de la base de datos para almacenar datos de nuevos elementos con posición geográfica controlada.■ Creación de un elemento contenedor para mostrar el mapa.■ Llamada a la API proporcionada por Google para mostrar el mapa.■ Centrar mapa a la posición del usuario.■ Llamada a la API proporcionada por Google para lograr la localización geoespacial y postal de los elementos.■ Tratamiento de los datos devueltos por la API proporcionada por Google para mostrarlos de manera adecuada y entendible por el usuario.	

Cuadro 5.11: Historia de Usuario 5

Desarrollo de la Historia de Usuario: Mostrar posiciones geoespaciales y direcciones postales

Como se ha comentado en apartado anterior, para la realización de esta historia de usuario se comienza añadiendo un nuevo modelo de datos llamado Çarsz editando manualmente la base de datos a través de MongoChef para incluir los datos relativos al documento Çar"para un usuario existente. Se incorporan unos datos geoespaciales y postales controlados por el desarrollador como datos válidos. A continuación, y una vez dado de alta en la API proporcionada por Google y generadas las claves necesarias para su utilización, se crea un elemento HTML que contendrá el mapa generado y se hace una llamada al API de manera que se muestre el mapa donde se generarán los elementos de marcado. Para el centrado del mapa en la posición del usuario se utiliza la propiedad proporcionada por HTML5 para conocer la ubicación geográfica aproximada del usuario y se modifican las propiedades del mapa para centrarlo en la posición adquirida. Con el mapa centrado en la posición del usuario se realiza una llamada a la base de datos para recuperar los elementos previamente guardados y mediante un bucle se crean dinámicamente los elementos HTML que mostrarán los datos postales y se hace una llamada a una función JavaScript que será la encargada de utilizar el API de Google Maps para incorporar marcadores en las coordenadas geoespaciales recuperadas de la base de datos, al término de la tarea, se modifican los elementos HTML para que incorporen los datos postales de los marcadores.

5.3.3 Sprint Review

Al término de este sprint se ha logrado que el usuario registrado pueda ver un mapa interactivo en el que se muestran marcadores correspondientes a los elementos almacenados en la base de datos. De igual manera, se crean tantos elementos contenedores como ubicaciones estuvieran guardadas y se llenan con los datos postales correspondientes. El usuario podrá ver de esta manera de forma entendible a través del mapa y los cuadros de texto la ubicación de los elementos almacenados.

5.4 Sprint 3

En el presente sprint se llevarán a cabo las tareas relacionadas con almacenar las coordenadas geoespaciales y postales de los elementos del usuario. Para lograr el objetivo será necesario que el usuario seleccione uno de los elementos existentes para proceder a modificar sus coordenadas, por lo que será imprescindible añadir algún tipo de mecanismo de selección de los mismos.

5.4.1 Refinamiento del Product Backlog

Se realizará primero la historia de usuario 6 como requisito previo para el correcto desarrollo de la historia de usuario 4.

5.4.2 Planificación de Sprint

En este sprint se desarrollará la historia de usuario 4, que consiste en permitir al usuario almacenar ubicaciones geográficas usando para ello elementos predeterminados denominados *coches*. Lograr este objetivo requiere que el usuario pueda seleccionar previamente entre sus *coches* aquel que va a modificar su ubicación. La selección de la nueva ubicación se hará pulsando sobre el mapa y confirmando la operación mediante un botón creado al efecto. Una vez realizada la operación se informará al usuario de la correcta o errónea finalización del mismo haciendo uso de los mensajes de respuesta que Rails pone a disposición del desarrollador a través del *helper* correspondiente.

Historia de Usuario	
Número: 6	
Nombre Historia: Seleccionar un elemento y mostrarlo en el mapa	
Valor de negocio: Alto	Riesgo en desarrollo: Bajo
Esfuerzo: 10 horas	Sprint asignado: 3
Programador responsable: Juan Bausá	
Descripción: Seleccionar uno de los elementos disponibles y mostrarlo en el mapa.	
Resultado: Los usuarios podrán seleccionar un elemento de la lista disponible y se mostrará su ubicación en el mapa mediante un marcador.	
Tareas: <ul style="list-style-type: none">■ Modificar la lista de elementos para mostrar al usuario la sensación de <i>pulsado</i>.■ Limpiar el mapa de todos los marcadores de los elementos excepto el seleccionado y la posición del usuario.	

Cuadro 5.12: Historia de Usuario 6

Historia de Usuario	
Número: 4	
Nombre Historia: Guardar posiciones geoespaciales y direcciones postales	
Valor de negocio: Alto	Riesgo en desarrollo: Medio
Esfuerzo: 30 horas	Sprint asignado: 3
Programador responsable: Juan Bausá	
<p>Descripción: Guardar los datos de localización geoespacial seleccionados en el mapa mediante la interacción del usuario.</p>	
<p>Resultado: Los usuarios registrados podrán modificar la ubicación de los elementos seleccionados haciendo uso del mapa interactivo.</p>	
<p>Tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Recuperar la ubicación geoespacial y postal de la posición seleccionada en el mapa por el usuario mediante pulsación del ratón. ■ Guardar la ubicación en la base de datos al pulsar en el botón correspondiente creado al efecto en la página. ■ Informar al usuario de la correcta realización de la operación o mostrar un mensaje de error en caso contrario. ■ Modificación de los mensajes de error, aviso e información por defecto del sistema para hacerlos visualmente homogéneos al resto de la página. 	

Cuadro 5.13: Historia de Usuario 4

Desarrollo de la Historia de Usuario: Seleccionar y mostrar un elemento en el mapa

Para la selección de los elementos se decide crear una lista con todos los marcadores existentes en la base de datos del usuario y modificar sus propiedades para que al detectar una pulsación, la configuración de colores imite un botón pulsado, de manera que el usuario visualice rápidamente si existe algún elemento seleccionado y en caso afirmativo cual es.

Al seleccionar un elemento de la lista, la página se reposiciona para que el foco vuelva al mapa y se redibuja el mapa dejando únicamente los marcadores pertenecientes a la ubicación actual del usuario y de la ubicación del elemento seleccionado, logrando de esta manera una funcionalidad secundaria que podría traducirse por "Quiero ver un solo marcador de elemento en el mapa".

Desarrollo de la Historia de Usuario: Guardar ubicaciones geoespaciales y postales

Gracias a la API de Google Maps, se puede recuperar fácilmente la ubicación geoespacial de la posición donde se detecta un evento de pulsación sobre el mapa y puede mostrarse en un bloque de texto la información postal recuperada, de forma que el usuario tenga un conocimiento completo de cual es la ubicación seleccionada. El almacenamiento de la ubicación se hará mediante una llamada a una dirección concreta con los parámetros necesarios para que el controlador correspondiente llame a la base de datos para realizar la operación. Una vez realizado esto, se informa al usuario mediante un mensaje de la resolución correcta o incorrecta del mismo. Rails brinda un *helper* que facilita la retroalimentación de este tipo, pero se limita a mensajes de texto plano, lo que rompe con la visualización de la página, por lo que se modifica mediante código para conseguir un aspecto homogéneo mediante bootstrap a estos mensajes.

5.4.3 Sprint Review

Al término de este sprint se ha conseguido que el usuario pueda seleccionar uno de los elementos y visualizarlo en el mapa mediante el borrado del resto de elementos. Se ha logrado que el usuario pueda seleccionar ubicaciones geográficas mediante pulsaciones de ratón sobre el mapa e informarle de cual es la dirección postal seleccionada mediante su inclusión en cuadros de texto creados al efecto. La confirmación del almacenamiento de la nueva ubicación se ha realizado mediante un botón que dispara la acción. La retroalimentación al usuario se ha conseguido mediante la inclusión de mensajes informativos del estado de la acción.

5.5 Sprint 4

5.5.1 Refinamiento del Product Backlog

5.5.2 Planificación de Sprint

Desarrollo de la Historia de Usuario

5.5.3 Sprint Review

5.6 Sprint 5

5.6.1 Refinamiento del Product Backlog

5.6.2 Planificación de Sprint

Desarrollo de la Historia de Usuario

5.6.3 Sprint Review

5.7 Sprint 6

5.7.1 Refinamiento del Product Backlog

5.7.2 Planificación de Sprint

Desarrollo de la Historia de Usuario

5.7.3 Sprint Review

5.8 Sprint 7

5.8.1 Refinamiento del Product Backlog

5.8.2 Planificación de Sprint

Desarrollo de la Historia de Usuario

5.8.3 Sprint Review

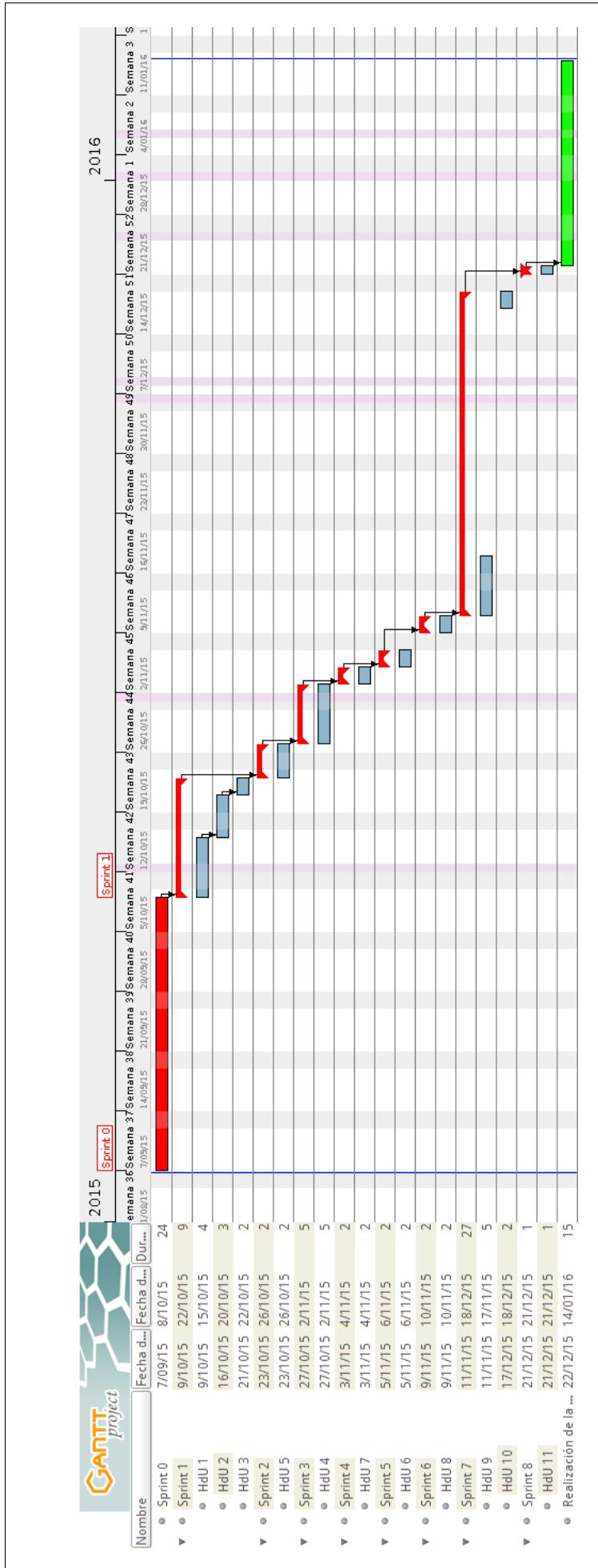


Figura 5.1: Diagrama de Gantt del TFG

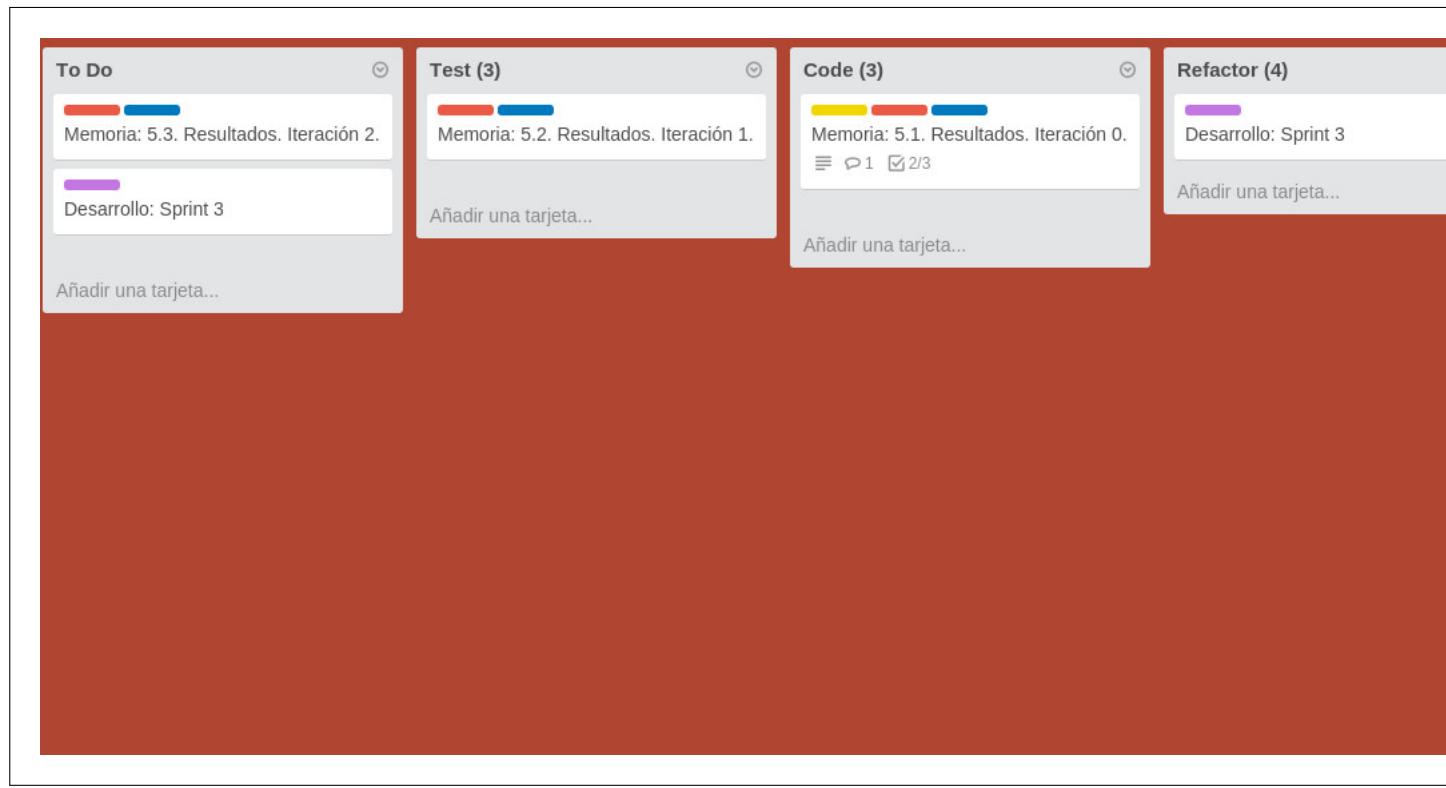


Figura 5.2: Panel Kamban de Trello

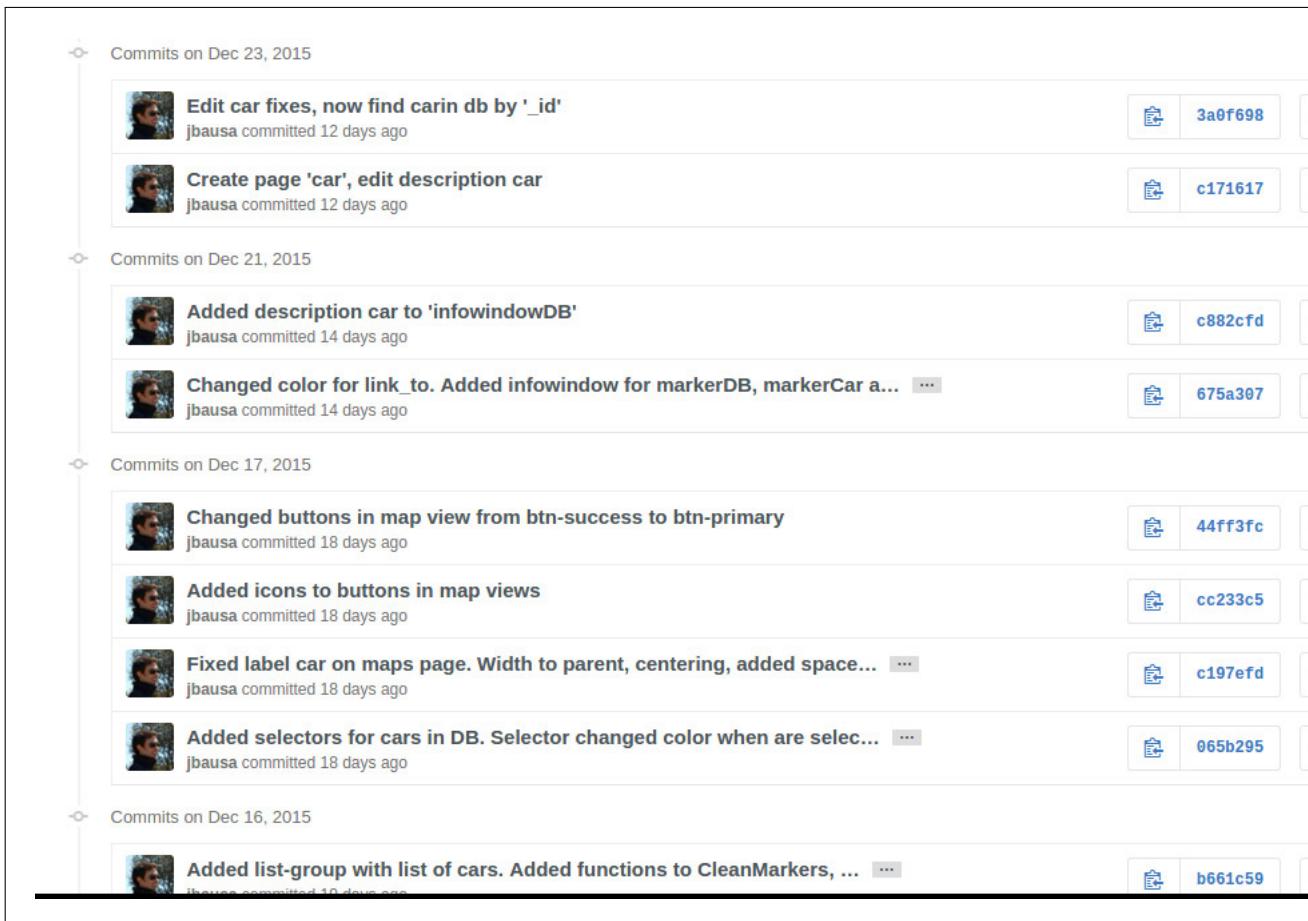


Figura 5.3: Commits en repositorio en GitHub

ANEXOS

Anexo A

Ejemplo de anexo

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Anexo B

Listado de acrónimos

AJAX	Asynchronous JavaScript And XML
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
CERN	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire
codec	Compresor-Decompresor
CSS	Cascading Style Sheet
DDR	Double Data Rate
DNS	Domain Name System
DynaTAC	Dynamic Adaptive Total Area Coverage
EE.UU.	Estados Unidos
GB	Gigabyte
GLONASS	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GNSS	Global Navigation Satellite System
GNU	GNU is Not Unix
GPS	Global Positioning System
HDD	Hard Disk Drive
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IP	Internet Protocol
IRNSS	Indian Regional Navigation Satellite System
NCGIA	NationalCentre of Geographic Information and Analysis
OS	Operative System

RAF	Royal Air Force
SDD	Solid-State drive
SDRAM	Synchronous Dynamic Random-Access Memory
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SMS	Short Message Service
TB	Terabyte
TCP	Transmission Control Protocol
TFG	Trabajo Fin de Grado
UCLA	University of California, Los Angeles.
URSS	Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas
USA	United States of America
WIP	Work In Progress
www	World Wide Web
MVC	Modelo Vista Controlador
DRY	Don't Repeat Yourself
Case	Computer-Aided Software Engineering
SVN	Apache Subversion
W3C	World Wide Web Consortium
JSON	JavaScript Object Notation
XML	eXtensible Markup Language
BSON	Binary Structured Object Notation
SaaS	Software as a Service
GPL	GNU General Public License
GIMP	GNU Image Manipulation Program
PaaS	Platform as a Service
GNOME	GNU Network Object Model Environment
UML	Unified Modeling Language
PNG	Portable Network Graphics

PDF Portable Document Format

GTK The Gimp toolKit

OEM On-Equipment Material

Referencias

- [AB09] J. Auping Birch. *El origen y la evolución del universo*. Universidad iberoamericana, 2009.
- [ABC13] ABC. Google revela que compró Waze por 966 millones de dólares. <http://www.abc.es/tecnologia/moviles-aplicaciones/20130726/abci-google-compro-waze-menos-201307261832.html>, July 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [Ada14] D. Adams. HTML 5 Finalized. http://www.osnews.com/story/28003/HTML_5_Finalized, October 2014. Consultado: Octubre 2015.
- [AG15] Areppim AG. Mobile OS Percent Market Share Worldwide. http://stats.areppim.com/stats/stats_mobiosxsnapshot.htm, June 2015. Consultado: Noviembre 2015.
- [Agu15] S. Agudo. Elementary OS Freya encuentra grandes seguidores en los usuarios de Windows. <http://rootear.com/ubuntu-linux/elementary-os-freya-usuarios-windows>, May 2015. Consultado: Noviembre 2015.
- [Apa] Apache. HTTP Server Project. <https://httpd.apache.org/>. Consultado: Octubre 2015.
- [Bah11] E. Bahit. Desarrollo Ágil con Kanban. <http://www.desarrolloweb.com/articulos/desarrollo-agil-kanban.html>, November 2011. Consultado: Noviembre 2015.
- [Bav] BAV - Vatican library. <https://www.vatlib.it/home.php?pag=stampati&ling=eng>. Consultado: Octubre 2015.
- [BBC13] BBC. Interview with mobile phone inventor Marty Cooper. [InterviewwithmobilephoneinventorMartyCooper](http://www.bbc.com/news/technology-22370001), April 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [Bec04] K Beck. *Test-driven Development: By Example*. Pearson Education, 2004.
- [BJ10] C. Blé Jurado. *Diseño ágil con TDD*. Lulu.com, 2010.

- [Buz14] Buzzko. Qué es y para qué sirve Swarm, la nueva app de Foursquare. <http://buzzko.com/blog/2014/05/16/que-es-y-para-que-sirve-swarm-la-nueva-app-de-foursquare/>, May 2014. Consultado: Noviembre 2015.
- [Cab79] J. A. Cabezas. *Alejandro Graham Bell*. Susaeta Ediciones, 1979.
- [Cai11] A. Cairo. *El arte funcional*. Alamut, 2011.
- [CF07] J. A. Carballar Falcón. Paraninfo, 2007.
- [CF14] C. Cano Fernández. ¿Qué es Foursquare y para qué sirve? ¿Qué es Foursquare y para qué sirve?, February 2014. Consultado: Noviembre 2015.
- [Chr97] N. R. Chrisman. *Exploring Geographic Information Systems*. John Wiley and Sons, 1997.
- [Cor00] P. Correia. *Guía práctica del GPS*. Marcombo, 2000.
- [Dat14] Database Friends: Histoty of MySQL. <http://www.databasefriends.co/2014/02/history-of-mysql.html>, February 2014. Consultado: Octubre 2015.
- [dC13] C. del Castillo. Waze: qué es, cómo funciona y para qué sirve. <http://computerhoy.com/noticias/apps/waze-que-es-como-funciona-que-sirve-4231>, June 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [DSA11] A. Díaz San Andrés. Biogeografía. <http://biogeografia.netau.net/cartografia.html>, October 2011. Consultado: Noviembre 2015.
- [ES01] H. Escolar Sobrino. *La biblioteca de Alejandría*. Gredos, 2001.
- [Eve01] A. E. Evenson. *The Telephone Patent Conspiracy of 1876*. McFarland & Company, 2001.
- [Gai10] N Gaiman. Neil Gaiman on Libraries. <https://www.youtube.com/watch?v=uH-sR1uCQ6g>, April 2010. Consultado: Octubre 2015.
- [Gar15] J. García. Elementary OS ya cuenta con más de cinco millones de usuarios. <http://ubunlog.com/elementary-os-ya-cuenta-con-mas-de-cinco-millones-de-usuarios/>, September 2015. Consultado: Noviembre 2015.
- [GGE09] S. Gleason y D. Gebre-Egziabher. *GNSS Applications and Methods*. Artech House, 2009.

- [GM07] S. William A. Gunn y Michele Masellis. *Concepts and Practice of Humanitarian Medicine*. Springer, 2007.
- [GPS12] El GPS de 1909 Look, Ma, no wires! Cornell class project tests wireless networking. <http://resolviendolaincognita.blogspot.com.es/2012/02/el-gps-de-1909.html>, February 2012. Consultado: Octubre 2015.
- [His] Historia de PHP. <http://php.net/manual/es/history.php.php>. Consultado: Octubre 2015.
- [HP94] G. J. Holzmann y B. Pehrson. *The early history of data networks*. Wiley-IEEE Computer Society, 1994.
- [Jos94] T. F. Josefo. *Sobre la antigüedad de los judíos*. Gredos, 1994.
- [Kap10] R. Kapuscinski. *Viajes con Heródoto*. Anagrama, 2010.
- [Kle64] L. Kleinrock. *Redes de comunicación: flujo y retraso estocástico de mensajes*. McGraw-Hill, 1964.
- [Kor15] Vuelo 007 de Korean Air. http://es.wikipedia.org/wiki/Vuelo_007_de_Korean_Air, June 2015. Consultado: Octubre 2015.
- [LH06] A. Lindón y D. Hiernaux. *Tratado de geografía humana*. Anthropos Editorial, 2006.
- [Lib] Library of Congress. <https://www.loc.gov/about/fascinating-facts/>. Consultado: Octubre 2015.
- [Mat00] Yukihiro Matsumoto. The Ruby Programming Language. <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=18225>, January 2000. Consultado: Noviembre 2015.
- [McC97] S. McConnell. *Desarrollo y gestión de proyectos informáticos*. McGraw-Hill, 1997.
- [Meu10] S. Meucci. *Antonio and the electric Scream: The man who invented the telephone*. 2010.
- [Moy12] P. Moya. Strava: una gran aplicación. <http://www.palabradorunner.com/2012/11/strava.html>, November 2012. Consultado: Noviembre 2015.
- [Ori13] Los orígenes del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). [http://catedraisdefe.etsit.upm.es/wiki/index.php/Los_or%C3%ADgenes_del_Sistema_de_Posicionamiento_Global_\(GPS\)](http://catedraisdefe.etsit.upm.es/wiki/index.php/Los_or%C3%ADgenes_del_Sistema_de_Posicionamiento_Global_(GPS)), April 2013. Consultado: Octubre 2015.

- [Pal10] A. Palazzesi. Historia del GPS: Cómo el mundo dejó de perderse. <http://www.neoteo.com/historia-del-gps-como-el-mundo-dejo-de-perderse/>, July 2010. Consultado: Octubre 2015.
- [Pal15] J. Palacio. *Gestión de proyectos Scrum Manager*. Scrum Manager, 2015.
- [Par13] S. Parra. ¿Como funcionaba el primer GPS de la historia, construido en a principios del siglo XX? <http://www.xatakaciencia.com/tecnologia/como-funcionaba-el-primer-gps-de-la-historia-construido-en-a-principios-del-siglo-xx>, June 2013. Consultado: Octubre 2015.
- [Pen11] A. Pena. GPS Android: Waze, conducir es un juego social. <http://www.xatakandroid.com/navegacion-y-mapas/gps-android-waze-conducir-es-un-juego-social>, August 2011. Consultado: Noviembre 2015.
- [Pen13] A. Pena. Ingress, cómo un juego de realidad virtual te cambia la vida. <http://www.xatakandroid.com/juegos-android/ingress-como-un-juego-de-realidad-virtual-te-cambia-la-vida>, December 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [Plu14] Plus Fours Routefinder - Worlds First Navigation System. http://avaxnews.net/educative/plus_fours_routefinder_worlds_first_navigation_system.html, March 2014. Consultado: Octubre 2015.
- [Rub13] F. Rubira. ¿Qué es Foursquare y para qué sirve? http://www.elconfidencialdigital.com/opinion/tribuna_libre/Foursquare-sirve_0_2097990200.html, July 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [San] E. Sanz. ¿Cuántos libros hay en la Biblioteca Nacional de España? <http://www.muyhistoria.es/curiosidades/preguntas-respuestas/icuantos-libros-hay-en-la-biblioteca-nacional-de-espana>. Consultado: Octubre 2015.
- [Sch07] K. Schlögel. *En el espacio leemos el tiempo*. Siruela, 2007.
- [Sen03] United States Senate. Bill Text: 108th Congress (2003–2004) S.RES.223.IS. <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/query/z?c108:S.+Res.+223:>, September 2003. Consultado: Octubre 2015.
- [Som06] I. Sommerville. *Ingeniería del software*. Pearson Addison Wesley, 2006.
- [Unk13] Unknown. Life360 - Family Locator, tenlos controlados a todos. <https://www.life360.com/family-locator/>, June 2013. Consultado: Noviembre 2015.

- [Unk14] Unknown. Colega, ¿dónde está mi coche? Tu móvil te lo puede decir. <http://108tendencias.com/colega-donde-esta-mi-coche-tu-movil-te-lo-puede-decir/>, September 2014. Consultado: Noviembre 2015.
- [Unk15] Unknown. GLYMPSE – Un camino seguro y fácil de compartir su ubicación con el dispositivo móvil. <http://descargarinstagramapp.com/glympse-un-camino-seguro-y-facil-de-compartir-su-ubicacion-con-el-dispositivo-movil/>, January 2015. Consultado: Noviembre 2015.
- [VPE06] C. Verlinden y F. Pérez-Embíid. *Cristóbal Colón y el descubrimiento de América*. Rialp, 2006.
- [Wor] World Wide Web Consortium (W3C). <http://www.w3.org/>. Consultado: Octubre 2015.

Este documento fue editado y tipografiado con L^AT_EX empleando
la clase **esi-tfg** (versión 0.20160107) que se puede encontrar en:
https://bitbucket.org/arco_group/esi-tfg

[respeta esta atribución al autor]

