

*(Creative Commons)*

*Esta obra está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 España de Creative Commons. Puede copiarlo, distribuirlo y transmitirlo públicamente siempre que cite al autor y la obra, no se haga un uso comercial y no se hagan copias derivadas. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/deed.es>.*

---

# UNIVERSIDAD OBERTA DE CATALUNYA

Ingeniería Informática de Sistemas

## **CONSTRUCCIÓN DE UN VISOR WEB DE SENDERISMO PARA MÓVILES CON OPENLAYERS**

Alumno: Senén García Sende  
Director: Víctor Velarde Gutiérrez

## Resumen

Se denomina SIG (Sistema de Información Geográfica) a la unión organizada de hardware, software y datos georeferenciados de un sistema diseñada para la captura, presentación, manipulación, análisis y almacenamiento de información georeferenciada. A través del mismo, podremos utilizar de un modo sencillo gran cantidad de información geográfica con componente espacial.

El presente TFC (Trabajo Final de Carrera), enmarcado en el área de los SIG, se centra en la creación de un sistema de información geográfica destinado a dispositivos móviles (Ipads, Smartphones...) y dedicado al senderismo utilizando para ello varias aplicaciones de código abierto ofrecidas en la actualidad.

En el presente documento se apreciarán dos partes claramente diferenciadas. Una de ellas de carácter teórico y otra parte de contenido práctico y explicativo de un desarrollo software.

En la parte teórica expondremos conceptos básicos para la comprensión de un SIG: ¿qué es un SIG?, ¿qué funcionalidades tiene?, ¿de qué está formado?... En este apartado daremos un repaso a los conceptos fundamentales de la geografía, cartografía, geodesia. Pondremos punto y final a la parte teórica del TFC haciendo un breve resumen sobre el software utilizado durante el desarrollo de un visor de senderismo.

Para el desarrollo de la parte práctica analizaremos los requisitos, buscaremos fuentes de información y realizaremos un diseño previo del sistema. Analizaremos un caso en concreto de senderismo por Galicia (utilizaremos varias rutas de muestra) e iremos introduciendo poco a poco el distinto software que necesitaremos para la creación del visor. Se explicará la utilidad de cada parte de software utilizada durante el desarrollo

Finalizaremos el TFC mostrando el software generado y escribiremos unas conclusiones de los puntos más importantes del desarrollo y unas conclusiones sobre el trabajo realizado.

## Índice

### Contenido

<b>RESUMEN</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.</b> ....	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
1.1 CONTEXTO DEL TFC Y JUSTIFICACIÓN PARA SU DESARROLLO .....	6
1.2 OBJETIVOS .....	7
1.3 ENFOQUE Y MÉTODO SEGUIDO .....	7
1.4 PLANIFICACIÓN .....	8
1.4.1 CALENDARIO DE TRABAJO.....	9
1.4.2 TAREAS Y ACTIVIDADES.....	10
1.4.3 DIAGRAMA DE GANTT.....	11
1.5 PRODUCTOS OBTENIDOS .....	11
1.6 DESCRIPCIÓN DE CAPÍTULOS .....	12
<b>CAPÍTULO 2: CONCEPTOS DE GEODESIA Y CARTOGRAFÍA</b> .....	<b>13</b>
2.1 Definición de Geodesia .....	13
<b>CAPÍTULO 3. INTRODUCCIÓN A LOS SIG</b> .....	<b>20</b>
3.1 DEFINICIÓN .....	20
3.2 COMPONENTES .....	20
3.3 FUNCIONALIDADES .....	21
3.4 DATOS GEOGRÁFICOS.....	21
<b>CAPÍTULO 4. SOFTWARE</b> .....	<b>24</b>
4.1 APACHE.....	24
4.2 GEOSERVER.....	24
4.3 QUANTUMGIS DESKTOP .....	25
4.4 APTANA STUDIO .....	25
4.5 POSTGRESQL-POSTGIS .....	26
4.6 OPENLAYERS .....	27
4.7 JQUERY MOBILE .....	27
4.8 EXPERTGPS .....	27
<b>CAPITULO 5. CASO DE ESTUDIO: ‘CLUB DE SENDERISMO UOC’</b> .....	<b>29</b>
<b>CAPITULO 6. ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL VISOR DE SENDERISMO.</b> ..	<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO</b> .....	<b>40</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>43</b>
<b>ANEXO I. ANÁLISIS DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA</b> .....	<b>44</b>
INCIDENCIAS Y RIESGOS. ....	44
<b>ANEXO II. MATERIALES</b> .....	<b>45</b>
SOFTWARE .....	45
HARDWARE.....	45

## Índice de figuras y tablas.

### INDICE DE TABLAS

TABLA 1: PLANIFICACIÓN .....	10
TABLA 2: DIAGRAMA DE GANTT B.....	11
TABLA 3: DIAGRAMA DE GANTT B .....	11
TABLA 4: DESCRIPCIÓN DE CAPÍTULOS .....	12

### INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PRESENTACIÓN DE GEOIDE .....	13
FIGURA 2. PRESENTACIÓN DE ELIPSOIDE.....	13
FIGURA 3. DATUM GEODÉSICO .....	14
FIGURA 4. REDES GEODÉSICAS.....	15
FIGURA 5. MAPA DE ANDALUCÍA 1714.....	16
FIGURA 6. COORDENADAS GEOGRÁFICAS .....	17
FIGURA 7. COORDENADAS CARTESIANAS.....	17
FIGURA 8. COORDENADAS PROYECTADAS.....	18
FIGURA 9. PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS .....	18
FIGURA 10. PROYECCIÓN ACIMUTAL.....	19
FIGURA 11. PROYECCIÓN CÓNICA .....	19
FIGURA 12. PROYECCIÓN CILÍNDRICA .....	19
FIGURA 13. SIG.....	20
FIGURA 14. MODELO RÁSTER Y VECTORIAL .....	22
FIGURA 15. INFORMACIÓN DISPUESTA EN CAPAS .....	22
FIGURA 16. MODELO RÁSTER .....	23
FIGURA 17. SERVIDOR APACHE.....	24
FIGURA 18. VISUALIZACIÓN DE CAPAS CON gvSIG. ....	25
FIGURA 19. APTANA.....	26
FIGURA 20. POSTGIS. ....	26
FIGURA 21. JQUERY MOBILE .....	27
FIGURA 22. EXPERTGPS .....	28
FIGURA 23. CLUB DE SENDERISMO UOC .....	29
FIGURA 24. DISEÑO.....	31
FIGURA 25. CASOS DE USO .....	32
FIGURA 26: DESPLIEGUE DE CAPAS .....	33
FIGURA 28. MODELO DE DATOS .....	33
FIGURA 29. TABLAS POSTGIS.....	34
FIGURA 30 FIREBUG .....	37
FIGURA 31. POSICIONAMIENTO .....	37
FIGURA 32: ELEVATION SERVICE.....	38
FIGURA 33: PERFIL DEL TERRENO .....	39

## Capítulo 1. Introducción

El siguiente Trabajo de Fin de Carrera (desde ahora TFC), denominado ‘Construcción de un visor web de senderismo con OpenLayers para dispositivos móviles’, es un proyecto dentro del área de los SIG mediante el cual se aplicarán los conocimientos adquiridos en esta disciplina al desarrollo de un visor de rutas para practicar el senderismo.

La memoria del TFC la dividiremos en cuatro grandes apartados:

1. Enunciado del TFC, justificación, objetivos y planificación del TFC. Esta parte se corresponde con todo el contenido del capítulo 1.
2. Contenido teórico que aplicaremos al desarrollo. Haremos una introducción a los conceptos básicos a tener en cuenta para el desarrollo del SIG. También comentaremos brevemente el software que será utilizado durante el desarrollo del visor. Para la explicación de esta parte utilizaremos los capítulos del 2 al 4.
3. Contenido práctico que aplicaremos al desarrollo. Introduciremos el software a utilizar, comentando brevemente los aspectos relevantes y las funcionalidades del mismo.
4. En la cuarta parte hablaremos del caso concreto de estudio. Aquí mostraremos los aspectos que se han tenido en cuenta en el diseño y desarrollo del SIG.

### 1.1 Contexto del TFC y justificación para su desarrollo

Se denomina senderismo a la actividad deportiva basada en marchas por caminos o senderos naturales y urbanos lejanos del ámbito de la competición. Existen diferentes tipos de senderos: naturales, tramos de carreteras con poca circulación atravesando pueblos, cañadas reales o caminos de montaña entre muchos otros tipos. Todo dependiendo del paisaje y el ambiente que se quiera disfrutar al practicar este deporte. Este deporte es utilizado por muchos motivos, entre ellos introducirnos en la vida al aire libre, disfrutar de la naturaleza o alejarnos de la rutina diaria.

El senderismo unifica de un modo reconfortante naturaleza, cultura y deporte. Gracias al mismo se siguen conservando antiguos senderos, pueblos, acercando a la gente a la vida rural y ayudando a estos mismos a desconectar del “día a día”.

Actualmente existen muchos clubes de senderismo. Tenemos a nuestra disposición numerosas webs en las que nos indican caminos a recorrer, dificultad del circuito, lugares que visitar a modo de guía turística. Nuestro objetivo es que esta información sea portable y que pueda ser consultada a través de internet mediante un dispositivo móvil. Este software ayudará a “los socios de un club de senderismo”. a estar en todo momento informados del trazado de las rutas.

Hoy en Internet podemos disfrutar de una cantidad muy elevada de senderos con todo tipo de especificaciones y datos geográficos para recorrer los mismos. Solo necesitamos el material adecuado, tiempo libre y querer disfrutar de unas horas del senderismo. El objetivo de este proceso será facilitar el uso de la tecnología a los socios de un club de senderismo.

\*\* <http://www.rutasyviajes.net/documentos/tipossenderos.html>

## 1.2 Objetivos

Planteamos este TFC como un ejemplo de aprendizaje de una serie de conceptos para su aplicación en un caso práctico completo. Toda la introducción teórica es el paso previo al desarrollo del visor que vamos a implementar.

Por tanto, los objetivos que alcanzaremos tras el desarrollo del TFC serán los siguientes:

- Conocer las características y funcionalidades básicas de los SIG
- Aplicar estos conocimientos en el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles con acceso a información de rutas mostradas sobre mapas de la cartografía de Google Maps.
- Planteamiento de un proyecto y consecución en fecha de los objetivos.
- Utilizar las herramientas necesarias para alcanzar una solución correcta a las necesidades.
- Capacidad de implementar un proyecto siguiendo una consecución de hitos.
- Configuración y manipulación del software y lenguajes necesarios. Como puede ser SQL para PostgreSQL-PostGIS, HTML para construir la web o el lenguaje Javascript para manejar las librerías jQuery y OpenLayers.
- Dominar la problemática de la adaptación de fuentes de datos a nuestro SIG. Proyecciones, escalas, formatos...
- Conocimientos de redes de datos aplicados a software SIG: Instalación de servidores, apertura de puertos...

## 1.3 Enfoque y método seguido

El enfoque general del TFC será una fase preparatoria de aprendizaje (apartados mencionados anteriormente) y una segunda aplicación práctica en la que se irá configurando cada una de las aplicaciones necesarias, entre las que se intercalan fases intermedias que comentaremos a continuación:

- **Aprendizaje teórico:** En primer lugar nos centraremos en desarrollar los conocimientos básicos necesarios para afrontar el proyecto. Geodesia, Cartografía, sistemas de referencia, proyecciones... Es totalmente necesario su aprendizaje para poder comprender muchas de las cosas con las que nos enfrentaremos como cambios de proyecciones, geolocalizaciones...
- Una vez comprendido estos conceptos básicos nos concentraremos en hacer un **análisis de los requisitos**. Una vez comprendidos los conceptos básicos, nos concentraremos en qué problema afrontar para resolver las necesidades del club”.
- En este momento entra en juego una fase muy importante que se trata del **diseño de la aplicación**. se trata de una fase en la que se trabajan aspectos tanto a nivel funcional como de presentación. Una aplicación muy compleja de manejar se hará muy pesada para el usuario y es muy probable que la descarte al poco tiempo de tener una experiencia con ella (diseño de un interfaz sencillo). Lo mismo a la hora de almacenar la información (diseño del modelo de datos). Una mala gestión de la información puede elevar exageradamente los tiempos de respuesta, el tiempo necesario de mantenimiento de la página... Un buen diseño nos ayudará a conseguir el objetivo de generar una buena aplicación.
- **Aprendizaje práctico:** En esta fase nos meteremos de lleno en conocer como programar en HTML5, Javascript, utilización de librerías OpenLayers, jQuery, jQuery Mobile, API de Google Elevation Service.
- **Desarrollo:** Una vez adquiridos los conceptos básicos entraremos en el desarrollo. Esta parte consumirá muchas horas de trabajo. Nos apoyaremos con la utilización de software de escritorio como Aptana (desarrollo Web) y Quantum GIS ( diseño de rutas)  
**Fase de prueba:** Llegó el momento de probar el desarrollo. En esta fase iremos puliendo la aplicación a medida que nos encontremos deficiencias y/o dificultades. Una buena fase de diseño así como la exigencia llevada a cabo en esta fase, nos permitirán tener una aplicación agradable de utilizar.

- **Despliegue:** Configuraremos el entorno de producción para obtener un correcto funcionamiento tanto a nivel de LAN como de WAN. Abriremos los puertos necesarios en el firewall de nuestra red de modo que nuestra aplicación consulte el servidor de datos desde cualquier punto de la geografía.
- **Documentación:** Otro aspecto importante para la utilización del software así como su futura optimización o inserción de nuevas funcionalidades en el mismo. Una vez que tenemos el software bien documentado y libre de deficiencias (pruebas por expertos) estará preparado para su salto a explotación.

## 1.4 Planificación

Aquí citaremos las tareas y actividades a desarrollar siguiendo el esquema de nuestro plan de trabajo.

### *Tarea 1: Estudio inicial de los SIG*

---

1. Se realizará un estudio preliminar de qué son y para qué sirven los SIG.
2. Se buscará información que pueda apoyar la construcción del visor, mashups, utilización de librerías jQuery y OpenLayers, Javascript...
3. Se instalará y configurará el entorno de trabajo necesario para afrontar el proyecto (con el apoyo de documentación disponible en internet y los documentos entregados por la Universidad)
4. El resultado se reflejará en el apartado correspondiente de la memoria del TFC.

### *Tarea 2: Análisis del dominio y recopilación de datos*

---

1. Recopilaremos datos GPX o de otras fuentes.
2. De manera complementaria, se investigará sobre los estándares OGC, WMS / WFS, los servicios de mapa de GoogleMaps y cómo integrarlos en OpenLayers. En este TFC se profundizará también en la utilidad 'Elevation Services'.
3. El resultado quedará reflejado en la memoria del TFC

### *Tarea 3: Análisis, diseño e implementación del visor web SIG*

---

1. Para realizar el análisis y diseño aplicaremos las técnicas de ingeniería del software aprendidas anteriormente para construir el visor con HTML, Javascript, jQuery Mobile OpenLayers..., cumpliendo los requisitos funcionales enunciados y prestando un especial énfasis en el diseño y usabilidad del interfaz de usuario.
2. Documentación de análisis y diseño que describa el proceso de desarrollo (a incorporar en la memoria del TFC) junto con un visor web funcionando correctamente.

---

#### *Tarea 4: Confeccionar memoria*

---

1. Redactar memoria. Recoger información, redactarla, darle sentido e integrarla en el proyecto.

---

#### *Tarea 5: Conclusiones y entregables*

---

1. Tras finalizar el producto se completarán los apartados correspondientes de la memoria relativos a problemas encontrados y futuras posibilidades de mejora. Se preparará una presentación multimedia atractiva que refleje todo el trabajo realizado incluyendo el visor.

---

#### *Tarea 6: Debate Virtual*

---

1. Contestar preguntas del tribunal.

### 1.4.1 Calendario de trabajo

La complejidad de la aplicación exige un esfuerzo de 2 horas diarias de dedicación plena los 7 días de la semana. Además se utilizarán 10 días de vacaciones completos (8 horas diarias) para poder llevar a cabo el TFC.

Por tanto se le dedicará al TFC **304 horas** para poder cubrir las necesidades.

### 1.4.2 Tareas y actividades

	TAREAS	Actividades / HORAS	Fecha Inicio
1	Definición del proyecto	4 horas	semana 1 3-9 Octubre
		Obtener documentación inicial	
		Leer enunciado	
2	PEC1 : Plan de trabajo	10 horas	
		Distribuir en el tiempo para la realización de tareas	
3	Recopilar información general y geográfica e integrarla en PostGIS.	28 horas	semana 3 y 4 17-30 Oct.
		Recolectar información para el visor (archivos GPX). Adaptar la información para nuestras necesidades (shp) 10-17 Viaje a Londres	
4	Configuración del entorno de trabajo para el visor	28 horas	semana 5,6 31 Oct. - 13 Nov.
		Utilización de librerías	
		OpenLayers	
		PostgreSQL-PostGIS	
		Quantum GIS	
5	Familiarizarse con la información.	14h.	semana 7 14-20 Noviembre
		Crear capas de información	
		Adaptación de datos.	
6	Análisis/Diseño/Implementación del visor WEB	82 horas	semana 8,9,10 21 N - 11 D
		Fusionar mapas con capas en Quantum GIS.	
		Crear código para el visor	
		Acotar geográficamente la información a incluir en el proyecto.	
7	Confeccionar Memoria	68 horas	semana 11,12 12-25 Dic.
		Resumen de actividades	
8	Presentación, Conclusiones y entregables	42 horas	semana 13,14,15 26D-15E
		Problemas encontrados	
		Posibilidades de mejora	
9	Debate Virtual	Exposición a un tribunal	25,26 y 27 de Enero

Tabla 1: Planificación

### 1.4.3 Diagrama de Gantt

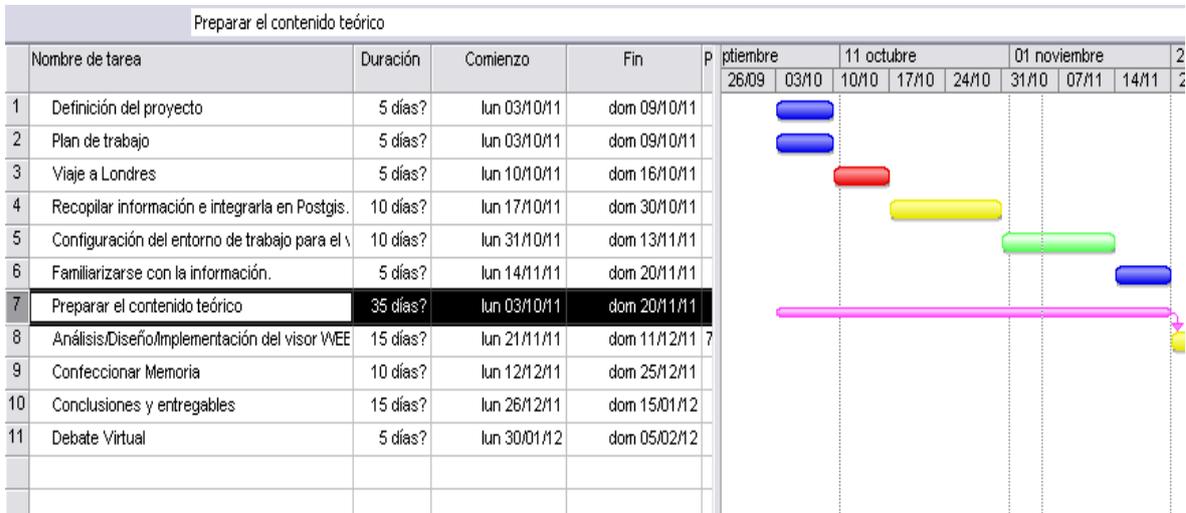


Tabla 2: Diagrama de Gantt B

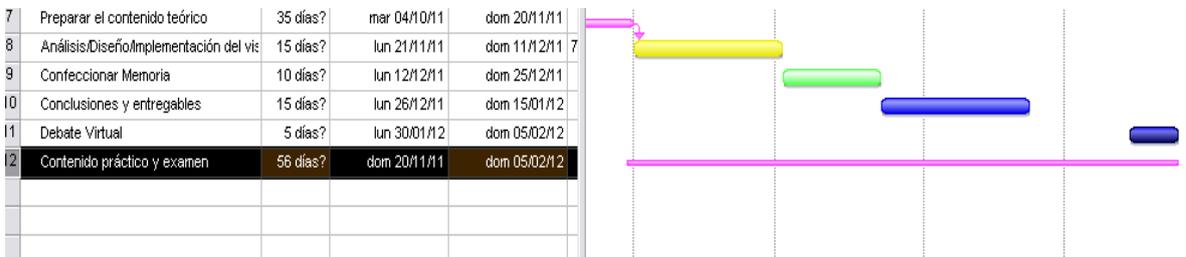


Tabla 3: Diagrama de Gantt B

## 1.5 Productos Obtenidos

Se entregarán los siguientes documentos en la entrega final:

- **Memoria:** Se trata de este documento, En el que se describe toda la parte teórica y práctica y toda la gestión del desarrollo del proyecto.
- **Presentación** multimedia de la presente memoria. Aquí citaremos lo más importante aprendido y mostraremos partes prácticas a tener en cuenta durante el desarrollo del software.
- **Visor Web:** Se entregará el código fuente de la aplicación y se describirá la parametrización del software que forma parte del visor.

## 1.6 Descripción de capítulos

<b>Capítulo 2.</b> Conceptos de geodesia y cartografía	En este capítulo abordaremos los fundamentos teóricos necesarios para poder afrontar este proyecto.
<b>Capítulo 3.</b> Introducción a los SIG	En este capítulo se hace una introducción a los sistemas de información geográfica. Se expone la composición de un SIG y las piezas que lo forman.
<b>Capítulo 4.</b> Software	En este capítulo prestaremos atención a todo el software utilizado para el desarrollo del visor así como hablaremos de los puntos básicos de cada uno de ellos.
<b>Capítulo 5.</b> Caso de estudio ‘Club de senderismo UOC’	En este capítulo hablaremos sobre la información obtenida e integrada en nuestra base de datos geográfica.
<b>Capítulo 6.</b> Análisis, diseño e implementación del SIG	Mostraremos la solución propuesta y los objetivos perseguidos en el desarrollo del visor.
<b>Capítulo 7.</b> Conclusiones	En este último capítulo haremos un repaso a todo el trabajo y aprendizaje desde el comienzo del proyecto parándonos en dificultades encontradas, correcto seguimiento del plan de trabajo, notas personales...

Resumiremos en este apartado los capítulos que iremos afrontando a lo largo de la memoria.

Tabla 4: Descripción de capítulos

## Capítulo 2: Conceptos de Geodesia y Cartografía

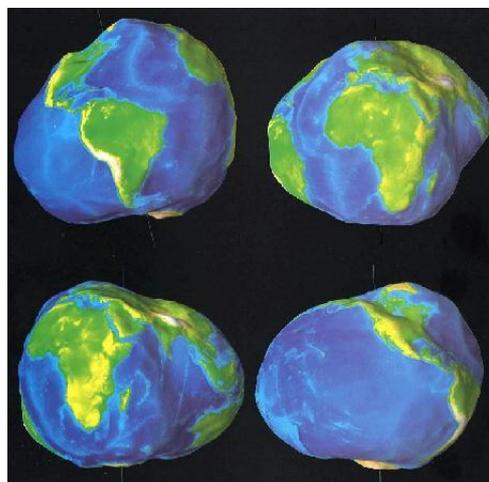
Para introducirnos en el mundo de los SIG debemos conocer primeramente ciertos aspectos teóricos fundamentales que iremos encontrando a lo largo del mismo.

### 2.1 Definición de Geodesia

La Geodesia es una rama de las Geociencias y una Ingeniería. Trata de la forma y superficie de la Tierra con sus formas naturales y artificiales. La Geodesia también es usada en Matemáticas para la medición y el cálculo sobre superficies curvas.

#### Definición de Geoide.

*“Se denomina geoide al cuerpo de forma casi esférica aunque con un ligero achatamiento en los polos (esferoide), definido por la superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre que coincide con el nivel medio del mar” (Wikipedia)*

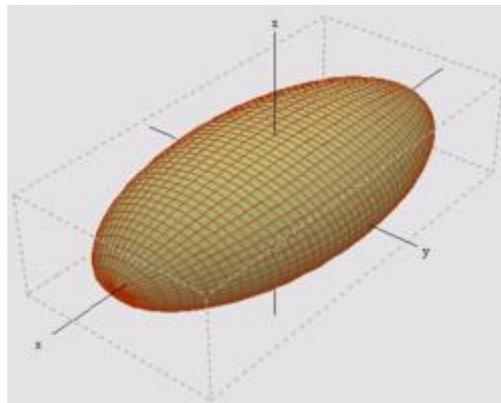


Fuente: <http://geoide.es/>

Figura 1. Presentación de geoide

#### Definición de Elipsoide

Un elipsoide es una superficie curva cerrada cuyas tres secciones ortogonales principales son elípticas, es decir, son originadas por planos que contienen dos ejes cartesianos.



Fuente: wikipedia

Figura 2. Presentación de elipsoide



A partir del Datum se construyen las redes geodésicas cuyos puntos de unión son los llamados vértices geodésicos, dispuestos sobre el suelo con hitos o señales.

### Redes geodésicas

Las redes geodésicas, como decíamos anteriormente, son una serie de puntos distribuidos por el territorio que forman una malla de triángulos de los que conocemos las coordenadas a los vértices.



Fuente: <http://rutasyfotos.blogspot.com>

Figura 4. Redes geodésicas

### Sistemas de referencia

Hemos hablado sobre las redes geodésicas, como redes físicas sobre el terreno que marcan unos puntos de referencia para realizar medidas (referencias para cálculo de coordenadas). Este sistema comentado es lo que denominamos sistema de referencia geodésico\*.

Nombramos Datum al conjunto de parámetros y constantes físicas que definen el sistema de coordenadas completamente.

Una codificación muy extendida de sistemas de referencia es el **EPSG** (European Petroleum Survey Group), grupo de empresas dedicadas a la explotación petrolífera que crearon una base de datos de parámetros geodésicos. Esta codificación se usa mucho y es conocida como EPSG.

En nuestro caso se utilizará el EPSG: 4326

## 2.1 Cartografía

La Cartografía es la ciencia que se encarga del estudio y de la elaboración de los mapas geográficos, territoriales y de diferentes dimensiones. Por extensión, también se denomina cartografía a un conjunto de documentos territoriales referidos a un ámbito concreto de estudio.



Fuente: [www.mappinginteractivo.com](http://www.mappinginteractivo.com)

Figura 5. Mapa de Andalucía 1714

Los mapas son pintados con una finalidad. Tenemos mapas para mostrar ríos, densidades de población, infraestructuras... Podemos dividir los mapas en tres tipos: cartografía básica, derivada o temática, según lo que nos esté presentando el documento.

Un aspecto a tener muy en cuenta en el desarrollo del proyecto es la precisión de los datos que tenemos en nuestro sistema. Unos datos poco precisos harán que nuestro sistema no tenga mucho valor.

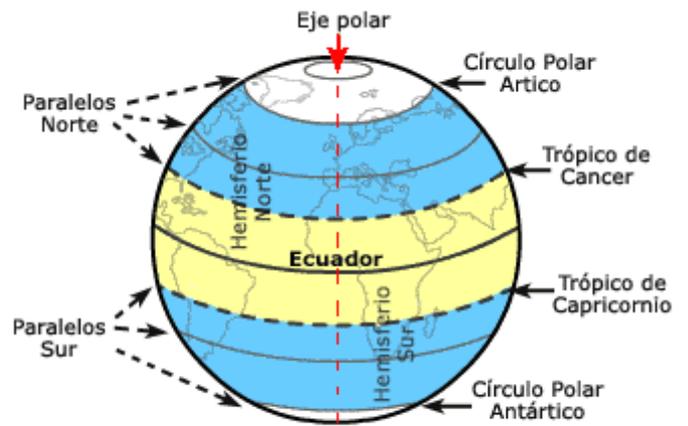
## 2.2 Sistemas de coordenadas

Los sistemas de coordenadas son lo que necesitamos para definir una posición de un objeto. Los sistemas de coordenadas más utilizados para representar objetos sobre la Tierra son las coordenadas geográficas, las coordenadas cartesianas y las coordenadas proyectadas.

### Coordenadas Geográficas:

En relación con la red geográfica que forman los paralelos y meridianos se definen las coordenadas geográficas que permiten ubicar con precisión la ubicación de un punto cualquiera de la superficie terrestre. Estas dos coordenadas se miden como la distancia desde el punto en cuestión hasta las líneas de base del sistema y reciben el nombre de:

- Latitud: su línea de base es el Ecuador.
- Longitud: su línea de base es el Meridiano de Greenwich.

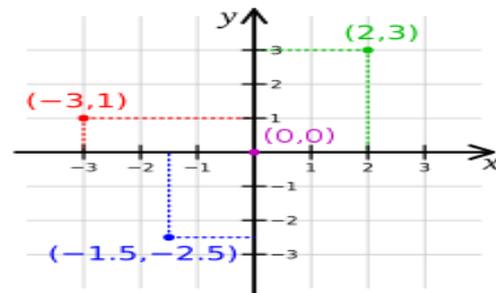


Fuente: [www.aristasur.com](http://www.aristasur.com)

Figura 6. Coordenadas geográficas

### Coordenadas Cartesianas:

Las coordenadas cartesianas se definen como la distancia al origen de las proyecciones ortogonales de un punto dado sobre cada uno de los ejes.

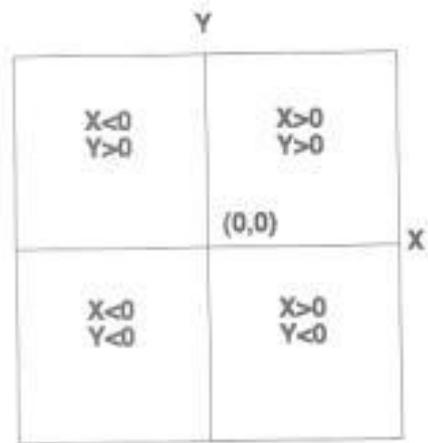


Fuente: [Wikia.com](http://Wikia.com)

Figura 7. Coordenadas cartesianas

### Coordenadas Proyectadas:

Un sistema de coordenadas proyectadas está definido en una superficie plana, de dos dimensiones. “A diferencia de un sistema de coordenadas geográficas, un sistema de coordenadas proyectadas tiene longitudes, ángulos y áreas constantes a través de las dos dimensiones” ([arcgis.com](http://arcgis.com)). Un sistema de coordenadas proyectadas se basa siempre en un sistema de coordenadas geográficas, que está basado, a su vez, en una esfera o esferoide.

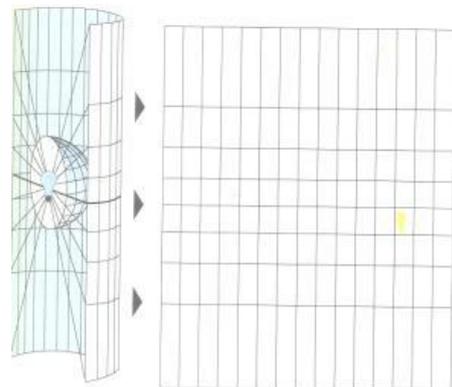


Fuente: Jimdo.com

Figura 8. Coordenadas proyectadas

### 2.3 Proyecciones cartográficas

Denominamos proyección cartográfica a la transformación matemática de las coordenadas esféricas en coordenadas planas.



Fuente: www.galeón.com

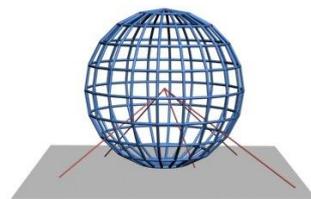
Figura 9. Proyecciones cartográficas

Podemos distinguir las proyecciones según las propiedades geométricas:

- Proyecciones equidistantes, si conserva las distancias.
- Proyecciones equivalentes, si conservan las superficies.
- Proyecciones conformes, si conservan las formas (o, lo que es lo mismo, los ángulos).

También podemos distinguir las proyecciones según la superficie de la que derivan:

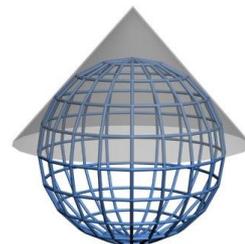
- **Proyección acimutal o plana:** En este caso se proyecta una porción de la Tierra sobre un plano tangente al globo en un punto seleccionado, obteniéndose una imagen similar a la visión de la Tierra desde un punto interior o exterior.



Fuente: Wikipedia.org

Figura 10. Proyección acimutal

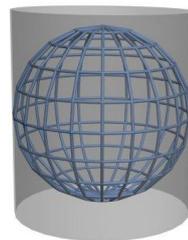
- **Proyección cónica:** La obtenemos proyectando los elementos de la superficie esférica terrestre sobre una superficie cónica tangente, situando el vértice en el eje que une los dos polos.



Fuente: Wikipedia.org

Figura 11. Proyección cónica

**Proyección cilíndrica:** Se proyecta el globo terrestre sobre una superficie cilíndrica. Es una de las más utilizadas, aunque por lo general en forma modificada, debido a las grandes distorsiones que ofrece en las zonas de latitud elevada, lo que impide apreciar a las regiones polares en su verdadera proporción. La proyección de Mercator, que revolucionó la cartografía, es cilíndrica y conforme. Es utilizada en la creación de algún mapamundi. Para corregir las deformaciones en latitudes altas se usan proyecciones pseudocilíndricas, como la de Van der Grinten, que es policónica, con paralelos y meridianos circulares. Es esencialmente útil para ver la superficie de la Tierra completa. Esta proyección suele denominarse proyección de Mercator. Google utiliza una variante de la proyección de Mercator denominada UTM.



Fuente: Wikipedia.org

Figura 12. Proyección cilíndrica

## Capítulo 3. Introducción a los SIG

En este capítulo definiremos qué es un SIG, cómo está formado y qué podemos hacer con él.

### 3.1 Definición

Los SIG han revolucionado el mundo de la cartografía, del análisis espacial, de la planificación y de la gestión del territorio. Casi todas las cosas que suceden, suceden en alguna parte (cavamos zanjas, construimos puentes, perforamos el subsuelo para obtener petróleo...).

Un SIG es “Un sistema de hardware, software, datos, personas, organizaciones y convenios institucionales para la recopilación, almacenamiento, análisis y distribución de información de territorios de la Tierra”.

(Deuker, Kjerne, 1989)

Un SIG es “Una poderosa caja de herramientas para recoger, almacenar, recuperar, transformar y visualizar datos del mundo real”

(Burrough, 1986)

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.

(NCGIA, 1990)

A grandes rasgos, un SIG funciona como una gran base de datos con información georeferenciada que es mostrada sobre un mapa digital. Podremos consultar la información sobre el mapa o consultando la base de datos. Existen muchas más definiciones para un SIG, pero estas son las más comunes.

Destacamos la rápida evolución de estos sistemas en los últimos años y la importancia que tienen en nuestras vidas. Los SIG son un sistema básico a día de hoy.

### 3.2 Componentes

En este punto señalaremos los componentes más importantes que caracterizan un GIS.



Fuente: [Blogspot.com](http://Blogspot.com)

Figura 13. SIG

a) Software

Lo primero que necesitaremos será un almacén de datos geográficos donde una vez introducida, consultar la información. Una vez introducidos nuestros datos, con ayuda de un software de escritorio jugaremos con la información y veremos en todo momento las capas posibles o agregaremos aquellas que sean de nuestro interés. Cuando tengamos definida la información que queremos difundir, podemos desplegarla a otros ordenadores mediante servicios web; éstos se conectarán con sus respectivos clientes consumidores de información georeferenciada (p.ej en nuestro visor web).

b) Hardware

Será conveniente la utilización de una amplia gama de tipologías de hardware (Un PC común, un plotter, servidores de alta capacidad, tabletas digitalizadoras, un Smartphone con conexión a internet, etc.)

c) Datos

Existe gran diversidad de datos. (Ficheros SHP, KML, GML, TIFF...). En este TFC principalmente se utilizarán los ficheros en formato GPX.

d) Procedimientos

Todo SIG debería operar de acuerdo a una organización y unos métodos de funcionamiento acordados

e) Personas

Aquellas que actualizarán los datos del sistema y se preocuparán de la calidad del contenido del mismo y crearán nuevas consultas para nuevas necesidades de información.

### 3.3 Funcionalidades

Las funcionalidades más importantes de un SIG son entre otras:

- Entrada de información: La primera necesidad con la que nos encontraremos será la de aportar información a nuestro sistema, editarla y visualizarla correctamente. Esta primera funcionalidad parece banal, pero conlleva gran trascendencia, pues sin la información carecería de sentido nuestro SIG.
- Funciones de Almacenamiento: Una vez capturada la información geográfica tendremos que diseñar un sistema de almacenamiento y protección de los datos.
- Funciones de Gestión: Una vez capturada y almacenada la información geográfica, el siguiente paso a realizar será el de extraer de la base de datos del SIG las porciones de información espacial que interesan en cada momento. Mostraremos aquella información de nuestro interés.
- Funciones de análisis espacial: Estas funciones, (según Arnoff, 1989), pueden separarse en 4 tipos: Recuperación, Superposición, Vecindad y Conectividad. Entre ellas se incluyen las operaciones de consulta.

### 3.4 Datos geográficos

Los datos son a un SIG como la sangre es al cuerpo humano. Unos datos bien extraídos de la realidad, una buena manipulación de los mismos (consultas SQL), una buena organización de toda esta estructura de datos, proporcionará un SIG de alto valor, rápido y de mucha calidad. Manejar toda la información sin latencia será algo básico para darle buena utilidad al SIG. Imaginémosnos disponer de una utilidad que tarda mucho en ofrecernos una respuesta, o que esta respuesta no es nada exacta... Este SIG se comenzaría a utilizar pero se abandonaría al cabo de poco tiempo debido a que su usabilidad es deficiente.

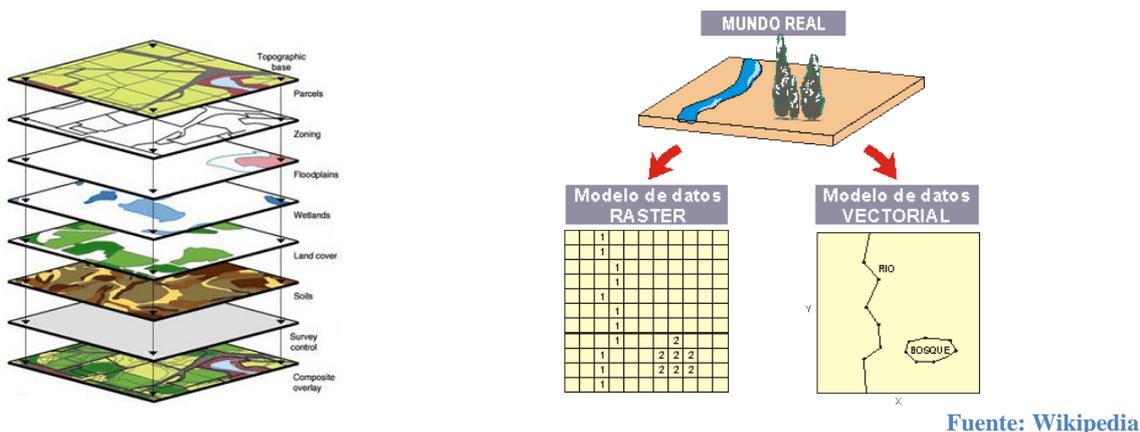
Hay que ser exigente con la recogida de información, con las consultas contra la base de datos (que sean ágiles), con un buen diseño de una base de datos... Toda esta información es usual verla en los SIG

mostrada por capas sobre un mapa. Una **capa** es una representación de la información concreta de información plasmada sobre un mapa. Tenemos distintas formas de mostrar esta información y lo veremos a continuación dependiendo de lo que queramos mostrar.

Primeramente introduciremos el concepto de 'escala'. Según la cantidad de información y precisión con la que queramos trabajar, utilizaremos una escala u otra. Una escala muy grande será de muy poca definición si lo que queremos mostrar son nombres de calles. Y viceversa si queremos mostrar precipitaciones en una comunidad autónoma si tenemos una escala demasiado baja.

Si trabajamos con fotografías aéreas, aparecerá el concepto resolución. A mayor resolución, mayor es el tamaño de la imagen y menor la velocidad a la que se consulta información en ella. Ya que hemos hablado de escala y resolución, introducimos también el concepto de precisión. A mayor precisión con la que trabajemos menor será el margen de error provocado al georeferenciar información.

Supongamos que queremos mostrar sobre un mapa un punto concreto donde se localiza una gasolinera; ahora pensemos en mostrar el camino que hay que seguir para desplazarse desde Madrid a La Coruña; y pongamos ahora el supuesto de que queremos saber el área de Madrid donde se efectúan robos de mayor coste. Para representar en capas esta información utilizaremos lo que denominamos **formato vectorial**. Ahora sin embargo pensemos en que queremos saber en un monte muy grande, en que zonas del 1 al 10, pasan más tiempo los animales. Para esta información utilizaremos el **formato ráster**.



Fuente: Wikipedia

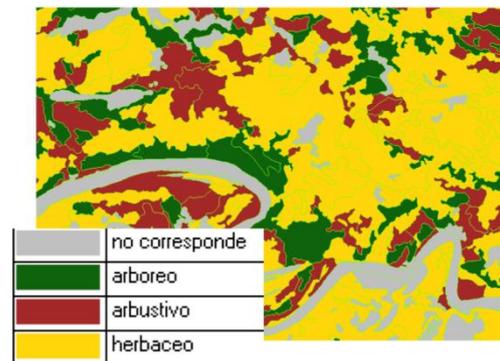
Figura 14. Modelo Ráster y vectorial

Fuente: wikipedia.org

Figura 15. Información dispuesta en capas

Como comentábamos antes, dependiendo del tipo de información que queramos mostrar utilizaremos dos formatos muy diferenciados, los formatos Ráster y Vectorial. El **formato Vectorial** determina posiciones exactas mediante puntos, líneas y polígonos. De modo que podemos localizar lugares, trazados o áreas. El formato de capa vectorial centra su interés principal en localizar sobre el mapa con máxima exactitud. Mediante este formato localizamos objetos discretos.

Y el formato Ráster. Localización de información continua. Este formato lo que hace es dibujar una malla de valores sobre un área (como vemos en la imagen). En resumen, los datos Ráster se componen de valores asignados a una posición de una matriz. Un valor concreto en una fila y una columna. De este modo, podremos asignar colores a cada valor y el resultado final es el siguiente:



Fuente: [wikipedia.org](http://wikipedia.org)

Figura 16. Modelo Ráster

Por tanto seleccionaremos un formato u otro según queramos representar valores continuos o discretos. Un mapa que muestre precipitaciones, temperaturas, contaminación... lo representaremos con datos ráster. Sin embargo hoteles, carreteras, fincas... lo representaremos con datos vectoriales.

## Capítulo 4. Software

En este capítulo mostraremos las herramientas con las que construiremos el visor y haremos una breve introducción a las mismas y su utilidad dentro del proyecto.

### 4.1 Apache

Para el desarrollo del visor WEB de Senderismo utilizaremos el servidor WEB Apache. Se trata de un servidor WEB modular, de código abierto, multiplataforma, extensible y muy popular. Actualmente se dice que es empleado en el 70% de los sitios WEB en todo el mundo.

La gran parte de las vulnerabilidades de este servicio han sido corregidas con el paso del tiempo y actualmente contamos con una herramienta de gran fiabilidad y un funcionamiento totalmente profesional.

Su configuración es muy sencilla y existen muchas fuentes de soporte al usuario. La configuración del servidor se centra en el fichero **httpd.conf** (tendremos que reiniciar el servicio ante cualquier cambio).



Fuente: Senén García

Figura 17. Servidor Apache

### 4.2 Geoserver

Geoserver es un software codificado en el lenguaje orientado a objetos **Java**. **Se apoya en otros dos proyectos SIG libres muy interesantes, como son:**

- 1) **GeoTools:** librería que le brinda la conectividad a fuentes de datos geográficas muy diversas (PostGIS, Shapeliles, Oracle Spatial). Esta librería es utilizada también por QuantumGIS.
- 2) **JTS Topology Suite:** librería para la representación de geometrías.

A través de Geoserver se puede publicar datos como mapas/imágenes (usando servicios WMS/WFS) y permitir a los usuarios actualizar elementos (usando WFS-T). Se enfoca en la facilidad de uso y soporte para estándares abiertos con el fin de asegurar la interoperabilidad. Geoserver permite obtener resultados como mapas renderizados (WMS) o GML plano (WFS), entre otros tipos de servicios web OGC.

Permite reproyectar al vuelo (al igual que PostGIS) y puede servir directamente información en formatos como por ejemplo SHP.

Geoserver se clasifica más como una herramienta de Geoinfraestructura que como herramienta de GeoAnálisis (Scott Davis).

Se trata pues de una herramienta indispensable y de grandísimo valor.

Desde la página WEB oficial de la aplicación podemos descargarnos una versión en binario para Windows, siendo lo más sencillo, rápido y cómodo para nuestro TFC. (en el cual utilizaremos una VM (Virtual Machine) Windows XP).

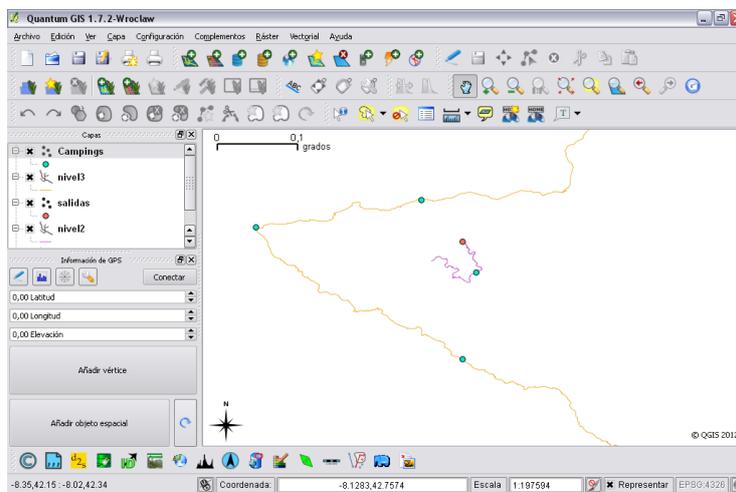
### 4.3 QuantumGIS Desktop

Quantum GIS (o QGIS) es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows. Era uno de los primeros ocho proyectos de la Fundación OSGeo y en 2008 oficialmente graduó de la fase de incubación. Permite manejar formatos ráster y vectoriales, así como bases de datos. Algunas de sus características son:

- Soporte para la extensión espacial de PostgreSQL, PostGIS.
- Manejo de archivos vectoriales Shapeliles, ArcInfo coverages, Mapinfo, GRASS GIS, etc.
- Soporte para un importante número de tipos de archivos Ráster (GRASS GIS, GeoTIFF, TIFF, JPG, etc.)

Una de sus mayores ventajas es la posibilidad de usar Quantum GIS como GUI del SIG GRASS, utilizando toda la potencia de análisis de este último en un entorno de trabajo más amigable. QGIS está desarrollado en C++, usando la biblioteca Qt para su Interfaz gráfica de usuario. (Fuente: Wikipedia)

Desde su WEB oficial podemos descargarnos los binarios que incluyen todo lo necesario (JRE) para su correcto funcionamiento.



Fuente: Senén García

Figura 18. Visualización de capas con gvSIG.

### 4.4 Aptana studio

Se trata de un IDE de código abierto que nos facilitará enormemente la codificación del visor. Entre sus características, destacaremos:

- Permite manipular librerías Javascript y CSS entre otras.
- Asistente de codificación de código HTML.
- Utilidad para previsualizar el código desarrollado con un solo clic.



## 4.6 OpenLayers

Librería Javascript que nos facilita el desarrollo del visor. Se trata de una **API** que permite el desarrollo de clientes web para acceder a información geográfica y permite incorporar a los mapas controles de zoom, desplazamiento por la superficie del mapa, medida de distancias...

OpenLayers puede conectarse con muchos servicios, como capas WMS, WFS, el API de Google Maps....

## 4.7 JQuery Mobile

Librería Javascript para adaptar las aplicaciones web a los dispositivos móviles:  
JQuery Mobile es un framework para desarrollo de aplicaciones y sitios web optimizados para Smartphones y tablets.

¿Por qué utilizarlo?

Con el lema “write less, do more” podemos desarrollar una sola aplicación que funcione en las plataformas más populares de Smartphones y tablets, en vez de tener que escribir aplicaciones nativas para cada dispositivo móvil o sistema operativo, siempre teniendo en cuenta las limitaciones del navegador utilizado.

Esta librería nos aportará una gran experiencia visual (p.ej. con controles y estilos CSS gestionables por ‘temas’ o transiciones) así como una sencillez a la hora de manipular otros aspectos de la interacción con la aplicación que estamos a punto de implementar, de modo que el usuario disfrutará de una agradable experiencia al utilizar nuestro software.



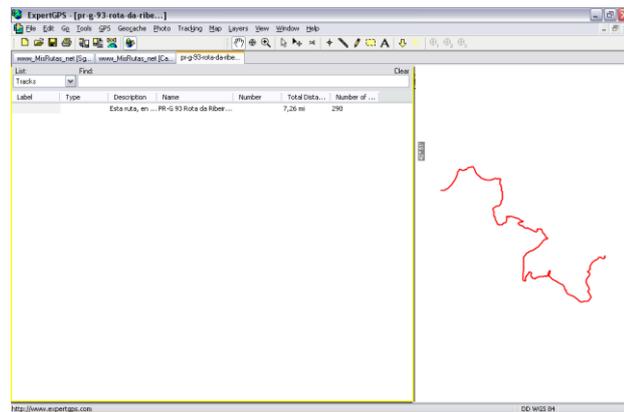
Fuente: <http://blogspot.com>

Figura 21. JQuery Mobile

## 4.8 ExpertGPS

Este software nos apoyará a la hora de cambiar el formato de la fuente de información de GPX a SHP. Es muy sencillo e intuitivo de utilizar.

GPX, o GPS eXchange Format (Formato de Intercambio GPS) es un esquema XML pensado para transferir datos GPS entre aplicaciones. Se puede usar para describir puntos (waypoints), recorridos (tracks), y rutas (routes).



Fuente: Senén García

Figura 22. ExpertGPS

## Capítulo 5. Caso de estudio: ‘Club de senderismo UOC’

Nuestro caso de estudio será nuestro propio club de senderismo bautizado como ‘Club de senderismo UOC’ (CSU).

Gracias a nuestra aplicación SIG y a la información suministrada por nuestros proveedores, los senderistas podrán, en todo momento, conocer toda la información necesaria a lo largo del trayecto.

Podrán consultar durante el tramo realizado los puntos de especial interés así como la distancia restante para finalizar el camino, lugares donde descansar, restaurantes, campings...

Aprovecharemos la aplicación para insertar publicidad y generar ingresos para el club. Tanto durante la ruta como publicidad de material necesario para afrontar el sendero. Hablamos de ropa deportiva, tiendas de campaña, bares durante la ruta, campings. Esto no ha sido solicitado en el proyecto pero veo interesante analizar esta opción.

Brindamos de este modo una forma de publicitarse fácil, rápida y útil. Todo ello sin generar ningún tipo de gasto que no sea el mantenimiento propio de la información.



Fuente: Senén García

Figura 23. Club de Senderismo UOC

Podemos distinguir varios tipos de senderos, que diferenciaremos por:

*Tipos según la distancia recorrida...*

- Senderos de Gran Recorrido (GR, aquellos que superan los 50kms).
- Senderos de Pequeño Recorrido (PR, rutas cuya distancia está entre 10 y 50 kilómetros).
- Senderos Locales (SL, no superan los 10km).
- Senderos urbanos (SU, ámbito urbano)

*Tipos de camino...*

- Carreteras forestales, caminos de carros, cañada de ganados, caminos peatonales...

*Clase de firme...*

- Tierra o gravilla, arenoso, de cascajos, rocoso, nevado, hielo...

#### *Señalización...*

- Señalizaciones antiguas, sobre tocas, árboles o inexistentes

#### *Dificultades objetivas*

- Boscosidad, caminos en cornisa, laderas de gran altura...

#### *Problemas de orientación*

- Sencillo, camino bien marcado, es necesario poner atención, confuso, imprescindible brújula y planos.

#### *Elementos complementarios*

- Sombra, agua potable sin problemas, lejos de zonas habitadas...

#### *Desniveles*

- Según el tipo de desnivel y clasificando de 300 en 300 metros podríamos establecer distintos intervalos del 0 (muy suave) al 7 (muy duro)

#### *Condiciones climáticas*

La condición climática está muy relacionada con la exigencia del sendero a realizar, por lo que incide notablemente en la dificultad del recorrido.

#### *Experiencia o habilidades necesarias:*

- Según se exija una destreza o material especial (como material de alpinismo) también haremos una clasificación de los senderos.

Este será nuestro caso de estudio para la realización del proyecto de fin de carrera. Un caso que podremos poner en práctica y explotar fácilmente debido a la cantidad de información publicada en la WEB y a la necesidad por parte de los clientes de obtener el máximo de información para emprender el viaje.

En nuestro TFC hemos dividido las rutas según los niveles de dificultad o la forma física que requiera el trayecto. Además de esto, hemos establecido a lo largo de los recorridos distintos POIs (puntos de interés) que pueden ser tanto de vital importancia como de interés general. Hemos señalado los puntos de partida, cajeros, hoteles, restaurantes. Todo lo necesario para afrontar cada uno de los senderos.

## Capítulo 6. Análisis, diseño e implementación del visor de senderismo.

En este capítulo abordaremos una de las partes más importantes de todo proyecto, el análisis y el diseño. Si esta parte es incorrecta el resultado podrá ser una aplicación de mala calidad y poca usabilidad, por lo que exige un gran detenimiento para estudiar a fondo todas las necesidades.

### 6.1 Análisis de requisitos

En nuestro caso, haremos una aplicación para usuarios sin ningún tipo de nivel de conocimientos técnicos, por tanto, crear una aplicación sencilla de utilizar será uno de los puntos primordiales de la aplicación.

La aplicación tendrá que cubrir los siguientes requisitos que detallamos a continuación:

1. Navegación interactiva sobre la cartografía base de Google-Maps.
2. Visualización sobre el mapa de las rutas y puntos de interés del club, con una simbología adecuada.
3. Identificación interactiva de los elementos del mapa mediante ventanas emergentes (Pop-ups).
4. Localización sobre el mapa de la posición actual del senderista.
5. Mediante el servicio de Google-Maps Elevation Service, generar un perfil topográfico entre dos puntos del mapa.

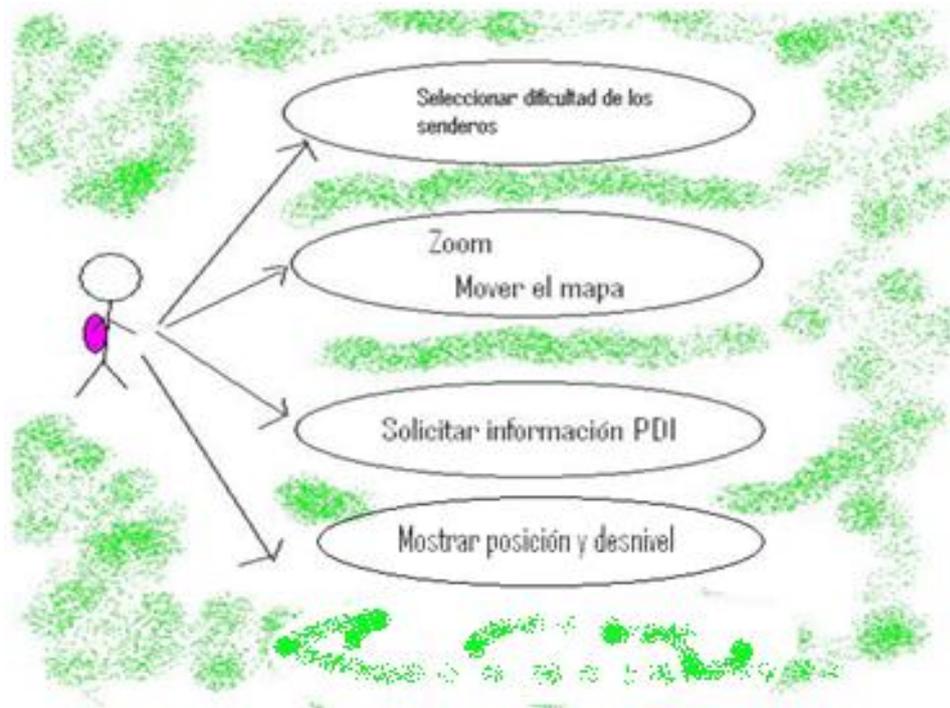
### 6.2 Diseño de la aplicación

Como hemos dicho en el análisis, un visor de consulta en sí no tiene elevada dificultad para su utilización, por lo que no debe ser complejo su uso para un usuario sin conocimientos de las nuevas tecnologías. Detallaremos a continuación las funcionalidades necesarias.



Fuente Senén García

Figura 24. Diseño



Fuente: Senén García

Figura 25. Casos de uso

Gracias a la API de OpenLayers, los casos de uso son fácilmente implementables. Seleccionar la dificultad de los senderos se trata de pinchar en una opción de nivel, la opción de zoom y mover el mapa será muy intuitivo desde un dispositivo móvil y solicitar información será una simple pulsación sobre el mapa en el icono que nos muestra el PDI en concreto.

Antes de comenzar a describir los casos de uso comentaremos que se han trabajado los ficheros de estilo de Geoserver para indicar las rutas (líneas de colores) así como los iconos de las capas que indican campings, cajeros... Se trata de modificación de ficheros XML y configuración también del tamaño del icono que muestran.

#### Descripción de los casos de uso

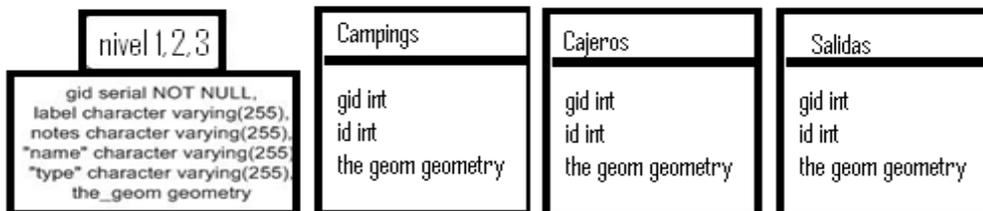
- **Selección de dificultad de los senderos:** Podremos activar o desactivar aquellas que veamos convenientes. De modo que si solo nos interesan las capas de nivel 3 lo único que tenemos que hacer es desactivar las otras dos.
- **Visualización de PDIs durante el trayecto:** Esta información estará deshabilitada en un primer momento y será el usuario quien seleccione la información que se mostrará en el visor (Cajeros, campings...)
- **Mover mapa:** El usuario podrá moverse por el mapa de un modo muy sencillo en busca de la información que quiera consultar.
- **Información PDI:** Por defecto hemos desactivado todas las capas de POI representadas en nuestro visor, de modo que un usuario tendrá que activar aquellas que sean de su interés manualmente. Dejamos las capas desactivadas por defecto para no sobrecargar de información el mapa.
- **Mostrar posición/desnivel:** Al pulsar el botón destinado para ello seremos localizados en el mapa en el punto en el que nos situemos.



Fuente: Senén García

Figura 26: Despliegue de capas

### 6.2.1 Modelo de datos



Fuente: Senén García

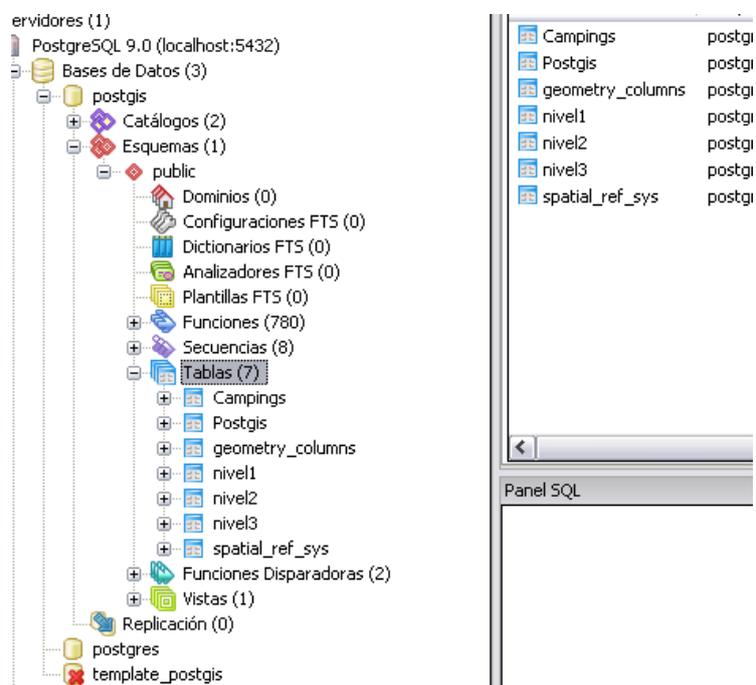
Figura 27. Modelo de datos

Para la realización de nuestro proyecto nos guiaremos por los expertos que han publicado los senderos y han clasificado estos mismos en uno de nuestros niveles..., nos indicarán la dificultad de los senderos, tomando como parámetros el firme, la pendiente, la climatología, la distancia, el soporte al senderista en curso...

Como fuente de información nos nutriremos de ficheros GPX. Este formato podemos importarlo directamente como layer a través de OpenLayers, pero para poder modificarlo y manipular la información lo transformaremos con el programa ExpertGPS en formato SHP y a continuación lo importaremos en nuestra base de datos PostGIS creando una tabla por cada nivel de dificultad.

La información sobre el mapa entonces, primero será introducida y a continuación será mostrada por Geoserver. Recordemos que la información estará separada en distintas tablas según el contenido:

- **Nivel1:** se representan todas aquellas rutas con una complejidad baja y con un corto recorrido.
- **Nivel2:** Representará todas aquellas rutas con un mayor recorrido y o desnivel pronunciado. Influirá en esta catalogación la pendiente de la ruta.
- **Nivel3:** Recorridos de larga distancia que exigen una preparación física.
- **Cajeros:** Georeferenciamos cajeros donde retirar efectivo.
- **Campings:** Georeferenciamos distintos campings y facilitamos su localización según el tipo de cliente.
- **Salida:** Geolocalizamos los puntos de partida de los diferentes senderos.
- **Puntos de Información:** Hemos publicado en el último momento puntos de información donde un usuario podrá hacer consultas sobre las rutas.



Fuente: Senén García

Figura 28. Tablas PostGIS

## 6.2.2 Implementación

En este punto estamos preparados técnicamente para implementar nuestro visor WEB de senderismo del club CSU.

La aplicación será desarrollada mediante HTML (Hypertext Markup Language) con apoyo de las librerías jQuery, jQuery Mobile, Google API, OpenLayers y las hojas de estilo de jQuery Mobile.

HTML es el lenguaje en el que se escriben las páginas WEB, se trata de un lenguaje de marcas que basa su sintaxis en un elemento base llamado etiqueta. Por tanto, un documento HTML estará compuesto por texto y etiquetas.

La estructura básica de un documento HTML que utiliza las librerías jQuery Mobile será el siguiente:

Todo el documento estará etiquetado entre `<HTML>` y `</HTML>`. Dentro de estos dos delimitadores se encontrarán dos partes diferenciadas por las etiquetas que serán el encabezado (HEAD) y el cuerpo (BODY). Aprovechando esta explicación introduciremos la librería jQuery Mobile. Por lo que el resultado tendrá la siguiente estructura:

```
<HTML>
  <HEAD>
    Aquí se definen las librerías y funciones principales.
  </HEAD>
  <BODY>
    <div data-role="page">
      <div data-role="header">
        <h1>The title</h1>
      </div><!-- /header -->
      <div data-role="content">
        <p>The content</p>
      </div><!-- /content -->
      <div data-role="footer">
        <h4>The Footer</h4>
      </div><!-- /header -->
    </div><!-- /page -->
  </BODY>
</HTML>
```

Estas serán las etiquetas principales de todo documento HTML con librería jQuery Mobile. Además de estas incluiremos otras etiquetas comunes en el desarrollo como pueden ser:

- `<Title>` Establece el título de la página
- `<script type="text/javascript">` Indica que lo que sigue es código JavaScript
- `<style type="text/css">` Marca el estilo CSS
- `<div>` Crea secciones dentro de una página WEB
- Y otras como `<p>`, `<br>` relacionadas con el formato de texto

## PostgreSQL-PostGIS

Utilizaremos el SGBD de PostgreSQL con su plugin PostGIS para almacenar todos los datos que vayamos a utilizar. Introduciremos varias capas de información como hemos visto en la imagen 24. En nuestro caso, cada uno de los ficheros GPX que nos entregan, tienen que ser introducidos en la base de datos según su dificultad. Tendremos que introducir el SHP en una tabla temporal, modificar el 'gid' del registro y a continuación moverlo a la tabla correspondiente, ya que localizaremos cada ruta por su 'gid' y ésta será una clave primaria.

Agregaremos también capas SHP generadas por nosotros con la aplicación QGIS y añadiremos la información necesaria de cada punto concreto mediante comandos SQL (selects, updates...).

## Geoserver

Este software será el encargado de servir la información suministrada por la base de datos y nos permite plasmarla, mediante OpenLayers de un modo atractivo sobre la cartografía de Google Maps. En nuestro TFC hemos desarrollado los estilos (SLD) de cada capa para presentar la información del modo más claro posible. Hemos diferenciado los senderos por colores según su nivel y hemos agregado una serie de iconos según el PDI a referenciar. Este desarrollo también se puede llevar a cabo dando más importancia a este programa, pero en nuestro caso hemos decidido que la utilización de PostGIS era muy importante.

## Quantum GIS

Gracias a este software podemos tanto previsualizar nuestras capas importadas de PostGIS como basarnos en las capas que ya tenemos importadas para generar otras nuevas capas que necesitamos. En nuestro TFC, con el apoyo de QGIS, hemos geolocalizado campings, bancos, inicios de ruta... Y todo lo necesario.

## Apache

Utilizaremos esta aplicación para publicar nuestro visor en Internet. Aparte de la configuración básica tendremos que agregar un fichero proxy.cgi a la carpeta cgi-bin el cual permitirá que se comuniquen con nuestras fuentes de información. Recordemos también la necesidad de desbloquear los puertos a la WAN, 8080(https) y 80(http).

## OpenLayers, jQuery Mobile y Google Maps

Una vez tenemos creado la estructura principal del visor comentado anteriormente, cargamos las librerías en la sección <HEAD> que vamos a utilizar en el proyecto:

```
<HTML>
<HEAD>
  <link rel="stylesheet" ref="http://code.jquery.com/mobile/1.0a1/jquery.mobile-1.0a1.min.css" />
  <script src="http://code.jquery.com/jquery-1.6.2.min.js"></script>
  <script src="http://code.jquery.com/mobile/1.0b3/jquery.mobile-1.0b3.min.js"></script>
  <script src="http://www.openlayers.org/api/OpenLayers.js"> </script>
  <script src="http://maps.google.com/maps/api/js?sensor=false"></script>
</HEAD>

  <BODY>
    Etiquetas y contenidos del cuerpo. Esta parte será lo mostrado en el navegador
  </BODY>
</HTML>
```

Añadimos de igual modo una función que creará el mapa en esta sección HEAD, aquí se incluirá todo el código Javascript utilizado.

Una vez tenemos lista la función, en la sección body arrancamos la función con ONLOAD y le asignamos un espacio en la página.

Se utilizará la librería de jQuery para aplicar estilos CSS a nuestro visor.

## FIREFOX + FIREBUG

Utilizaremos durante el desarrollo el navegador de internet Firefox con su plugin FireBug.

FireBug será la herramienta que utilizaremos para obtener el código de ejemplos y poder revisar el código de nuestra aplicación. Nos mostrará los errores que tenemos y su procedencia... Será una herramienta imprescindible al comienzo de la parte práctica.



Fuente: [agevaled.com](http://agevaled.com)

Figura 30 FireBug 29

## Posicionamiento

Aunque no se ha finalizado el desarrollo, comentaremos la investigación llevada a cabo:

En HTML5, se ofrece una funcionalidad en los navegadores que es **geolocation**, la cual permite obtener nuestra localización.

```
31
32 //GEOLOCATION
33 function initiate_geolocation() {
34     navigator.geolocation.getCurrentPosition(handle_geolocation_query);
35 }
36
37 function handle_geolocation_query(position) {
38     alert('Lat: '+ position.coords.longitude+ ' '+Lon: '+ position.coords.latitude);
39 }
40
41
```

Fuente: [Senén García](#)

Figura 31. Posicionamiento 30

La función **getCurrentPosition** nos devuelve la posición en latitud y longitud que ocupamos en el mapa. Si no utilizamos GPS nos localizará por la IP, por triangulación si usamos un dispositivo móvil o por la central telefónica que nos provee internet.

Una vez tengamos nuestra posición solo tenemos que plasmarla sobre nuestro mapa

## Elevación del terreno

Elevation Services, es una funcionalidad que ofrece Google Maps para conocer la altura / pendiente en una zona. Hemos investigado acerca de esta API. La ejecución de este link nos muestra la altura respecto al nivel del mar de Denver en Colorado

<http://maps.google.com/maps/api/elevation/json?locations=39.7391536,-104.9847034&sensor=false>

La siguiente solicitud es idéntica a la anterior, a excepción de que la solicitud indica que se solicita un formato de salida de XML, a través del uso de la marca de servicio /xml:



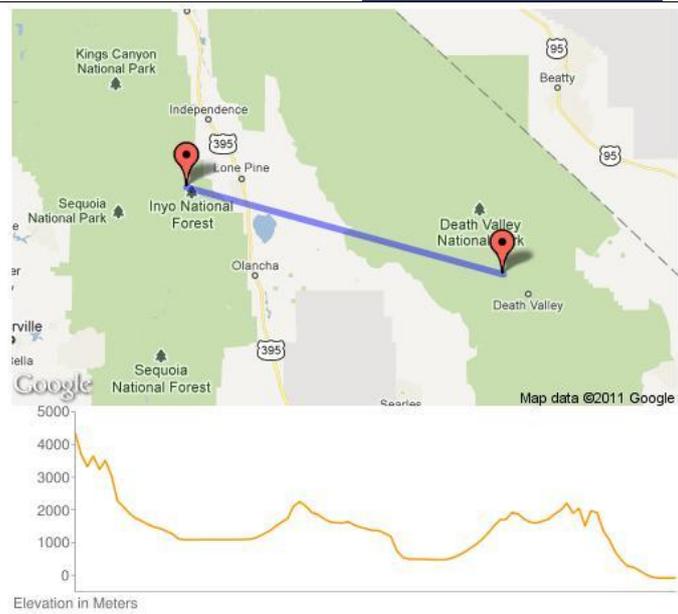
```
http://maps.google.com/maps/api/elevation/xml?locations=39.7391536,-104.9847034|36.455556,-116.866667&sensor=false

<ElevationResponse>
  <status>OK</status>
  <result>
    <location>
      <lat>39.7391536</lat>
      <lng>-104.9847034</lng>
    </location>
    <elevation>1608.8402100</elevation>
  </result>
  <result>
    <location>
      <lat>36.4555560</lat>
      <lng>-116.8666670</lng>
    </location>
    <elevation>-50.7890358</elevation>
  </result>
</ElevationResponse>
```

Fuente: GoogleMaps

Figura 32: Elevation Service 31

Por medio de las coordenadas de nuestras capas de senderos, utilizaremos la API de 'Elevation Services' para hallar la pendiente de cada tramo.



Fuente: Google Maps

Figura 33: Perfil del terreno 32

## Conclusiones y futuras líneas de trabajo

Como conclusión general obtenida tras la realización de este Trabajo Final de Carrera centrado en el área de los Sistemas de Información Geográfica, cabe destacar como punto de partida la gran cantidad de conocimientos que nos ha aportado en diferentes áreas.

Por una parte, para poder afrontar este proyecto ha sido necesario profundizar en conceptos teóricos de Geodesia y Cartografía. Esto nos ha abierto las puertas a comenzar correctamente el desarrollo del visor.

Se han buscado clubes de senderismo de los cuales obtener la información a plasmar en nuestro proyecto y algo que nos sorprende es la cantidad de información que hay disponible en internet y que los mismos senderistas ponen a nuestra disposición (hablamos de ficheros en formato \*.gpx, los cuales han tenido que ser adaptados a nuestro entorno (PostGIS) para su correcta utilización.

En el desarrollo de este TFC hemos conocido las aplicaciones opensource necesarias para la construcción del visor llevándonos una grata sorpresa con la fiabilidad y calidad del mismo.

Como contenedor de información hemos alcanzado amplios conocimientos en el sistema de gestión de datos PostgreSQL, un robusto y potente SGDB con el que nos ha resultado muy agradable trabajar debido a su sencillez, facilidad de uso y configuración. Lo mismo diremos del servidor Web Apache, Aunque en este apartado tendremos que destacar la inversión de horas destinadas a su correcto funcionamiento con el otras aplicaciones del visor. Hemos tenido que configurarle un proxy para que la consulta de datos por parte de nuestras capas WMS fuera posible, Esta parte no está bien documentada y nos ha retrasado mucho la finalización del TFC.

En concreto, el aprendizaje de las posibilidades del servidor de mapas Geoserver en combinación con OpenLayers ha producido una gran satisfacción ya que me ha dado unos conocimientos muy valiosos con posibilidad de aplicación a mi entorno laboral (Banca). En esta parte comentaremos también la escasa documentación de los ficheros SLD. Aquí también hemos dedicado mucho tiempo de investigación hasta poder aplicar correctamente los estilos deseados.

En cuanto a los objetivos. Hemos alcanzado un nivel teórico muy amplio así como práctico. Hemos trabajado con lenguajes como SQL, HTML, JavaScript, XML... Lo cual me ha aparecido apasionante así como útil y entretenido.

Haber descubierto las librerías jQuery Mobile nos va a permitir programar nuevas aplicaciones para dispositivos móviles de gran facilidad de uso y amigable interface.

La gran cantidad de nueva información necesaria para el desarrollo, así como fuerte investigación en varios apartados, nos ha exigido mayor esfuerzo para conseguir un nivel alto del desarrollo. Hemos tenido que duplicar prácticamente el número de horas necesarias con las que contábamos en un primer momento.

Respecto al calendario fijado he de decir que el final del mismo ha sido muy erróneo debido a la dificultad experimentada en el desarrollo. Llevábamos un buen rumbo hasta encontrarnos con partes en las que hemos tenido que aportar muchas horas extra para completar el mismo. Así como invertir días de vacaciones, horas de sueño... pero ha sido muy agradable la experiencia y los conocimientos adquiridos han merecido ese gran esfuerzo.

El resultado ha sido un visor WEB de Senderismo funcional, el cual integra diversas fuentes de información y cartografía y muy fácil de utilizar. Sin embargo, no ha sido posible integrar todas las funcionalidades, aspecto que dejaremos para próximas revisiones del trabajo.

Antes de terminar, diremos también los conocimientos y exigencias en cuanto a documentar un proyecto. Creo que es una de las partes que más he tenido que mejorar debido a la falta de experiencia de la gestión de proyectos.

---

El visor se ha publicado para poder ser testeado por el tribunal desde cualquier dispositivo móvil desde la siguiente dirección: <http://193.153.89.140/indexwan.html>

La mala planificación de la fase final del proyecto ha obligado a abandonar alguna función. Algo difícil de encajar en cuanto a la excelencia que se debe esperar de un Trabajo Final de Carrera.

### **Futuras líneas de trabajo**

En primer lugar debemos terminar lo solicitado en nuestro proyecto. Localizaremos al senderista sobre nuestra aplicación y a continuación investigaremos y desarrollaremos todo lo necesario para mostrar los perfiles de nuestras rutas.

Sería interesante en próximas versiones capas de información que nos muestren la meteorología, información sobre la temperatura media o las precipitaciones puede ser importante para el senderista a la hora de seleccionar un trayecto u otro ya que es un dato que en principio no se nos da a la hora de clasificar senderos en nuestros niveles de dificultad.

Otro capa de información también importante será la de mostrar centros médicos. Dependiendo que tipo de terrenos seleccionen los senderistas, puede haber mayor o menos grado de lesiones o enfermedades.

Por último se puede georeferenciar puntos de interés turístico.

## Glosario

**Aptana:** Aptana es una robusta y avanzada interface de desarrollo Web, enfocado a Javascript para el desarrollo de aplicaciones dinámicas.

**API:** API es la abreviatura de **A**plicación **P**rogramming **I**nterface. Un API no es más que una serie de servicios o funciones que el Sistema Operativo ofrece al programador, como por ejemplo, imprimir un carácter en pantalla, leer el teclado, escribir en un fichero de disco, etc.

**Base de datos (BB.DD):** Una base de datos es una colección de información organizada de forma que un programa de ordenador pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos que necesite. Las bases de datos tradicionales se organizan por campos, registros y archivos. Un campo es una pieza única de información; un registro es un sistema completo de campos; y una tabla es una colección de registros. Por ejemplo, una guía de teléfono es análoga a un archivo. Contiene una lista de registros, cada uno de los cuales consiste en tres campos: nombre, dirección, y número de teléfono. A veces se utiliza DB, de database en inglés, para referirse a las bases de datos.

**Datum:** En geodesia un Datum es un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre en base a los cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográfico. Datum horizontales son utilizados para describir un punto sobre la superficie terrestre. Datum verticales miden elevaciones o profundidades.

**Elipsoide:** Figura geométrica con la que se describe la forma terrestre.

**Geoid:** Figura geométrica esférica con un ligero achatamiento de los polos.

**Georeferenciación:** Localización terrestre de un elemento concreto dentro de un sistema de coordenadas determinado.

**Geoserver:** Geoserver es un Servidor Web que permite servir mapas y datos de diferentes formatos para aplicaciones Web.

**GvSIG:** GvSIG Desktop es un potente Sistema de Información Geográfica (SIG) libre diseñado para dar solución a todas las necesidades relacionadas con el manejo de información geográfica.

**Quantum GIS:** Opción alternativa a GvSIG.

**HTML:** es el lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web.

**IDE:** Un entorno de desarrollo integrado (en inglés integrated development environment) es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación

**Java:** Java es un lenguaje de programación y la primera plataforma informática creada por Sun Microsystems en 1995.

**JavaScript:** Es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos,[3] basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico.

**JRE:** El JRE (Java Runtime Environment) es una *máquina virtual de Java* y su función es hacer de intermediario entre una aplicación programada en Java y el sistema operativo que se esté usando.

**jQueryMobile:** Se trata de una librería Javascript que amplía jQuery para el desarrollo de aplicaciones WEB para dispositivos portátiles.

**HTML:** Hypertext Markup Language

**Mapa:** Representación en 2D de una parte de la tierra. Para esta representación utilizamos los sistemas de proyección.

**OpenLayers:** es una biblioteca de Javascript de código abierto bajo una derivación de la licencia BSD para mostrar mapas interactivos en los navegadores web.

**PDI:** Punto de Interés (POI, Point of interest)

**PopUp:** Se trata de una ventana emergente que aparece al activar algún evento.

**PostGIS:** Plugin para PostgreSQL que da soporte a los objetos geográficos.

**PostgreSQL:** es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional (ORDBMS) basado en el proyecto POSTGRES, de la universidad de Berkeley.

**Proyección cartográfica:** Transformaciones necesarias para representar la tierra en dos dimensiones

**Senderismo:** El senderismo es una actividad deportiva no competitiva que se realiza sobre caminos balizados y homologados por el organismo competente en cada país.

**SGBD:** Los sistemas de gestión de bases de datos (en 33 database management system, abreviado DBMS) son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan.

**Sistema de referencia geodésico:** Un sistema de referencia geodésico es un recurso matemático que permite asignar coordenadas a puntos sobre la superficie terrestre.

**SLD:** Styled layer Descriptor. Ficheros de estilos de Geoserver.

## Bibliografía

### Información relacionada con senderismo

Fuente de información y rutas de senderismo  
Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2011, de  
<http://www.rutasyviajes.net/documentos/tipossenderos.html>

Fuente de información y rutas de senderismo  
Obtenida el 30 de septiembre de 2011, de  
<http://www.misrutas.net/RutasDe.aspx?id=30&tipo=2>

### Definiciones

Cartografía y geodesia  
Fecha de consulta: septiembre/octubre de 2011, de  
[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)  
<http://www.manualvuelo.com/NAV/NAV72.html>  
<http://www.tesis.ufm.edu.gt/fisicc/2004/75145/Cap%C3%ADtulo%202.htm>

### Información general

Sistemas de información Geográfica y Geotelemática. (Primera ed., Antoni Pérez., Barcelona, 2009.)  
Sistemas de información Geográfica y Geotelemática (Muñoz Bolas, 2009).  
Geographic Information System (GIS): (Deuker, Kjerne, 1989)  
Principles of geographical information systems for land resources assessment (Burrough, 1986)  
Enunciado del proyecto (Toni Pérez Navarro (2011))

### Manual OpenLayers

Tutoriales openLayers  
Fecha de consulta: Noviembre/Diciembre de 2011, de  
<http://openlayers.bicimap.es/manualOpenLayers.html>  
<http://dev.openlayers.org/docs/files/OpenLayers/Map-js.html>  
<http://www.gisandchips.org/2010/05/04/openlayers-y-panoramio/>

### Manual PostGIS

Tutoriales PostGIS  
Fecha de consulta: Noviembre/Diciembre de 2011, de  
<http://es.wikipedia.org/wiki/PostGIS>

### PostgreSQL

Tutoriales PostgreSQL  
Fecha de consulta: Noviembre/Diciembre de 2011, de  
<http://www.lawebdelprogramador.com/cursos/mostrar.php?id=72>

### Geoserver

Tutoriales Geoserver  
Fecha de consulta: Noviembre/Diciembre de 2011, de  
[http://live.osgeo.org/es/overview/geoserver\\_overview.html](http://live.osgeo.org/es/overview/geoserver_overview.html)

### Quantum GIS

Tutoriales QGIS  
Fecha de consulta: Noviembre/Diciembre de 2011, de  
<http://www.qgis.org/>

## Anexo I. Análisis de riesgos y plan de contingencia

Se citan a continuación los riesgos e incidencias que se pueden generar a lo largo del proyecto, así como una solución propuesta a su aparición.

### **Incidencias y riesgos.**

Podría ocurrir que la estación de trabajo sufriera algún tipo de percance. Plan de contingencia:

- Se intentará conseguir otro PC rápidamente.
- Se efectuarán copias de seguridad diarias del trabajo realizado en un disco externo.
- En caso de averiarse el dispositivo móvil se comprará sin ninguna complicación porque los datos los consulta a través de internet.

Recuperación de horas de dedicación al TFC por pérdida de las mismas. Plan de contingencia

- En caso de pérdida de ritmo en la finalización del TFC se podrán solicitar días de vacaciones para cuidar el seguimiento del proyecto.

---

## Anexo II. Materiales

Para la realización del visor necesitaremos contar con el siguiente software y hardware. Tanto para la planificación el TFC como para el desarrollo del visor.

### Software

- MS.Office 2007: Word, Excel, PowerPoint...
- MS. Project 2007
- MS. Visio 2007
- Context (Editor de código fuente)
- Aptana Studio (IDE Programación)
- PostgreSQL + PostGIS (SGBD)
- OpenLayers (Biblioteca)
- jQuery Mobile (Biblioteca para trabajar con dispositivos móviles)
- QuantumGIS (SIG de escritorio)
- Geoserver
- Firefox + FireBug
- Apache WEB Server

### Hardware

- Punto estándar de trabajo de la UOC
- Tableta gráfica
- Samsung Galaxy ACE (para probar la aplicación) con GPS y conexión a internet.