

**Centro específico de educación a distancia de la
Comunidad Valenciana**



DESARROLLO DE UN VISOR CARTOGRÁFICO WEB

Desarrollo de Aplicaciones Web

JAVIER GARCIA GARCIA

Curso 2015-2016

Tutor individual: Pablo Vercet

Tutor colectivo: Pablo Vercet

Valencia, 25 de mayo de 2016

RESUMEN

Hoy en día cualquiera puede consultar un mapa en formato digital, la evolución de las nuevas tecnologías web ha hecho esto posible. Existen multitud de formatos de transmisión de cartografía web y la posibilidad de trabajar con estos en tiempo real.

Un visor cartográfico web, es una aplicación web con componentes geoespaciales. Consiste en un mapa de fondo y distintas herramientas para consultar o analizar cartografía de distintas fuentes de información. Esta aplicación nos permite explorar y analizar cualquier información con componente geográfico.

En los últimos años esta temática ha crecido enormemente, tanto a nivel tecnológico como político, puesto que cada vez los gobiernos apuestan más por este tipo de tecnología para la optimización de operaciones o recursos entre otras cosas. Casi todos los organismos públicos que trabajan con grandes cantidades de datos poseen un visor cartográfico web.

El objetivo de este proyecto es la realización de un visor cartográfico web (también conocido como Web Mapping o GeoPortal).

En este visor el usuario interactuará en tiempo real con un mapa. Podrá ver cualquier parte del mundo con diversos servicios de mapas, tanto cartográficos como imágenes satelitales. El usuario va a tener el poder de poder participar e interactuar en el mapa, cargando o consultando información externa, dibujando sobre este, consultando Google Street View o calculando rutas entre cualquier punto del mundo entre muchas otras cosas.

Este proyecto se encuentra bajo una licencia Creative Commons: CC-BY



Índice

Índice.....	i
Índice de figuras	1
Índice de tablas.....	3
Listado de Acrónimos.	4
1. Descripción	5
2. Estudio de viabilidad. Método DAFO	6
2.1 Estudio de mercado.....	6
2.1.2 Viabilidad del proyecto	7
2.1.2.1 Recursos de Hardware	7
2.1.2.2 Recursos de Software.....	7
2.1.2.3 Recursos humanos	8
2.1.3 Viabilidad temporal	8
3. Análisis de requisitos	10
3.1 Descripción de requisitos.....	10
3.2 Diagrama de casos de uso.....	11
4. Diseño.....	16
4.1 Orientación a objetos.....	16
4.1.1 Diagrama de clases.....	16
4.1.2 Diagramas de secuencias	17
4.1.3 Diagrama de actividad	19
4.2 Mapa web.....	20
5. Codificación	21
5.1 Documentación interna	21
5.2 Documentación externa. Manual de usuario.....	23
5.3 Funcionabilidad en distintos navegadores.	31

6. Implantación.....	33
6.1 Diagrama de despliegue	33
6.2 Descripción de la instalación	34
6.2.1 Despliegue en un hosting	34
6.2.2 Instalación de OSRM (Open Source Routing Machine)	35
7. Control de versiones.....	41
8. Conclusiones	42
8.1 Conclusiones sobre el trabajo realizado.....	42
8.2 Conclusiones personales.....	42
8.3 Posibles ampliaciones y mejoras.....	42
8.4 Problemas encontrados	43
9. Bibliografía	44

Índice de figuras

Figura 1.	Diagrama de casos de uso.....	12
Figura 2.	Diagrama de clases.....	16
Figura 3.	Diagrama de secuencia Interactuar con el mapa.....	17
Figura 4.	Diagrama de secuencia Calculo de rutas y Analisis	18
Figura 5.	Diagrama de actividad	19
Figura 6.	Mapa Web.....	20
Figura 7.	Directorio de archivos.....	21
Figura 8.	Aplicación VALENCIAMAPS.....	24
Figura 9.	Punto de interés turístico	24
Figura 10.	Gestor de capas.....	25
Figura 11.	Aplicación VALENCIAMAPS con Google Hybrid.	25
Figura 12.	Cargar WMS.....	26
Figura 13.	Capas WMS del IGN	26
Figura 14.	Mapa WMS IGN	26
Figura 15.	Barra de Herramientas.....	27
Figura 16.	Aplicación VALENCIAMAPS draw Vector	27
Figura 17.	Go to coordinates.....	28
Figura 18.	Información meteorológica	28
Figura 19.	Herramientas.....	29
Figura 20.	Opciones para el cálculo de rutas	29
Figura 21.	Ruta en VALENCIAMAPS	29
Figura 22.	Pestaña análisis	30
Figura 23.	Área de influencia sobre una ruta.....	30
Figura 24.	Aplicación VALENCIAMAPS en Internet Explorer.	31
Figura 25.	Aplicación VALENCIAMAPS en Google Chrome.....	32

Figura 26.	Aplicación VALENCIAMAPS en Firefox	32
Figura 27.	Validación de CSS.....	32
Figura 28.	Diagrama de despliegue	33
Figura 29.	Despliegue en un Hosting.....	34
Figura 30.	Actualización de Ubuntu.	35
Figura 31.	Instalación de librerías.	36
Figura 32.	Fichero de configuración STXXL	37
Figura 33.	Proceso de los tiempos de recorrido	38
Figura 34.	Upstream.....	39
Figura 35.	Servidor de cálculo de rutas	40
Figura 36.	Funcionamiento del servidor	40
Figura 37.	Bitbucket	41

Índice de tablas.

Tabla 1.	Estudio de mercado.....	6
Tabla 2.	Planificación	9
Tabla 3.	Caso de uso Consultar mapa.....	13
Tabla 4.	Caso de uso Busca dirección.....	13
Tabla 5.	Caso de uso Consultar Street View	14
Tabla 6.	Caso de uso Consultar información geográfica.....	14
Tabla 7.	Caso de uso Análisis geográficos.	15
Tabla 8.	Caso de uso Solicitar ruta entre dos lugares.	15
Tabla 9.	Descripción de ficheros.....	22

Listado de Acrónimos.

OGC: Open Geospatial Consortium.

RAM: Random Acces Memory.

SSD: Solid-State Drive.

UML: Unified Modeling Language.

WMS: Web Map Service.

PNG: Portable Network Graphics.

HTML: HyperText Markup Language.

CSS: Cascading Style Sheets.

OSRM: Open Source Routing Machine.

1. Descripción

Hoy en día cualquiera puede consultar un mapa en formato digital, la evolución de las nuevas tecnologías web ha hecho esto posible. Existen multitud de formatos de transmisión de cartografía web y la posibilidad de trabajar con estos en tiempo real. Tanto que a día de hoy está regulado por el OGC (Open Geospatial Consortium), un consorcio de empresas privadas y organismos públicos encargados de regular los estándares de los datos geoespaciales.

Un visor cartográfico web, es una aplicación web con componentes geoespaciales. Consiste en un mapa de fondo y distintas herramientas para consultar o analizar cartografía de distintas fuentes de información. Esta aplicación nos permite explorar y analizar cualquier información con componente geográfico.

En los últimos años esta temática ha crecido enormemente, tanto a nivel tecnológico como político, puesto que cada vez los gobiernos apuestan más por este tipo de tecnología para la optimización de operaciones o recursos entre otras cosas. Casi todos los organismos públicos que trabajan con grandes cantidades de datos poseen un visor cartográfico web.

El objetivo de este proyecto es la realización de un visor cartográfico web (también conocido como Web Mapping o GeoPortal).

En este visor el usuario interactuará en tiempo real con un mapa. Podrá ver cualquier parte del mundo con diversos servicios de mapas, tanto cartográficos como imágenes satelitales. El usuario va a tener el poder de poder participar e interactuar en el mapa, cargando o consultando información externa, dibujando sobre este, consultando Google Street View o calculando rutas entre cualquier punto del mundo entre muchas otras cosas.

2. Estudio de viabilidad. Método DAFO

2.1 Estudio de mercado

El presente estudio se ha basado por un lado en mi experiencia laboral en el campo de la cartografía, y por otro lado mediante la búsqueda de información en internet.

La base de la necesidad del producto desarrollado es la urgencia de desarrollo de visores cartográficos que hay actualmente. Esto principalmente es debido a dos motivos:

- El primero, la enorme evolución sufrida en el entorno web “la nube” acompañada de la evolución de la cartografía.
- El segundo, la normativa europea INSPIRE que entra en vigor a partir de 2017 y tiene como objetivo unificar los servicios online de cartografía a nivel europeo.

ANÁLISIS INTERNO	ANÁLISIS EXTERNO
Debilidades	Amenazas
Falta de experiencia.	Crisis económica mundial
Dificultad a la hora de la financiación	Dependencia de servicios de cartografía externos
Fortalezas	Oportunidades
Escalable.	Entrada en vigor de INSPIRE en el 2017
Uso sencillo e intuitivo.	Aumento de la necesidad de optimizar la gestión de recursos cartográficos.
Accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet.	Alta demanda de tareas de cartografía en otros países por la escasez de profesionales en este sector
Gran aplicabilidad a muchos campos.	Mejoras en los últimos años en cuanto a acceso a internet.

Tabla 1. Estudio de mercado

2.1.2 Viabilidad del proyecto

2.1.2.1 Recursos de Hardware

Para realizar este proyecto se ha utilizado un ordenador portátil Asus A55V. Sus características son las siguientes:

- Procesador de cuatro núcleos Intel Core i7-3610-WM
- Tarjeta gráfica NVIDIA Geforce 610m 2GB de Ram
- Memoria Ram 8Gb DDR3
- Disco duro 500Gb SSD Samsung.

También se ha utilizado otros ordenadores o tablets para comprobar la aplicación a distintas resoluciones de pantalla.

Por otro lado se ha utilizado como servicio de hardware un hosting para el despliegue de la web, se desconocen las características de hardware usadas por este hosting.

2.1.2.2 Recursos de Software

Como sistemas operativos se ha utilizado principalmente Windows 10 Home, y secundariamente UBUNTU 14-04 64bits montado en una máquina virtual en Virtual Box.

Para programar se ha usado Notepad++, y en ocasiones Bluefish.

Para el tratamiento de imágenes se ha utilizado GIMP y Paint y para la creación del logo se ha utilizado AAA logo.

Como navegadores web principalmente se ha usado Google Chrome y en ocasiones Mozilla Firefox.

Y como herramientas de ofimática para la redacción de la memoria y su posterior presentación se ha utilizado el paquete de Microsoft Office.

Para gestionar y subir el trabajo al repositorio Git de Bitbucket se ha utilizado el software Tortoise.

Para la realización de los gráficos UML se ha utilizado ArgoUML.

Para desplegar la funcionalidad del cálculo de rutas se ha utilizado el servidor web Nginx.

2.1.2.3 Recursos humanos

Los recursos humanos utilizados constan de las siguientes partes:

- El programador, que en este caso soy yo la persona encargada de la fase de diseño y desarrollo.
- Pablo Vercet, que ha ejercido como tutor del proyecto coordinando supervisando y aportando ayuda cuando el programador lo ha requerido.
- También se ha contado con la ayuda que distintos conocidos y gente tanto familiarizada como no familiarizada con el campo de estudio para ejercer de testing de la herramienta, aportando ideas, mejoras o fallos haciendo que la herramienta sea lo más cómoda e intuitiva posible.

2.1.3 Viabilidad temporal

La viabilidad temporal de este proyecto se ha ceñido a los plazos de realización establecidos por el centro de estudio. Se comenzó a principios de marzo, y tiene como fecha límite de entrega el 26 de mayo.

El presente proyecto tiene una alta escalabilidad, en cualquier momento se pueden modificar o añadir funciones sin necesidad de rehacer toda la aplicación, por ello podemos afirmar que tiene un ciclo de vida largo.

Se estableció una planificación temporal, la cual se ha cumplido.

Fechas	Fase
23/02 – 04/03	Planificación del proyecto.
05/03 – 07/03	Búsqueda y creación del hosting adecuado
08/03 – 27/03	Diseño de interfaces gráficas.
28/03 – 24/04	Desarrollo de la parte cliente.
25/04 – 04/05	Despliegue configuración y desarrollo de la parte servidor.
06/05 – 12/05	Testeo, mejora y arreglo de bugs.
13/05 – 25/05	Redacción de la documentación.

Tabla 2. Planificación

3. Análisis de requisitos

3.1 Descripción de requisitos.

La funcionalidad principal de esta aplicación es que el usuario acceda en tiempo real a un mapa, y pueda interactuar con este en tiempo real.

El usuario puede cambiar la cartografía del mapa, puede añadir servicios externos de cartografía. Trabajar con toda esta cartografía. El usuario puede visualizar cualquier parte del mundo, y puede calcular la ruta entre distintos puntos, obteniendo un análisis detallado de la ruta. El usuario también podrá utilizar distintas herramientas de análisis geográfico.

Esta aplicación web gira entorno a su parte gráfica. El usuario interactúa a través de un mapa en tiempo real con información cartográfica.

Por ello esta aplicación requiere especial cuidado en que todo se haga en tiempo real, sin mostrar paradas o esperas al usuario, en ningún momento se puede refrescar la página mientras el usuario haga uso de ella.

Por esta razón en la programación se ha trabajado mucho con técnicas Ajax y con escuchadores de eventos.

Por otra parte el contenido visual ha de ser claro e intuitivo, de lo contrario el usuario enseguida se perdería. Esta aplicación consta de una única página en la cual el usuario estará en todo momento interactuando, por esta razón requiere especial cuidado la parte visual. Para lograr este objetivo se ha hecho mucho uso de desplegables, paneles “acordeones”, pestañas o ventanas emergentes.

Este proyecto también cuenta de una parte servidor, la cual recibe una petición del usuario y a partir de esta el servidor calcula la ruta y devuelve esta información al usuario.

3.2 Diagrama de casos de uso.

En el presente proyecto se presentan tres claros actores:

- Usuario: Es la persona que va a utilizar la aplicación y va a trabajar con esta en tiempo real.
- Servidor de cálculo de rutas: Este actor está formado por un servidor instalado en Ubuntu que recibirá del usuario peticiones para el cálculo de rutas, este calculará la ruta y se la devolverá al usuario.
- Servidores externos de cartografía: Este actor está formado por distintos servidores en todo el mundo que ofrecen cartografía online en formato PNG a través de los servicios WMS (Web Map Service). Este actor lo podemos observar tanto mostrando la cartografía base del visor web como a la hora de permitir al usuario añadir cualquier servicio WMS

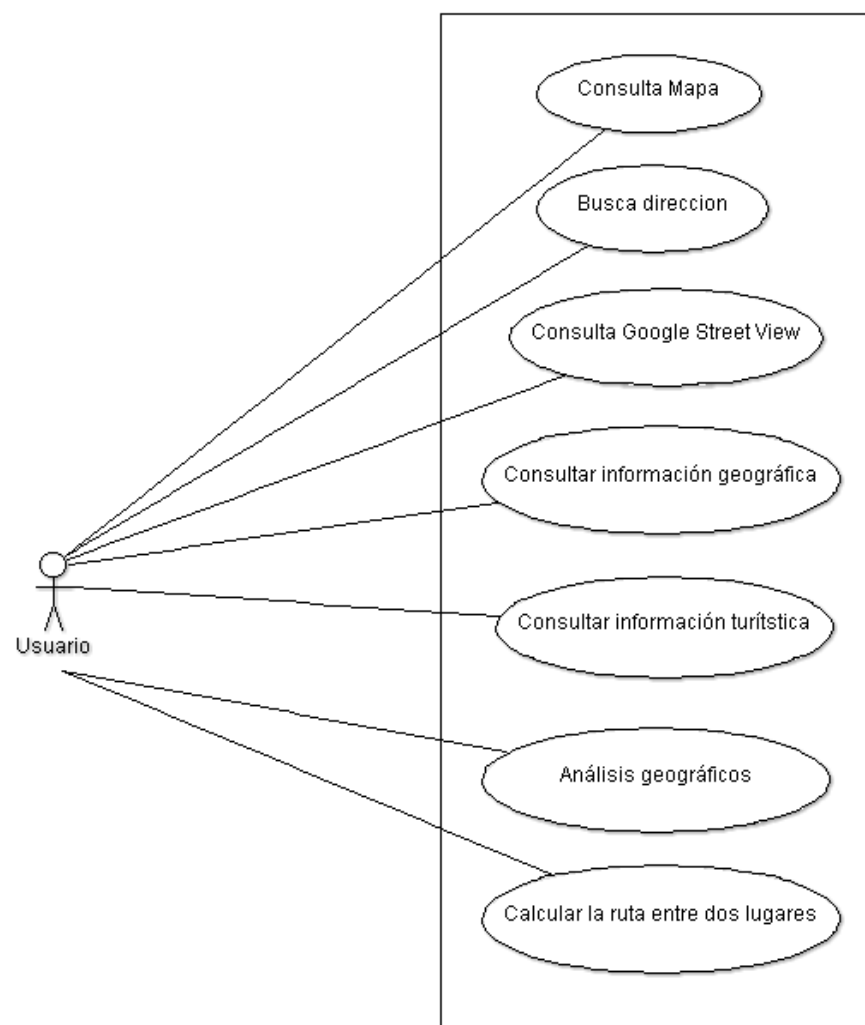


Figura 1. Diagrama de casos de uso.

Nombre	Consulta mapa
Fecha	14-05-2016
Autor	Javier Garcia Garcia
Descripción	El usuario quiere ver un mapa
Actor	Usuario
Precondición	Seleccionar el mapa que se desea ver
Flujo normal	<ul style="list-style-type: none"> - Usuario selecciona mapa que quiere ver - Se envía solicitud al servidor externo de mapas
Postcondición	El servidor muestra el mapa al usuario
Excepciones	El servidor este fuera de servicio

Tabla 3. Caso de uso Consultar mapa.

Nombre	Busca dirección
Fecha	14-05-2016
Autor	Javier Garcia Garcia
Descripción	El usuario solicita buscar una dirección
Actor	Usuario
Precondición	Que el usuario introduzca la dirección a buscar
Flujo normal	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario introduce la dirección a buscar - Se envía petición al servidor Geocode de Google Maps
Postcondición	El servidor muestra la posición de la dirección buscada por el usuario
Excepciones	Que la dirección no exista o que el servidor de Google Maps este fuera de servicio

Tabla 4. Caso de uso Busca dirección.

Nombre	Consultar Google Street View
Fecha	14-05-2016
Autor	Javier Garcia Garcia
Descripción	El usuario solicita ver Google Street View sobre un punto en concreto
Actor	Usuario
Precondición	Que el usuario seleccione el lugar

Flujo normal	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario arrastra el icono de streetview sobre el mapa. - Se envía petición al servidor de Google Maps. - Se abre una ventana emergente con el servicio street view sobre la posición seleccionada por el usuario
Postcondición	El servidor muestra Google Street View posición sobre la posición marcada por el usuario
Excepciones	Que la dirección no exista o que el servidor de Google Maps este fuera de servicio

Tabla 5. Caso de uso Consultar Street View

Nombre	Consultar información geográfica
Fecha	14-05-2016
Autor	Javier Garcia Garcia
Descripción	El usuario carga servicios de mapas online WMS
Actor	Usuario
Precondición	El usuario introduce la URL del servicio
Flujo normal	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario introduce la URL del servicio WMS. - El servidor devuelve una lista de capas disponibles dentro de ese servicio. - El usuario selecciona las que quiere y las carga sobre el mapa.
Postcondición	El servidor muestra los servicios WMS
Excepciones	Que la dirección no exista o que el servidor este fuera de servicio

Tabla 6. Caso de uso Consultar información geográfica.

Nombre	Análisis geográficos
Fecha	14-05-2016
Autor	Javier Garcia Garcia
Descripción	El usuario realiza un análisis sobre alguna capa de información
Actor	Usuario
Precondición	Que haya las capas necesarias para realizar el análisis
Flujo normal	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario selecciona la herramienta a utilizar e inserta

	<p>las capas necesarias así como los parámetros requeridos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se muestra el resultado al usuario en el mapa.
Postcondición	-
Excepciones	Que el usuario haya introducido las capas correctas

Tabla 7. Caso de uso Análisis geográficos.

Nombre	Solicitar la ruta entre dos lugares
Fecha	14-05-2016
Autor	Javier Garcia Garcia
Descripción	El usuario solicita la ruta entre dos puntos seleccionados por él.
Actor	Usuario
Precondición	Que el usuario haya seleccionado el origen y destino de la ruta
Flujo normal	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario selecciona el origen y destino. - Pulsa el botón de calcular ruta y se envía la petición al servidor del cálculo de rutas
Postcondición	<ul style="list-style-type: none"> - El servidor devuelve la ruta dibujándola en el mapa y mostrando indicaciones y distancias.
Excepciones	Que la dirección no exista o que el servidor este fuera de servicio

Tabla 8. Caso de uso Solicitar ruta entre dos lugares.

4. Diseño

4.1 Orientación a objetos

4.1.1 Diagrama de clases

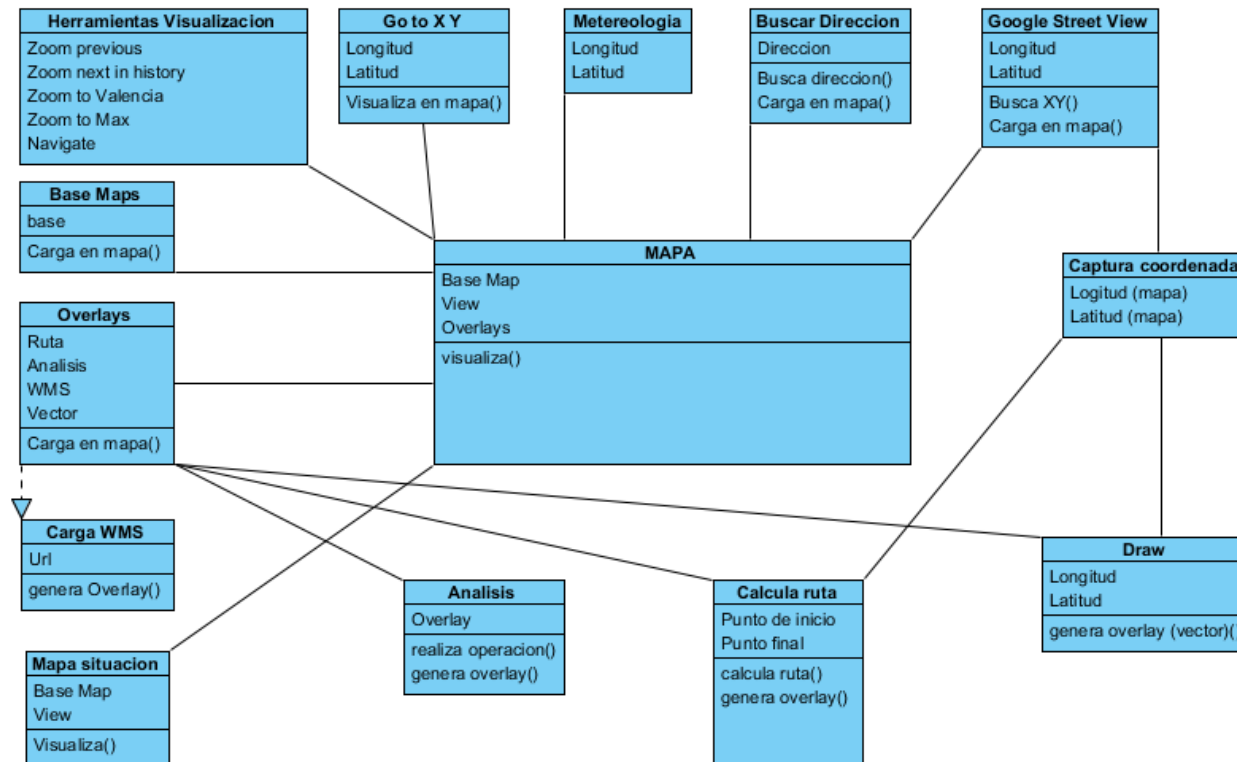


Figura 2. Diagrama de clases

4.1.2 Diagramas de secuencias

sd Diagrama_secuencia_Interactuar_mapa

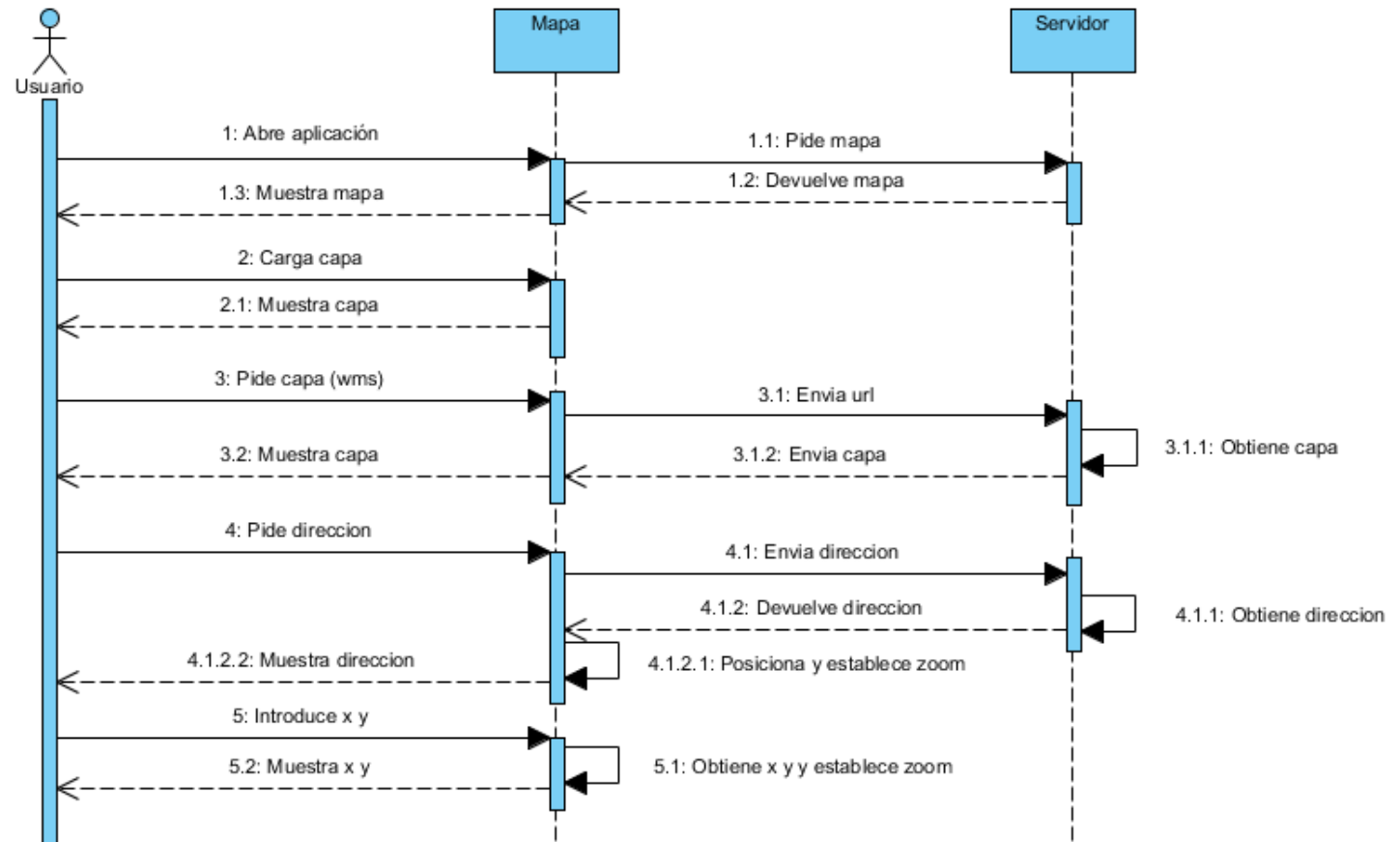


Figura 3. Diagrama de secuencia Interactuar con el mapa.

sd Diagrama_secuencia_rutas_analisis

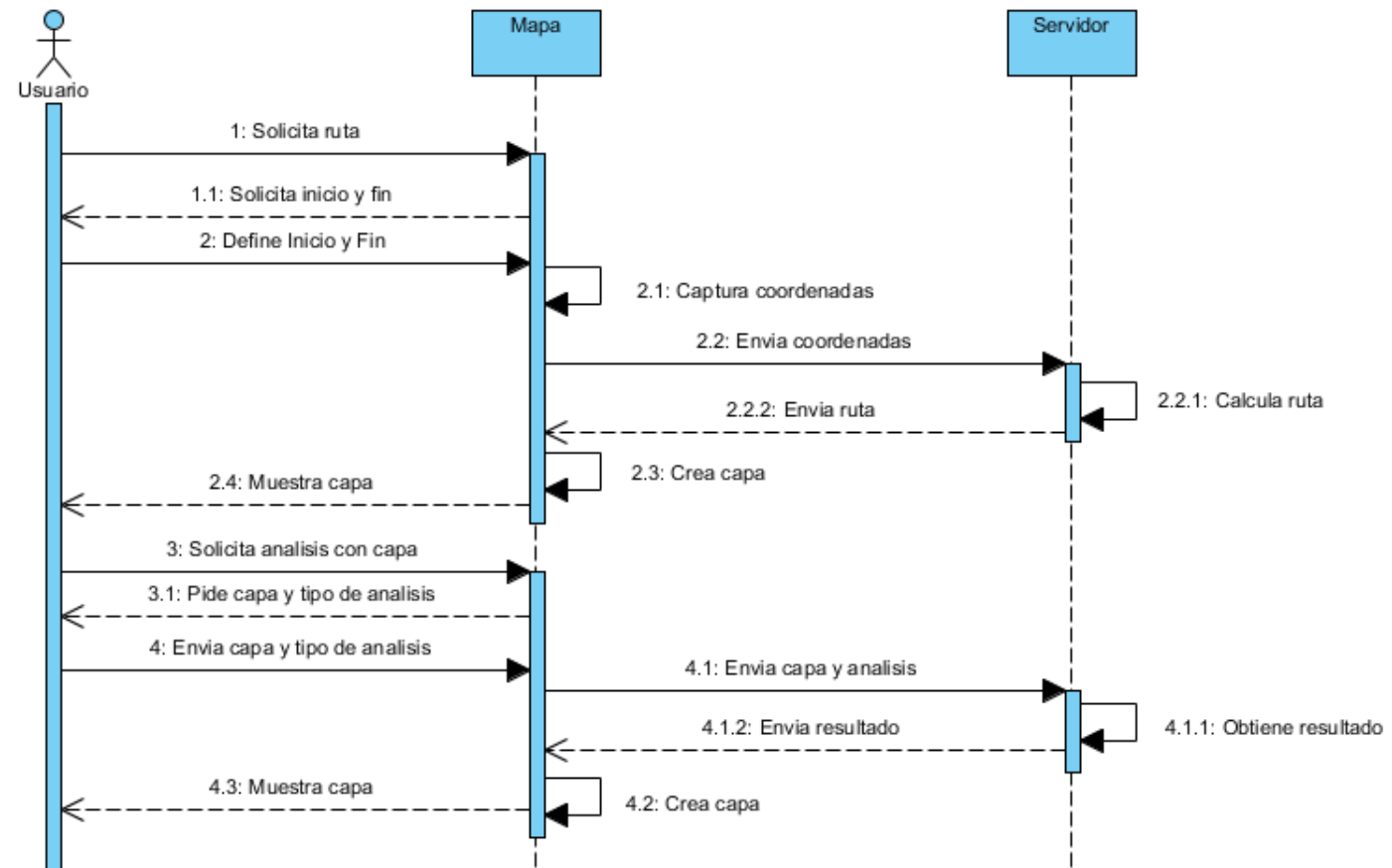


Figura 4. Diagrama de secuencia Calculo de rutas y Analisis

4.1.3 Diagrama de actividad

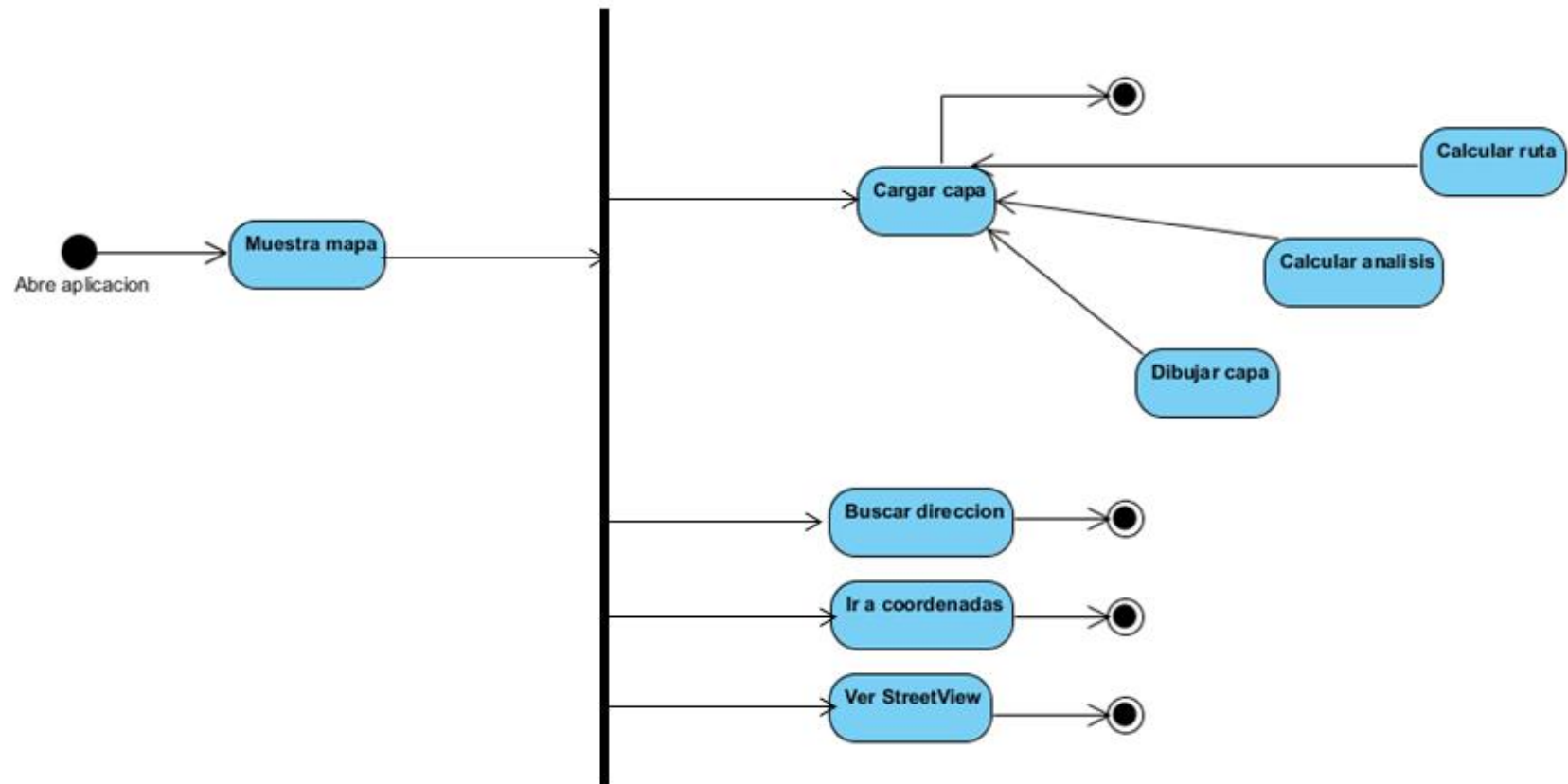


Figura 5. Diagrama de actividad

4.2 Mapa web

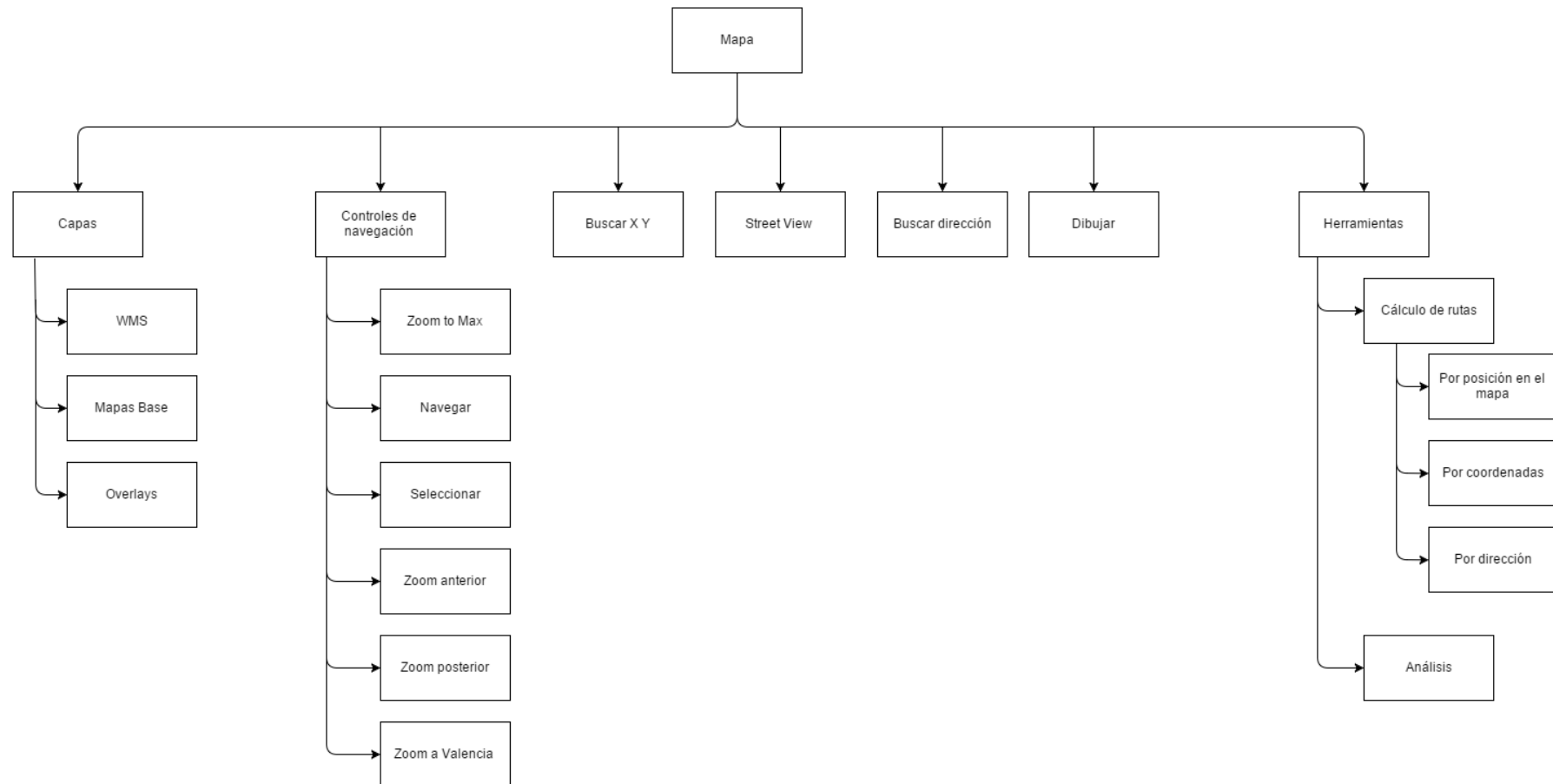


Figura 6. Mapa Web

5. Codificación


5.1 Documentación interna


La documentación interna sigue el modelo de una página web tradicional, respetando el Modelo Vista Controlador.

Tenemos los ficheros html y javascript que muestran y controlan la aplicación en la raíz del proyecto. Seguidamente tenemos una carpeta para guardar los ficheros de estilos, otra carpeta para guardar las imágenes, iconos y cursores, otra carpeta para guardar las librerías necesarias para la aplicación y una última carpeta de proceso en la que se guardan versiones anteriores.

Javier Garcia Garcia / ValenciaMaps

Fuente


master



ValenciaMaps /

css

img

lib

proceso












 README.md	543 B	2 days ago	README.md edited online with Bitbucket
 acercade.html	1.5 KB	yesterday	Proyecto
 clima.php	9.2 KB	5 minutes ago	Proyecto
 eltiempo.html	518 B	5 minutes ago	Proyecto
 funciones.js	24.9 KB	yesterday	Proyecto
 index.html	1.2 KB	yesterday	Proyecto
 index.js	104.6 KB	yesterday	Proyecto
 streetview.html	555 B	5 days ago	Cambio MVC
 streetview.js	1.6 KB	5 days ago	Cambio MVC
 wms.html	940 B	4 days ago	Proyecto
 wms.js	4.5 KB	4 days ago	Proyecto

Figura 7. Directorio de archivos

A continuación se muestra la descripción de cada fichero.

Fichero	Autor	Fecha	Función
Index.html	Javier Garcia	04/03/2016	Fichero de inicio de la aplicación, contiene el HTML principal y los enlaces a librerías y ficheros javascript
Index.js	Javier Garcia	04/03/2016	Fichero controlador principal de la aplicación.
estilos.css	Javier Garcia	08/03/2016	Fichero de estilos CSS
Funciones.js	Javier Garcia	13/03/2016	Fichero con funciones javascript que apoyan a Index.js
Wms.html	Javier Garcia	04/04/2016	Fichero modelo de la carga de wms
Wms.js	Javier Garcia	04/04/2016	Fichero controlador con las funciones para cargar WMS
Streetview.html	Javier Garcia	16/04/2016	Fichero modelo de la visualización de GoogleStreetView
Streetview.js	Javier Garcia	16/04/2016	Fichero controlador de la visualización de GoogleStreetView
Clima.php	Javier Garcia	18/04/2016	PHP para solicitar y trabajar con la información proveniente del servidor de climatología.
eltiempo.html	Javier Garcia	18/04/2016	Fichero para mostrar la información de climatología obtenida del servidor.
acercade.html	Javier Garcia	20/05/2016	Fichero para mostrar la información sobre la aplicación.

Tabla 9. Descripción de ficheros.

Algunas funciones están asociadas a manejadores de eventos y manejan componentes de estos, por ello no tienen nombre al llamarse directamente desde el evento. A continuación se muestra la descripción de las funciones principales:

Función	Autor	Fecha	Función
codeAddress(direction, map)	Javier Garci a	28/03/2016	Función que devuelve la posición de la dirección pasada como parámetro.
buscaposicion(lon, lat, map)	Javier Garci a	02/04/2016	Función que muestra en el mapa la posición pasada como parámetro
calcoloruta(map, ruta, latorigen, lonorigen, latdestino, londestino, indicacionestore)	Javier Garci a	18/04/2016	Función para el cálculo de ruta entre dos puntos.
traducir(indicaciones)	Javier Garci a	20/04/2016	Función para traducir las indicaciones a español.
combocapas(map, geometria)	Javier Garci a	23/04/2016	Función para desplegar el listado de capas.
serialize(vectors)	Javier Garci a	26/04/2016	Función para convertir una capa en formato GeoJSON.
deserialize(map, element,vectors)	Javier Garci a	26/04/2016	Función para convertir un GeoJSON en una capa.
acercade()	Javier Garci a	17/05/2016	Función que abre una ventana con la información de la aplicación.

5.2 Documentación externa. Manual de usuario

El presente proyecto, como ya se dijo anteriormente, trata sobre el desarrollo y el despliegue de un visor cartográfico cuya función principal es el cálculo y la visualización de rutas óptimas. Además, nos permitirá realizar diversas operaciones de análisis sobre estas rutas como por ejemplo el cálculo del área de influencia. Veamos, pues, como utilizar las principales funcionalidades de la aplicación desarrollada.

Al iniciar la aplicación, aparece el mapa por defecto junto con la barra de navegación y la gestión de diferentes capas y mapas base, tal y como podemos ver en la siguiente imagen.

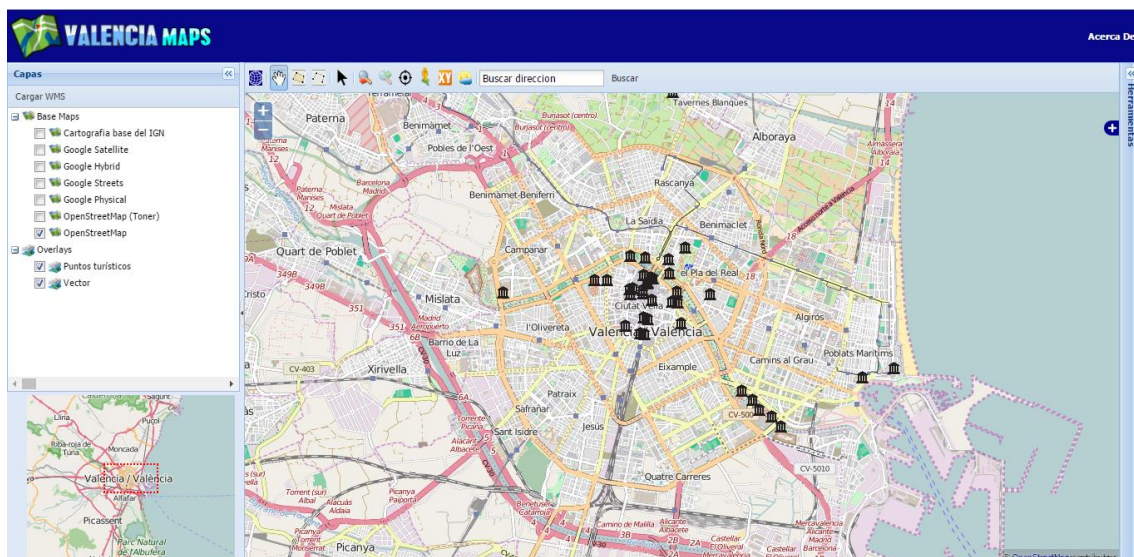


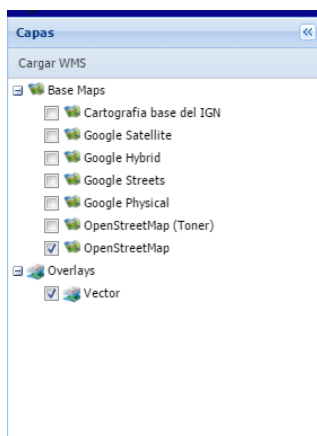
Figura 8. Aplicación VALENCIAMAPS

Como podemos observar, también aparecen una serie de puntos que se corresponden con los principales puntos turísticos de la ciudad de Valencia. Pinchando sobre ellos, obtendremos una breve descripción junto con una imagen.



Figura 9. Punto de interés turístico

En primer lugar, nos centraremos en el panel izquierdo (pestaña capas). Esta pestaña, nos permite gestionar que tipo de información queremos que sea representada.



Tal y como podemos observar en la imagen, existen dos subapartados, “Base Maps” y “Overlays”, además tendremos la posibilidad de representar cartografía de distintos organismos mediante el estándar WMS, esta funcionalidad nos la aporta el botón “Cargar WMS”.

Figura 10. Gestor de capas

Los Base Maps nos permiten definir que mapa queremos visualizar como mapa base, distinguiendo entre cartografía de distintos servidores como Google, OpenStreetMap o el Instituto Geográfico Nacional. Pinchando sobre los checkbox asignados a cada mapa visualizaremos aquel que nos interese.

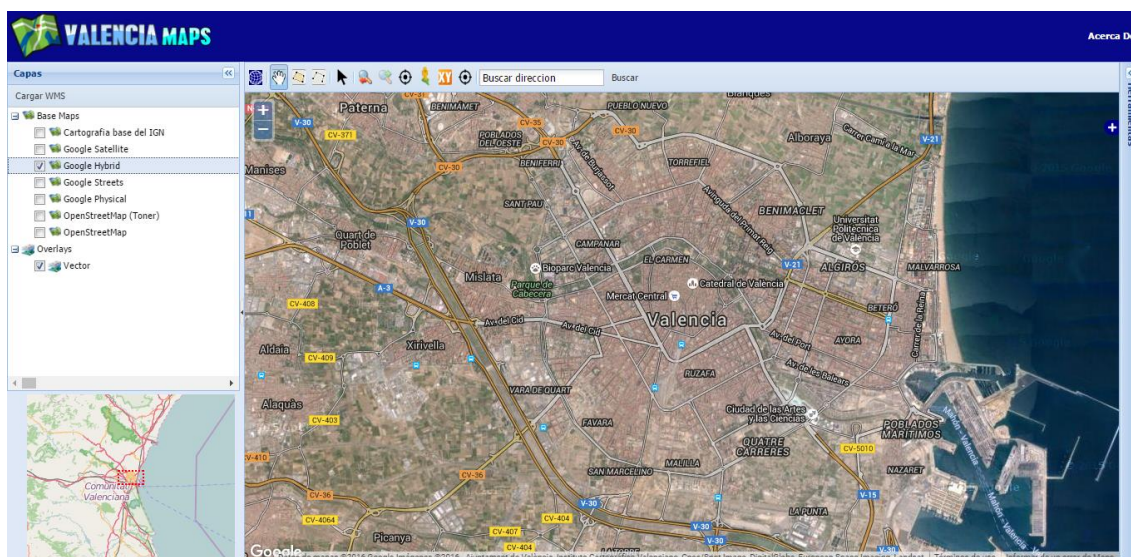


Figura 11. Aplicación VALENCIAMAPS con Google Hybrid.

De la misma forma actúa el subapartado Overlays, el cual nos permitirá visualizar las capas que generemos bien sea dibujando sobre el mapa, calculando rutas o realizando análisis espaciales, los cuales veremos posteriormente.

Por último, veamos cómo utilizar el botón “Cargar WMS”. El servicio WMS (Web Map Service) es un estándar definido por el OGC (Open Geospatial Consortium) que nos permite consultar cartografía de distintos organismos. Pinchando sobre el botón “Cargar WMS” nos aparecerá un panel donde debemos introducir la url del servidor donde se encuentra alojada dicha cartografía.



Figura 12. Cargar WMS

Por defecto, aparece el servicio de mapas del Instituto Geográfico Nacional pero podemos consultar cualquier servicio. Pinchando sobre el botón consultar, aparecerá toda la información que contiene dicho servidor.

Seleccionaremos la información que deseamos y pincharemos sobre “Cargar las capas seleccionadas sobre el mapa”, lo cual nos generara un nuevo Base Map con dicha información.

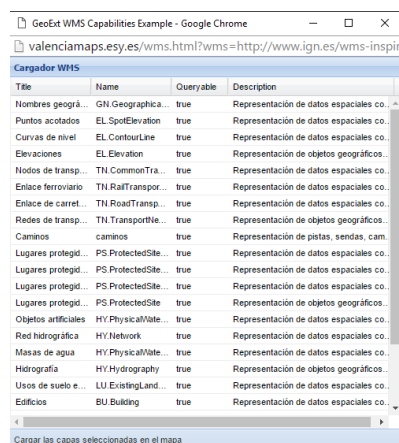


Figura 13. Capas WMS del IGN

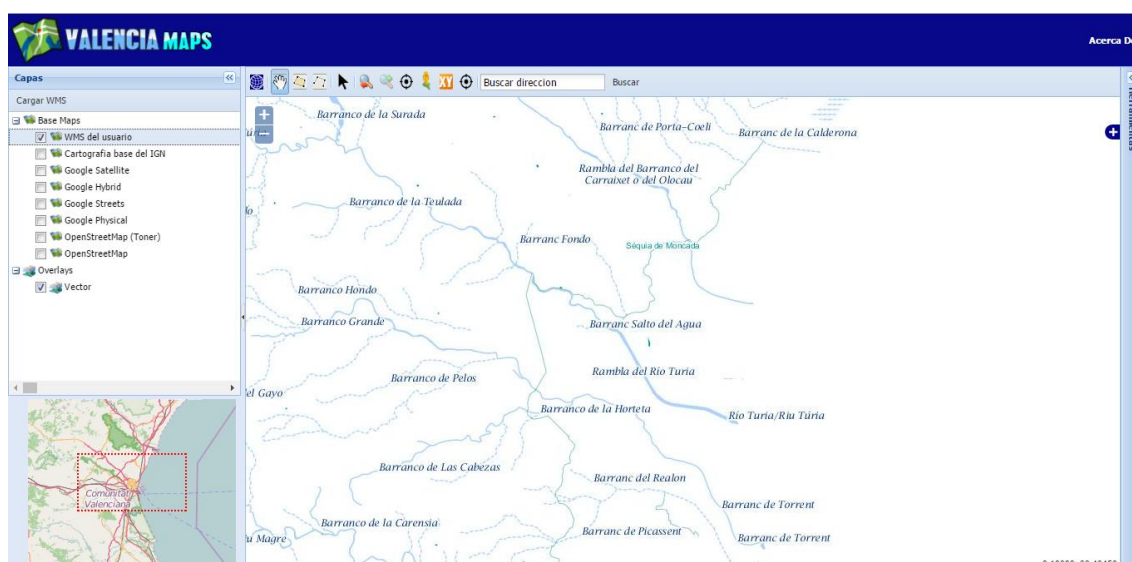


Figura 14. Mapa WMS IGN

A continuación pasaremos a analizar la barra de navegación. Tal y como podemos observar en la imagen, existen numerosos iconos que nos permiten realizar distintas funcionalidades.



Figura 15. Barra de Herramientas

Comenzando por la parte izquierda, el primero de los botones nos permite hacer Zoom a la máxima extensión, es decir, veríamos un mapa mundi completo. El siguiente botón nos permite mover el mapa.

A continuación, nos encontramos con dos botones que nos permiten dibujar capas lineales o poligonales. Estas capas se almacenaran en el apartado “Overlays”, ya descrito anteriormente, con el nombre “Vector”.

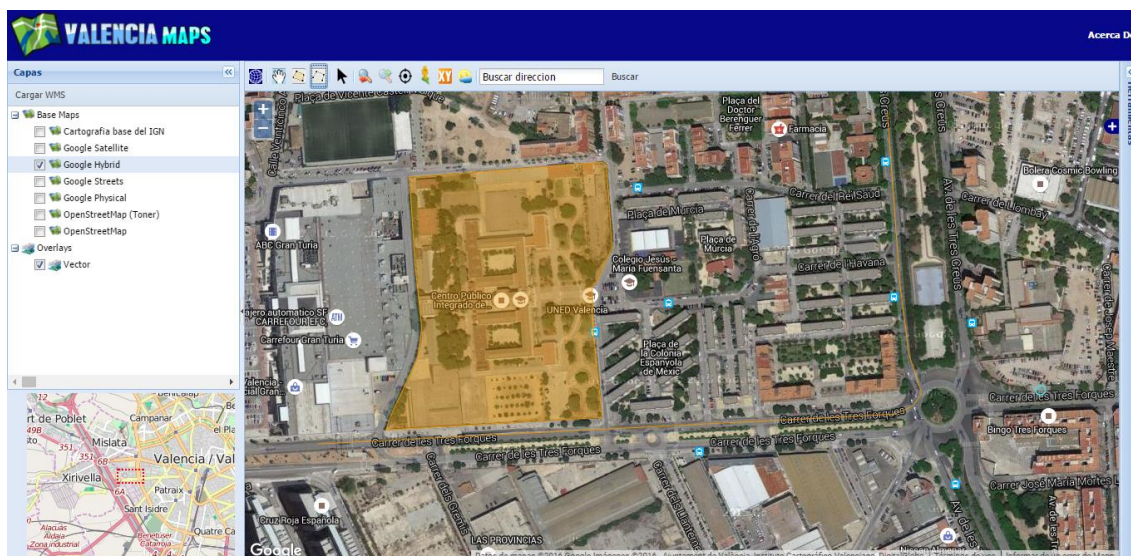


Figura 16. Aplicación VALENCIAMAPS draw Vector

Siguiendo con la barra de navegación, nos encontramos los siguientes botones que nos permiten seleccionar una capa, ir al zoom anterior e ir al zoom posterior (según el historial de navegación) o realizar un zoom a la ciudad de Valencia.

A continuación, nos encontramos con el botón de Google Street View. Pinchando sobre este botón y a continuación sobre un punto en el mapa podremos ver en una ventana emergente Google Street View. Seguidamente aparece el botón para dirigirnos a unas coordenadas determinadas. Simplemente deberemos introducirlas y la aplicación nos llevara a ellas. De la misma manera ocurre con la función “Buscar Dirección”, donde introduciremos una dirección y la aplicación nos llevará a ella.

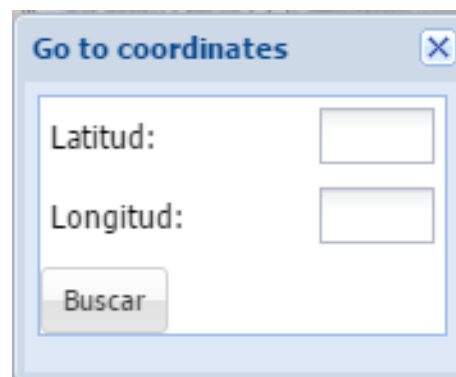
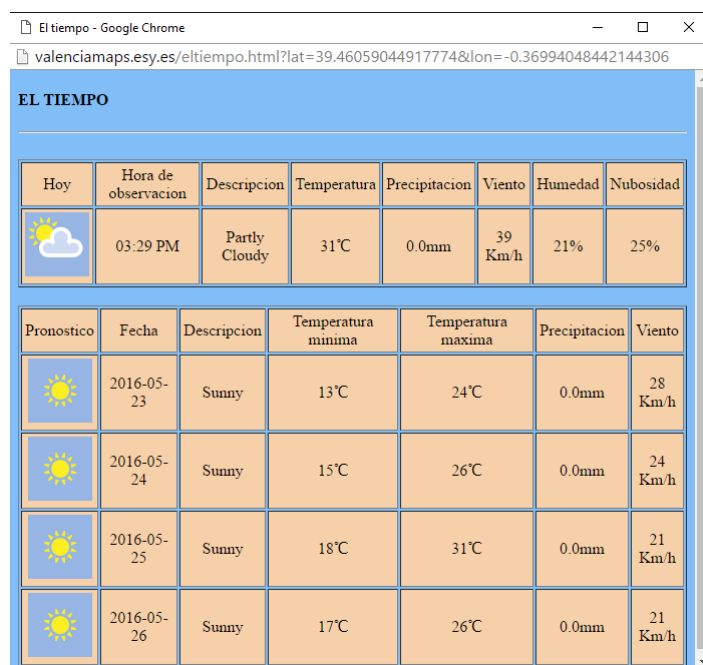



Figura 17. Go to coordinates

Por último, dentro de la barra de herramientas nos encontramos con un botón que nos permite ver la información meteorológica. Pinchando sobre él, aparecerá una ventana emergente con la información deseada.



Hoy	Hora de observacion	Descripcion	Temperatura	Precipitacion	Viento	Humedad	Nubosidad
	03:29 PM	Partly Cloudy	31°C	0.0mm	39 Km/h	21%	25%





Pronostico	Fecha	Descripcion	Temperatura minima	Temperatura maxima	Precipitacion	Viento
	2016-05-23	Sunny	13°C	24°C	0.0mm	28 Km/h
	2016-05-24	Sunny	15°C	26°C	0.0mm	24 Km/h
	2016-05-25	Sunny	18°C	31°C	0.0mm	21 Km/h
	2016-05-26	Sunny	17°C	26°C	0.0mm	21 Km/h

Figura 18. Información meteorológica

Pasaremos a analizar la pestaña “Herramientas”. Si la desplegamos podremos observar dos pestañas más, las cuales aportan una mayor funcionalidad al visor cartográfico: “Calculo de Rutas” y “Análisis”.

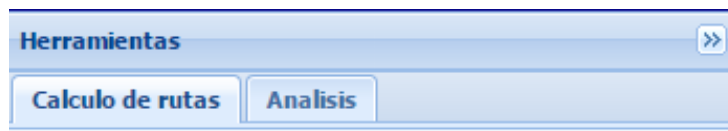


Figura 19. Herramientas

Para realizar el cálculo de rutas, debemos especificar los puntos origen y destino. Existen tres modos para realizar dicha acción: “Por dirección”, “Por coordenadas” o “Por posición en el mapa”.

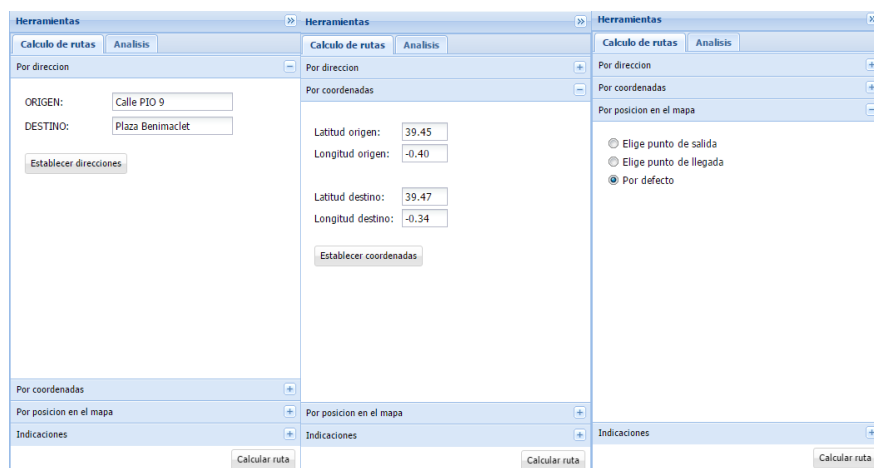


Figura 20. Opciones para el cálculo de rutas

Una vez especificados estos puntos, la aplicación calculara la ruta más óptima, la dibujara en el mapa (creando una capa Overlay) y nos mostrara las indicaciones.

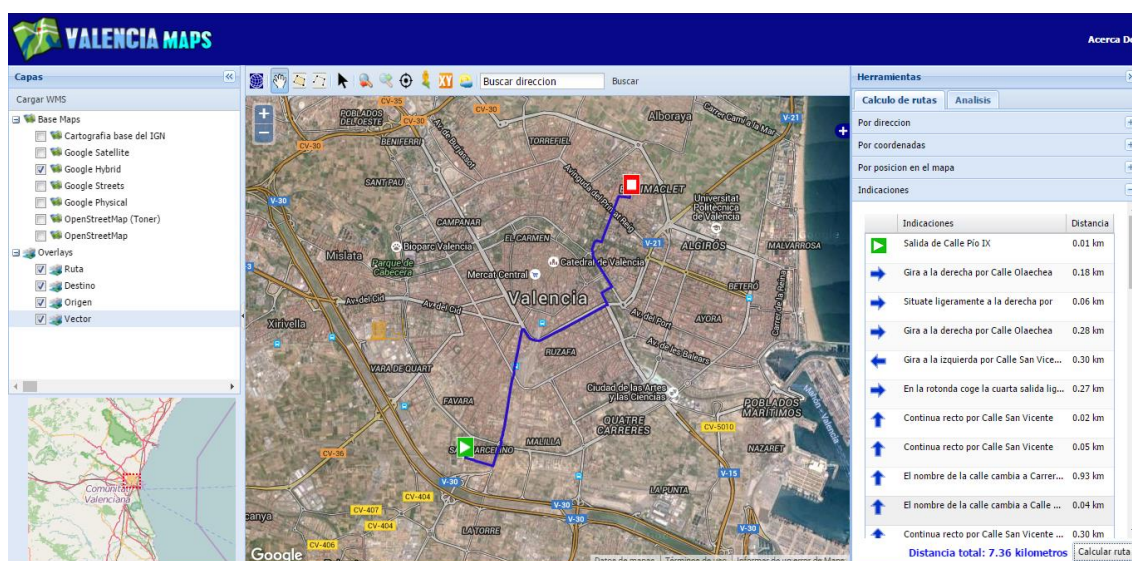
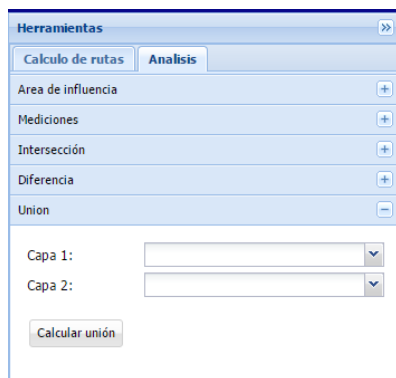


Figura 21. Ruta en VALENCIAMAPS



Por último, veamos la pestaña análisis. En esta pestaña podremos realizar diferentes operaciones de análisis sobre las capas generadas. Dispondremos de: “Área de influencia”, “Mediciones”, “Intersección”, “Diferencia” y “Unión”.

Figura 22. Pestaña análisis

Simplemente, seleccionaremos la capa a la que queremos realizar el análisis y este nos mostrará en el mapa la operación deseada.

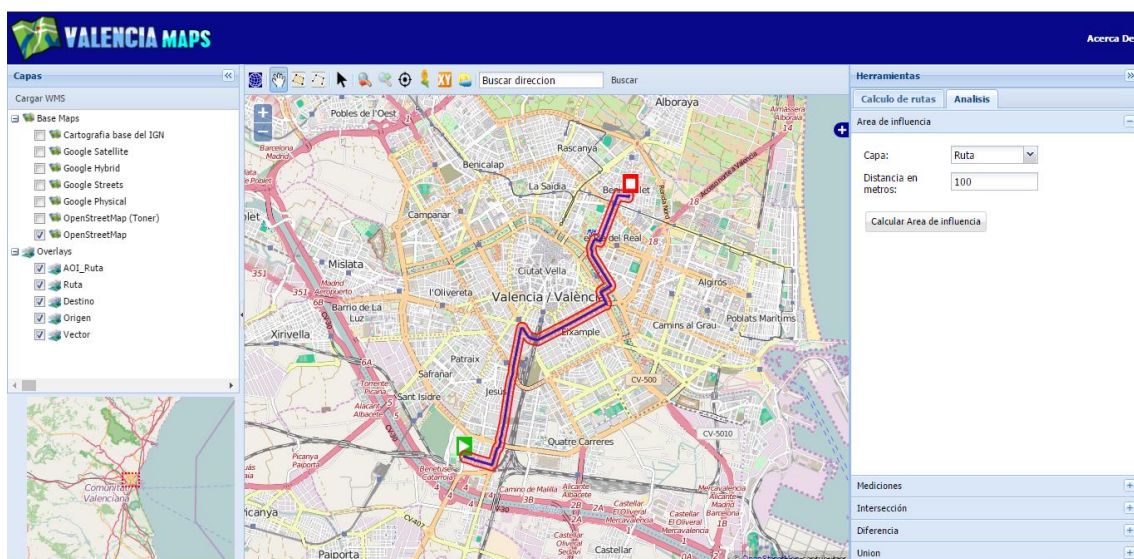


Figura 23. Área de influencia sobre una ruta.

5.3 Funcionabilidad en distintos navegadores.

Para programar la presente aplicación se ha utilizado el navegador Google Chrome, y se ha ido comprobando la compatibilidad con el navegador Mozilla Firefox.

Al estar casi toda la parte gráfica controlada por la librería ExtJS o GeoExt junto con CSS, no ha habido prácticamente ningún problema de compatibilidad.

Una vez finalizada la aplicación, se ha comprobado también con Internet Explorer. El resultado es el siguiente:

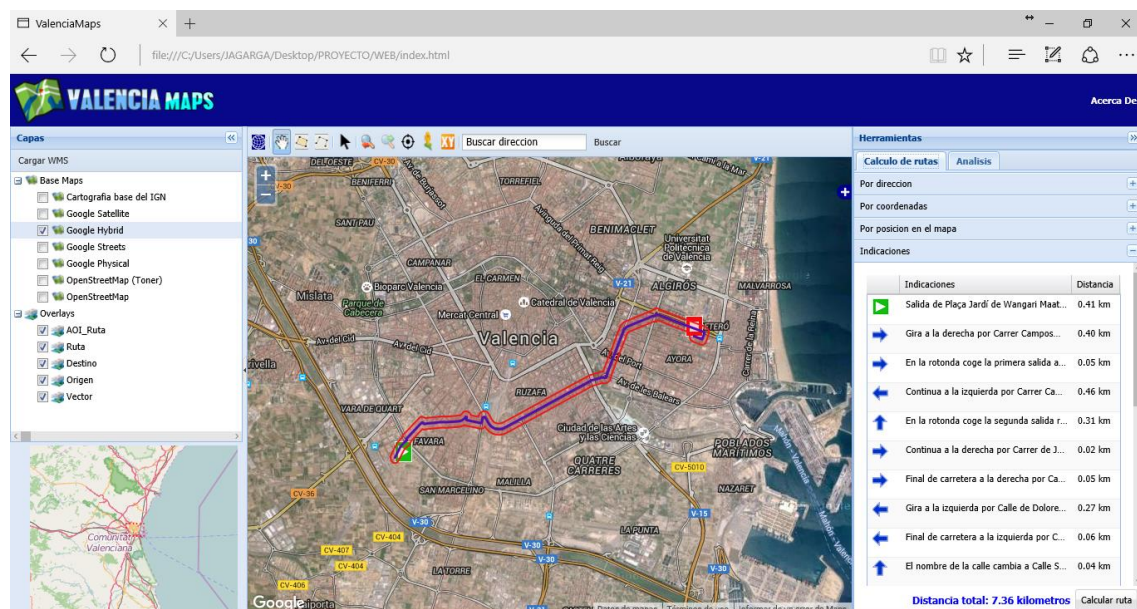


Figura 24. Aplicación VALENCIAMAPS en Internet Explorer.

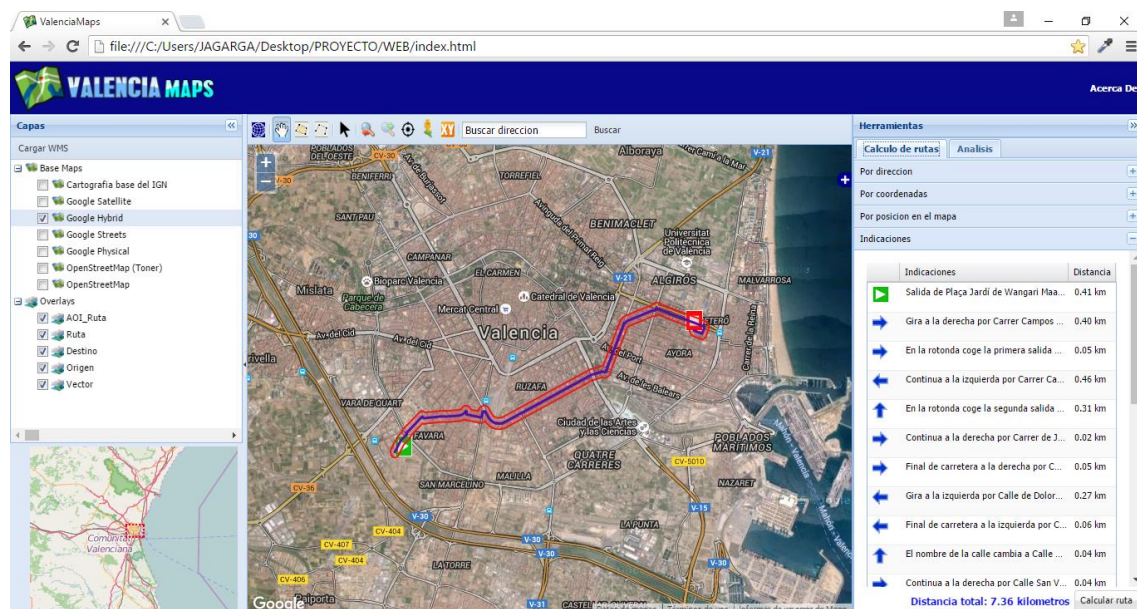


Figura 25. Aplicación VALENCIAMAPS en Google Chrome.

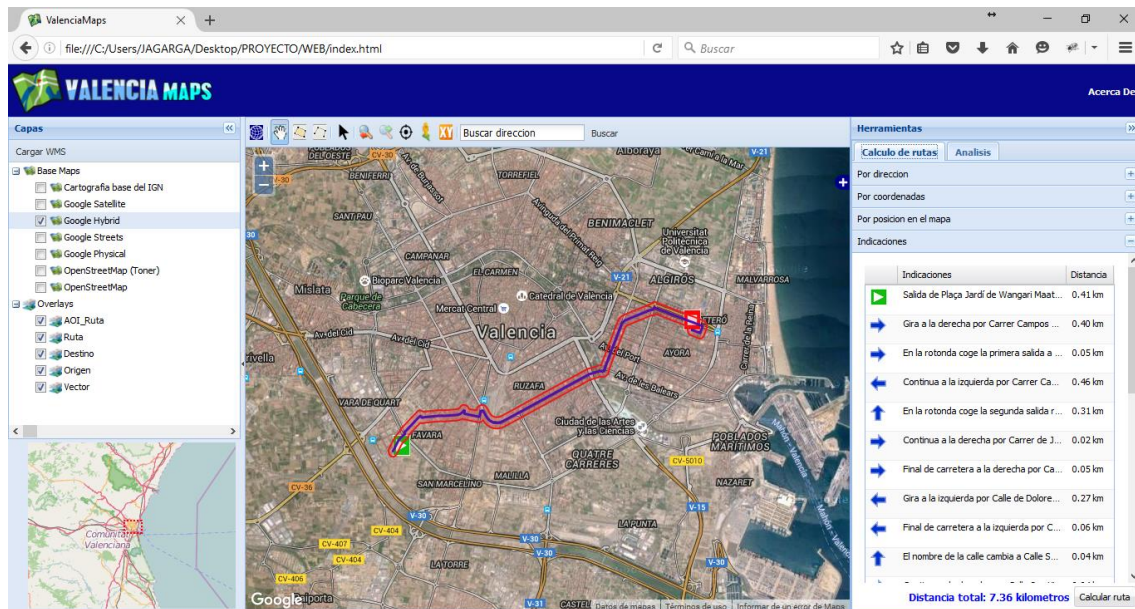


Figura 26. Aplicación VALENCIAMAPS en Firefox

También se ha validado el CSS de la página web en la siguiente web:

<http://jigsaw.w3.org/css-validator/>

El resultado ha sido satisfactorio:



Figura 27. Validación de CSS

6. Implantación

6.1 Diagrama de despliegue

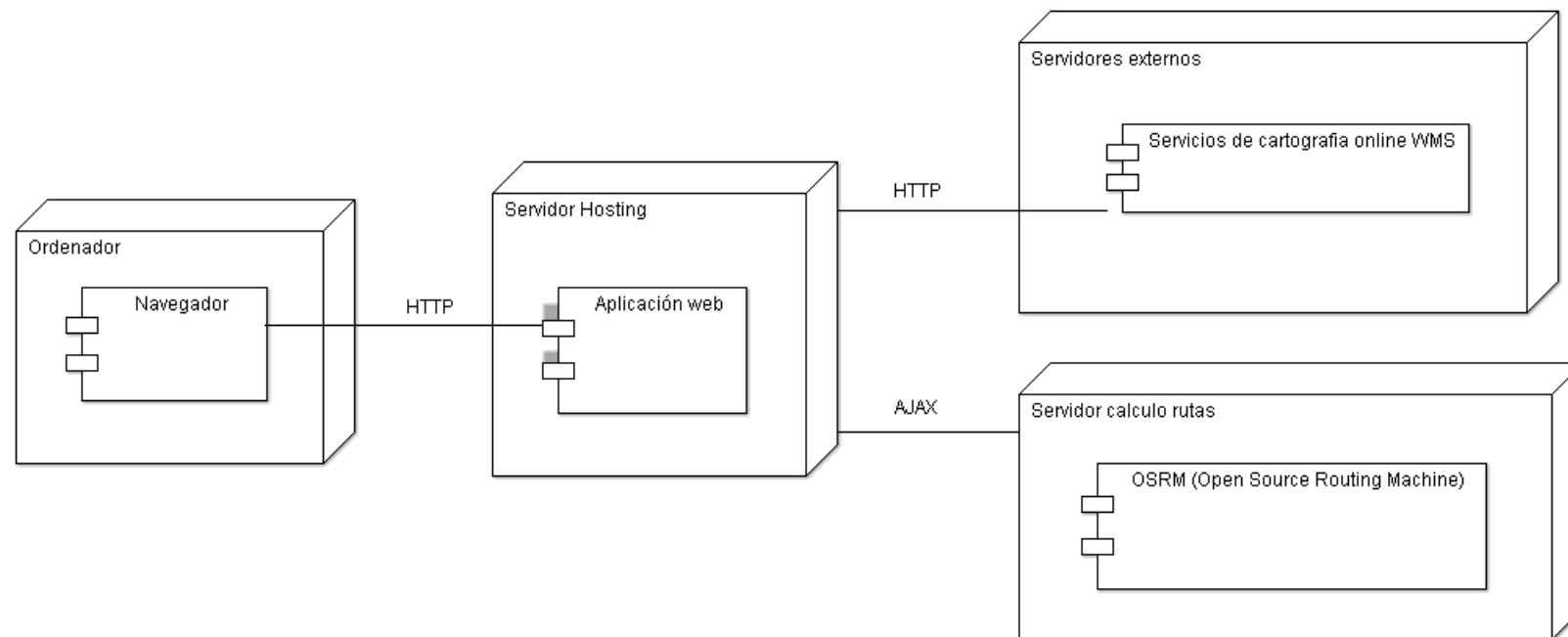


Figura 28. Diagrama de despliegue

6.2 Descripción de la instalación

La instalación de la aplicación consta de dos partes; la primera es el despliegue de todos los archivos en un servidor o hosting en este caso, y la segunda es la instalación, configuración y despliegue del servidor de cálculo de rutas en un servidor propio.

6.2.1 Despliegue en un hosting

Como servidor de Hosting se ha utilizado una cuenta Premium de pago de hosting que ya poseía.

En su día elegí trabajar con este hosting por su sencillez y eficacia, porque no tiene publicidad, y por su servicio gratuito y su barato servicio Premium.

Se ha escogido un dominio gratuito: www.valenciamaps.esy.es

Para desplegar la web únicamente hay que entrar a la cuenta de Hostinger, a este dominio y desde el administrador de archivos subir todos los ficheros a la carpeta “public_html”. El fichero principal tiene que tener el nombre “index.html”.

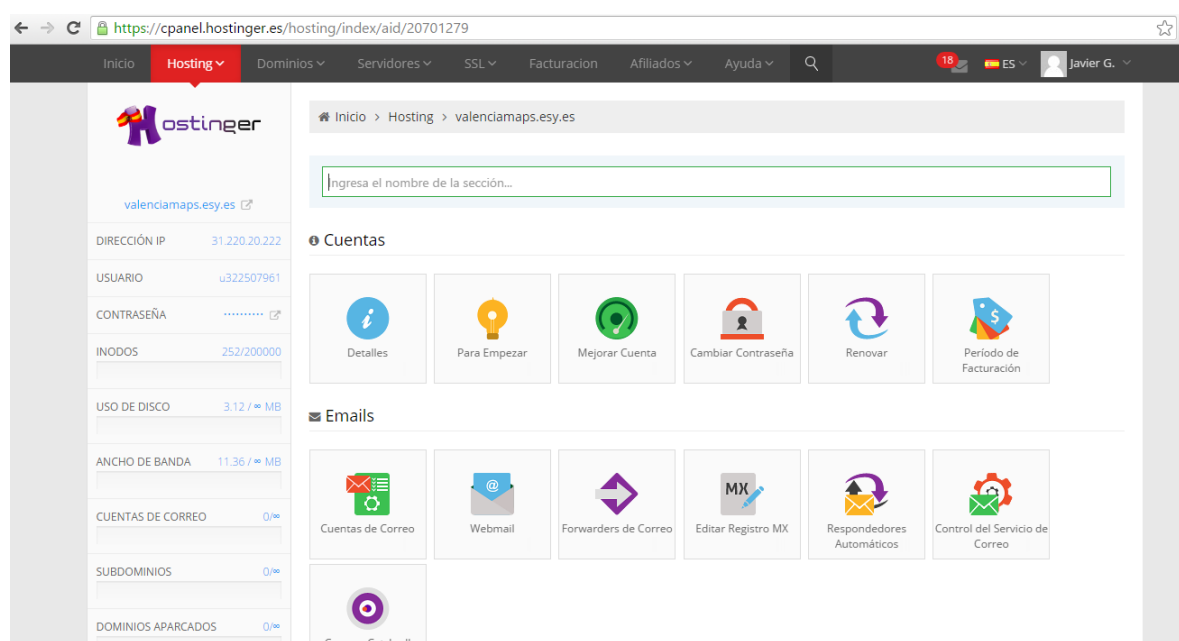


Figura 29. Despliegue en un Hosting

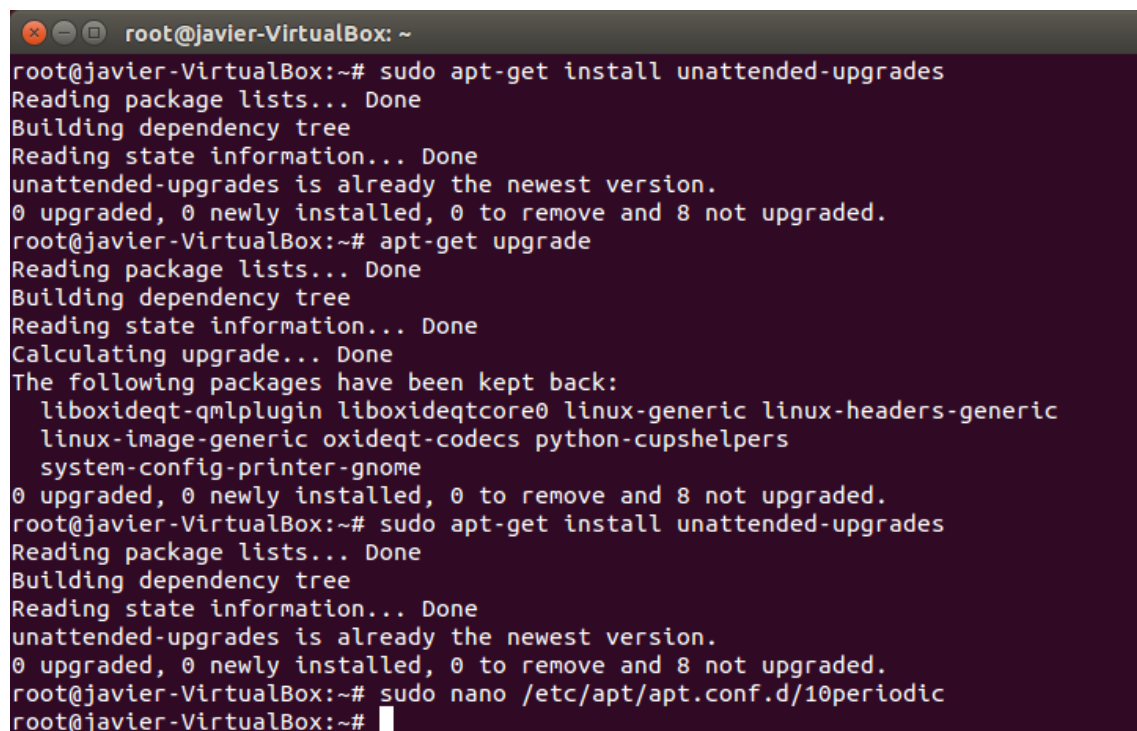
6.2.2 Instalación de OSRM (Open Source Routing Machine)

Primero de todo descargamos la ISO de Ubuntu 14.04 y la montamos sobre una máquina virtual en VirtualBox.

El siguiente paso es actualizar Ubuntu y posteriormente crear un usuario.

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get upgrade
```



```
root@javier-VirtualBox: ~
root@javier-VirtualBox:~# sudo apt-get install unattended-upgrades
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
unattended-upgrades is already the newest version.
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 8 not upgraded.
root@javier-VirtualBox:~# apt-get upgrade
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
Calculating upgrade... Done
The following packages have been kept back:
  liboxideqt-qmlplugin liboxideqtcore0 linux-generic linux-headers-generic
  linux-image-generic oxideqt-codecs python-cupshelpers
  system-config-printer-gnome
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 8 not upgraded.
root@javier-VirtualBox:~# sudo apt-get install unattended-upgrades
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
unattended-upgrades is already the newest version.
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 8 not upgraded.
root@javier-VirtualBox:~# sudo nano /etc/apt/apt.conf.d/10periodic
root@javier-VirtualBox:~#
```

Figura 30. Actualización de Ubuntu.

Ahora creamos una carpeta que será donde instalemos el servidor y entramos en ella.

```
mkdir osrm
```

```
cd osrm
```

El siguiente paso es descargarnos la cartografía preparada para el cálculo de rutas de la web oficial de descargas de OpenStreetMaps y la dejamos sobre la carpeta creada.

<http://download.geofabrik.de/europe/spain.html>

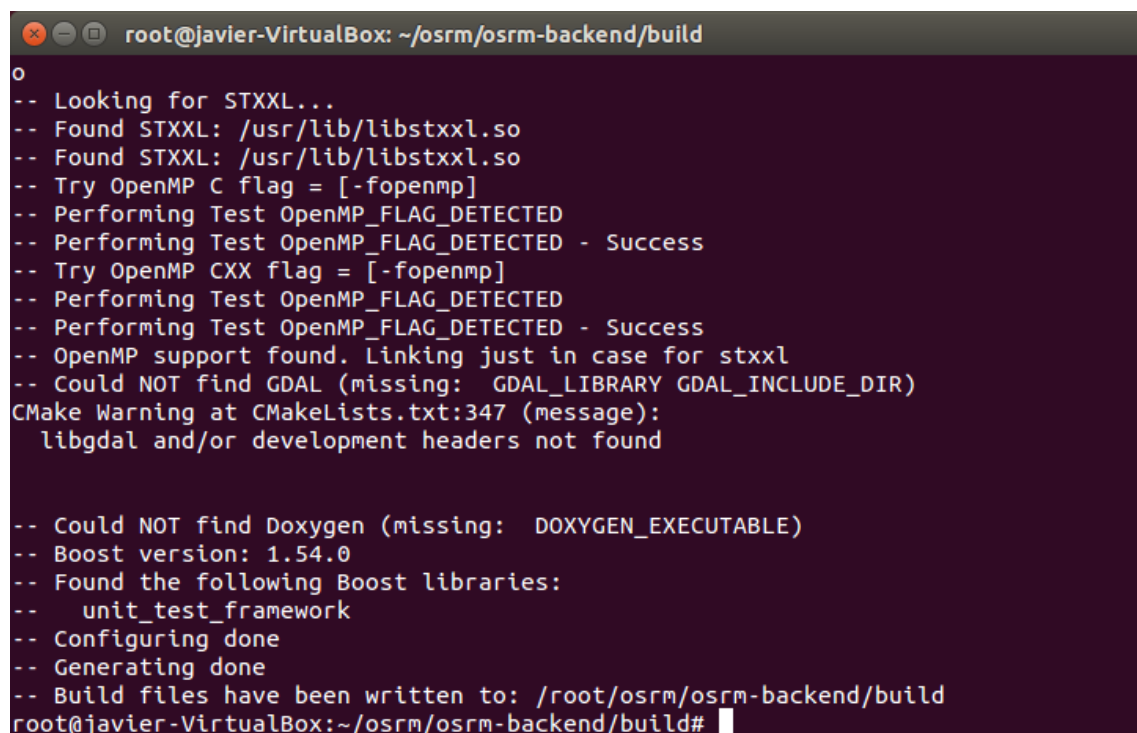
Ahora vamos a instalar el proyecto. OSRM debe ser compilado desde el código fuente, por ello primero vamos a instalar “build essential” para clonar el proyecto en nuestro servidor usando Git.

```
sudo apt-get install build-essential git cmake
```

Posteriormente instalamos las librerías y dependencias necesarias y compilamos e instalamos el proyecto.

```
sudo apt-get install libboost-all-dev libtbb-dev liblua5.2-dev libluabind-dev libstxxl-dev  
libxml2 libxml2-dev libosmpbf-dev libbz2-dev libprotobuf-dev
```

```
git clone https://github.com/Project-OSRM/osrm-backend.git  
cd osrm-backend  
mkdir build  
cd build  
cmake ..  
sudo make install
```



```
root@javier-VirtualBox: ~/osrm/osrm-backend/build  
o  
-- Looking for STXXL...  
-- Found STXXL: /usr/lib/libstxxl.so  
-- Found STXXL: /usr/lib/libstxxl.so  
-- Try OpenMP C flag = [-fopenmp]  
-- Performing Test OpenMP_FLAG_DETECTED  
-- Performing Test OpenMP_FLAG_DETECTED - Success  
-- Try OpenMP CXX flag = [-fopenmp]  
-- Performing Test OpenMP_FLAG_DETECTED  
-- Performing Test OpenMP_FLAG_DETECTED - Success  
-- OpenMP support found. Linking just in case for stxxl  
-- Could NOT find GDAL (missing:  GDAL_LIBRARY GDAL_INCLUDE_DIR)  
CMake Warning at CMakeLists.txt:347 (message):  
  libgdal and/or development headers not found  
  
-- Could NOT find Doxygen (missing:  DOXYGEN_EXECUTABLE)  
-- Boost version: 1.54.0  
-- Found the following Boost libraries:  
--   unit_test_framework  
-- Configuring done  
-- Generating done  
-- Build files have been written to: /root/osrm/osrm-backend/build  
root@javier-VirtualBox:~/osrm/osrm-backend/build#
```

Figura 31. Instalación de librerías.

Ahora necesitamos procesar la cartografía descargada antes de comenzar a usar el servicio OSRM. Esta tarea requiere un uso intensivo de la memoria, por ello OSRM utiliza una librería llamada STXXL para realizar estas operaciones internamente en el disco duro y consumir menos recursos. Debemos de crear un fichero de configuración STXXL para asignarle la ruta y la capacidad máxima de memoria a utilizar en el proceso:

```
cd ~/osrm
nano .stxxl
disk=/tmp/stxxl,10G,syscall
```

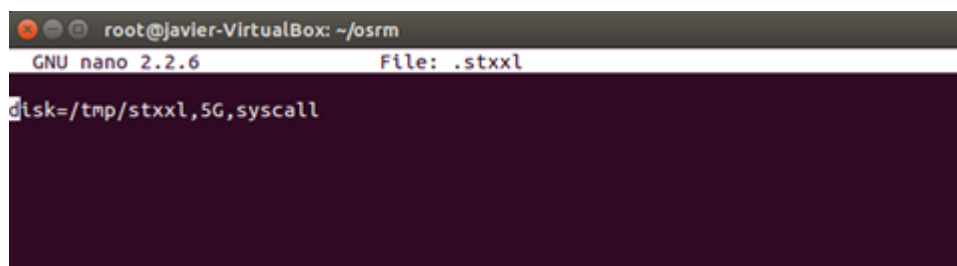


Figura 32. Fichero de configuración STXXL

El siguiente paso es extraer la cartografía y los perfiles necesarios, como por ejemplo el de velocidades medias mínimas y máximas.

```
ln -s osrm-backend/profiles/car.lua profile.lua
ln -s osrm-backend/profiles/lib
```

La cartografía descargada anteriormente se llama `spain-latest.osm.pbf`, ya podemos extraer esta cartografía en la carpeta del proyecto.

```
osrm-extract spain-latest.osm.pbf
```

Este proceso tarda un rato. Una vez finalizada la extracción de la cartografía procedemos a computar todos los tiempos de recorrido de todos los ejes de la cartografía.

```
osrm-contract spain-latest.osrm
```

```
root@javier-VirtualBox: ~/osrm
ordinates
[info] finished r-tree construction in 8.94145 seconds
[info] writing node map ...
[info] [extractor] Writing edge-based-graph edges      ...
[info] ok, after 0.635508s

[info] Processed 10374191 edges
[info] Expansion : 181205 nodes/sec and 70487.6 edges/sec
[info] To prepare the data for routing, run: ./osrm-contract spain-latest.osrm

root@javier-VirtualBox:~/osrm# osrm-contract spain-latest.osrm
[info] Input file: spain-latest.osrm
[info] Threads: 1
[info] Loading edge-expanded graph representation
[info] Opening spain-latest.osrm.ebg
[info] Reading 10374191 edges from the edge based graph
[info] Done reading edges
[info] Reading node weights.
[info] Done reading node weights.
[STXXL-MSG] STXXL v1.3.1 (release)
[STXXL-MSG] 1 disks are allocated, total space: 30 MiB
[info] merged 20762986 edges out of 41496764
[info] contractor finished initialization
initializing elimination PQ ...
```

Figura 33. Proceso de los tiempos de recorrido

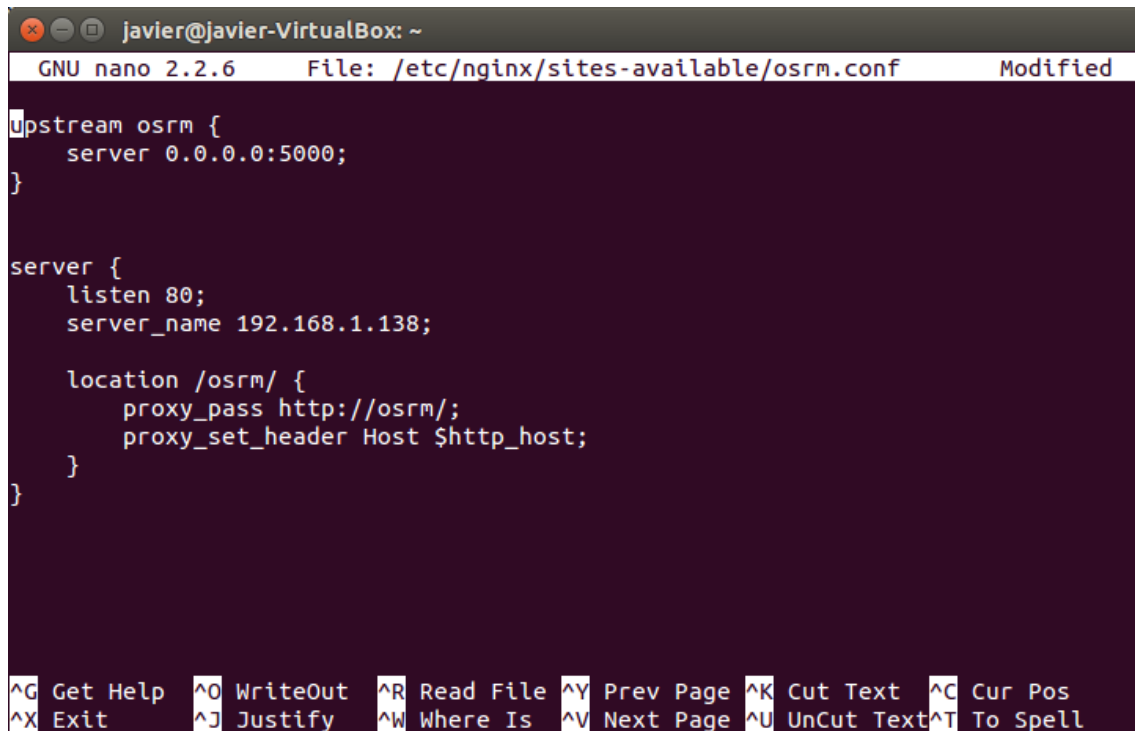
Ahora procedemos a instalar Nginx, un servidor web ligero de alto rendimiento que nos permitirá recibir muchas peticiones al servidor de rutas y que también actúa como proxy.

```
sudo apt-get install nginx
```

Por defecto nuestro servidor utiliza el puerto 500, vamos a cambiar el archivo de configuración de Nginx para que podamos cambiar la url de las peticiones.

```
sudo nano /etc/nginx/sites-available/osrm.conf
```

En upstream se define donde está nuestro servidor y en server la url que queramos utilizar y el puerto.



The screenshot shows a terminal window with the title bar 'javier@javier-VirtualBox: ~'. The window contains the GNU nano 2.2.6 editor editing the file '/etc/nginx/sites-available/osrm.conf'. The file content is as follows:

```
upstream osrm {
    server 0.0.0.0:5000;
}

server {
    listen 80;
    server_name 192.168.1.138;

    location /osrm/ {
        proxy_pass http://osrm/;
        proxy_set_header Host $http_host;
    }
}
```

The bottom of the terminal shows the nano editor's help menu with various keyboard shortcuts for navigation and editing.

Figura 34. Upstream

Una vez modificado el archivo lo movemos a la carpeta configuración de sitios activos

```
cd /etc/nginx/sites-enabled
```

```
sudo ln -s /etc/nginx/sites-available/osrm.conf
```

Ahora recargamos Nginx y reiniciamos el servidor.

```
sudo service nginx reload
```

```
sudo service nginx restart
```

Ya podemos arrancar nuestro servidor de cálculo de rutas.

```
osrm-routed ~/osrm/spain-latest.osrm
```

```
root@javier-VirtualBox: ~/osrm
root@javier-VirtualBox:~/osrm# osrm-routed spain-latest.osrm
[info] starting up engines, v5.1.0
[info] Threads: 8
[info] IP address: 0.0.0.0
[info] IP port: 5000
[info] http 1.1 compression handled by zlib version 1.2.8
[info] Listening on: 0.0.0.0:5000
[info] loading graph data
[info] loading graph from spain-latest.osrm.hsg
[info] number_of_nodes: 5495780, number_of_edges: 27575261
[info] loaded 5495780 nodes and 27575261 edges
[info] Data checksum is 2490194888
[info] loading edge information
[info] loading core information
[info] loading geometries
[info] loading datasource info
[info] loading timestamp
[info] Loading Timestamp
[info] loading profile properties
[info] loading street names
[info] loading rtree
[info] running and waiting for requests
[info] 09-05-2016 00:30:09 192.168.1.138 - Mozilla/5.0 (X11; Ubuntu; Linux x86_6
```

Figura 35. Servidor de cálculo de rutas

Y comprobamos que funciona cargando la siguiente url:

<http://192.168.1.138/osrmroute/v1/driving/-0.380407,39.472297;-0.380960,39.472361;-0.380960,39.469595?overview=false&steps=true>

```
← → ↺ 192.168.1.138/osrmroute/v1/driving/-0.380407,39.472297;-0.380960,39.472361;-0.380960,39.469595?overview=false&steps=true
{"code":"Ok","routes":[{"legs":[{"summary":"Carrer de la Beata","duration":6.8,"steps":[{"geometry":{"gmofphiA@hDAF`A","maneuver":{"bearing_after":266,"bearing_before":0,"location":[-0.380413,39.472359],"modifier":"left","type":"depart"},"mode":"driving","duration":5.9,"name":"Carrer de la Beata","distance":49.6},{"geometry":{"w1ofzkIA0B","maneuver":{"bearing_after":349,"bearing_before":262,"location":[-0.380942,39.47228],"modifier":"right","type":"end of road"},"mode":"driving","duration":0.9,"name":"Carrer de Vinatea","distance":9.2},{"geometry":{"gmof-kIA","maneuver":{"bearing_after":0,"bearing_before":349,"location":[-0.380963,39.472361],"type":"arrive"},"mode":"driving","duration":0,"name":"Carrer de Vinatea","distance":0}],{"summary":"Avinguda del Baró de Càrcer, Carrer de Quevedo","duration":52.8,"steps":[{"geometry":{"gmof-kIA@BC","maneuver":{"bearing_after":348,"bearing_before":0,"location":[-0.380963,39.472361],"type":"depart"},"mode":"driving","duration":1.2,"name":"Carrer de Vinatea","distance":9.7},{"geometry":{"ymofdliA@eEC","maneuver":{"bearing_after":31,"bearing_before":348,"location":[-0.380986,39.472446],"modifier":"slight left","type":"merge"},"mode":"driving","duration":3.7,"name":"Carrer de Maldonado","distance":34.2},{"geometry":{"moofzjiAEwAGAAQ","maneuver":{"exit":1,"bearing_after":85,"bearing_before":33,"location":[-0.380779,39.472789],"modifier":"right","type":"turn"},"mode":"driving","duration":9.7,"name":"Carrer de l'Editor Manuel Aguilan","distance":86.4},{"geometry":{"jofrdIAjAARACHAZ?@?n@QAV?","maneuver":{"exit":3,"bearing_after":179,"bearing_before":64,"location":[-0.379778,39.472792],"modifier":"right","type":"end of road"},"mode":"driving","duration":18.7,"name":"Avinguda del Baró de Càrcer","distance":222.7},{"geometry":{"mciofddIAz@-AbAFBfBjA","maneuver":{"exit":1,"bearing_after":204,"bearing_before":179,"location":[-0.37971,39.470791],"modifier":"slight right","type":"turn"},"mode":"driving","duration":19.5,"name":"Carrer de Quevedo","distance":168.5},{"geometry":{"a{ofziIA","maneuver":{"bearing_after":0,"bearing_before":209,"location":[-0.380616,39.469448],"modifier":"right","type":"arrive"},"mode":"driving","duration":0,"name":"Carrer de Quevedo","distance":0}],{"distance":521.5},"duration":59.6,"distance":580.3}],{"hint":{"S3AagP__39JBwAAwAAABYAAAAIAAAAIQAAAFvIAABa9QAA8RIAABHy-v_nFOCCTLE_6lWgIBAAEBYfttIA==","name":"Carrer de la Beata","location":[-0.380413,39.472359]},{"hint":{"SNAagP__39NCWAACQAAABTAAAAAAGAAALBBAOCwQQA8RIAABv-v_pTFOC4C_6-1JWgIAAABYfttIA==","name":"Carrer de Vinatea","location":[-0.380963,39.472361]},{"hint":{"R3AagP__39IBwAATQAAAFKAAAFAAABQAAANFdwDFxUAB8RIAADgx-v-IQVoC4C_6_xtCgIBAAEBYfttIA==","name":"Carrer de Quevedo","location":[-0.380616,39.469448]}}]}
```

Figura 36. Funcionamiento del servidor

7. Control de versiones

Para el control de versiones se ha utilizado GIT junto con Bitbucket. GIT como sistema de control de versiones, y Bitbucket como repositorio de código abierto.

Esta es la dirección al proyecto:

<https://bitbucket.org/Jagarga/valenciamaps>

Y esta la dirección para clonar el proyecto:

<https://Jagarga@bitbucket.org/Jagarga/valenciamaps.git>

The screenshot shows the Bitbucket web interface for a repository named 'ValenciaMaps' owned by 'Javier Garcia Garcia'. The interface includes a left sidebar with navigation options like 'Resumen', 'Fuente', 'Commits', 'Ramas', 'Pull requests', 'Descargas', and 'Opciones'. The main content area displays the 'Resumen' (Summary) tab, which includes a table with repository statistics: 1 Branch, 0 Tags, 0 Forks, and 1 Watcher. Below this is the 'README' section, which contains text about the project's development as a final course project. On the right side, there is a section for 'Actividad reciente' (Recent activity) showing a list of commits with their authors and timestamps.

Última actuali...	Idioma	Nivel de acce...
just now	—	Administrador

1	0
Branch	Tags
0	1
Forks	Watcher

README

-La presente aplicación web ha sido desarrollada como proyecto final de carrera en Centro específico de educación a distancia de la Comunidad Valenciana para la obtención del título de Desarrollo de Aplicaciones Web.

-El tutor de este proyecto ha sido Pablo Vercet.

-El autor de este proyecto es: • Javier Garcia Garcia

Si tiene alguna duda, sugerencia o desea reportar un problema con esta aplicación envíe un email a javigarciavlc@gmail.com

Este proyecto se encuentra bajo una licencia Creative Commons: CC-BY

Actividad reciente

- 1 commit
Pushed to Jagarga/valenciamaps
3425395 README.md edited online with Bl...
Javier Garcia Garcia · just now
- 1 commit
Pushed to Jagarga/valenciamaps
941ba83 Proyecto
Javier Garcia Garcia · 2 days ago
- 1 commit
Pushed to Jagarga/valenciamaps
994c82c Proyecto
Javier Garcia Garcia · 2 days ago

Figura 37. Bitbucket

8. Conclusiones

8.1 Conclusiones sobre el trabajo realizado

Considero que el presente trabajo ha cumplido los objetivos planteados en un principio, puesto que se trata de una aplicación completa, donde el usuario interactúa con el mapa en todo momento.

Presenta un completo diseño visual, tanto en un Ordenador de sobre mesa como en un dispositivo móvil debido al responsive design. También posee una potente parte de cliente, muestra de ello son las múltiples conexiones a otros servicios externos y el tratado de la respuesta de esto, manejando tiempos de espera muy cortos, todo esto gracias a las técnicas Ajax de JQuery.

8.2 Conclusiones personales

Mi objetivo al matricularme en este grado superior fue completar mi formación universitaria en Ingeniería en Geodesia y Cartografía con habilidades en programación web.

El presente proyecto es la muestra de que he cumplido los objetivos por los cuales me matriculé.

He aprendido a desarrollar componentes visuales, prácticos y cumpliendo el responsive design. He mejorado mis habilidades en la parte cliente y en la parte servidor y he aprendido el uso de nuevas librerías o herramientas como JQuery, Ajax, Bootstrap o ExtJS entre otras.

8.3 Posibles ampliaciones y mejoras

El presente proyecto es altamente escalable. En cualquier momento se le pueden añadir funcionalidades nuevas. Tan sencillo como añadir un botón nuevo a la barra de herramientas y una función aplicada a este. Una posible ampliación sería el poder también calcular rutas para peatones o ciclistas,

añadir más funcionalidades a la parte del análisis o añadir algún otro servicio externos de datos.

8.4 Problemas encontrados

Los principales problemas se han encontrado al principio, al empezar utilizar la librería ExtJS y su parte aplicada a los visores cartográficos GeoExt. Puesto que es una librería que desde javascript crea y maneja la parte visual sin necesidad de escribir nada en HTML. Por ello al principio se hizo difícil entender cómo funcionaba.

Otro problema ha sido la optimización a los dispositivos móviles por ambos lados, funcional y visual. Por la parte visual debido a la gran cantidad de herramientas e información que se ha de mostrar para una resolución tan pequeña como la de un teléfono móvil. Y por la parte funcional debido a que un teléfono móvil tiene peor calidad de internet y menos potencia de procesado. Por estas razones la barra de herramientas desaparece en la versión para teléfonos móviles convirtiendo la aplicación en un visualizador de información.

9. Bibliografía

<http://dev.openlayers.org/releases/OpenLayers-2.13.1/doc/apidocs/files/OpenLayers-js.html> (OPENLAYERS DEV TEAM, 2006).

<http://geoext.github.io/geoext2/> (SENCHA, 2013).

<http://docs.sencha.com/extjs/4.2.1/> (SENCHA, 2013).

<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/?hl=es> (GOOGLE, 2013).

<http://project-osrm.org> (DENNIS LUXEN, 2011).

<https://github.com/Project-OSRM/> (DENNIS LUXEN, 2011).

<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-set-up-an-osrm-server-on-ubuntu-14-04> (TOMMASO URLI, 2015).

<http://download.geofabrik.de/europe/spain.html> (OPENSTREETMAP FOUNDATION, 2014).

<http://turfjs.org/> (MORGAN HERLOCKER, 2014).

<http://mappinggis.com/2015/11/turf-analisis-espacial-web/> (AURELIO MORALES, 2016).

<http://www.w3schools.com/js/> (W3SCHOOLS, 2016).

<http://www.w3schools.com/css/> (W3SCHOOLS, 2016).

<http://www.w3schools.com/php/> (W3SCHOOLS, 2016).

<http://www.worldweatheronline.com/> (WORLD WEATHER ONLINE, 2012).