

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Creación de una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) y Geoportal del Municipio Cartagena con software Open Source.

MÁSTER EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL AGUA Y EL TERRENO

ALUMNO: JOSE AMADOR REAL LÓPEZ-NAVARRO

TUTOR: ANTONIO GARCÍA MARTÍN

Curso 2020-2021



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Escuela
Técnica
Superior

**Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos
y de Ingeniería de Minas**



Índice

1.	OBJETIVOS.....	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.1.	CARTOGRAFÍA TRADICIONAL E INICIOS DE LA TECNOLOGÍA SIG.....	4
2.2.	HISTORIA.....	5
3.	INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES (IDE).....	6
3.1.	DEFINICIÓN.....	6
3.2.	COMPONENTES DE UNA IDE.....	6
3.2.1.	<i>Marco político.</i>	7
3.2.2.	<i>Marco tecnológico.</i>	7
3.2.3.	<i>Marco social.</i>	7
3.2.4.	<i>Marco geográfico.</i>	7
3.3.	SERVICIOS DE UNA IDE.....	11
3.3.1.	<i>Servicios mínimos de una IDE.</i>	11
3.3.2.	<i>Servicios complementarios más utilizados en una IDE.</i>	11
3.4.	GEOPORTAL.....	12
4.	ESTÁNDARES.....	14
4.1.	ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	14
4.1.1.	<i>Open Geospatial Consortium (OGC).</i>	14
4.1.2.	<i>Estándares OGC.</i>	15
3.2.2.	<i>Comité técnico 211 y normas ISO 19100.</i>	15
5.	MARCO DE LAS IDES EN EUROPA Y ESPAÑA.....	17
5.1.	PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA: DIRECTIVA INSPIRE.....	17
5.2.	MARCO LEGAL EN ESPAÑA: LEY LISIGE.....	17
6.	ARQUITECTURA CLIENTE-SERVIDOR Y LENGUAJE XML.....	19
6.1.	ARQUITECTURA CLIENTE – SERVIDOR.....	19
6.1.1.	<i>Comunicación a través de la red.</i>	19
6.1.2.	<i>Tipos de clientes y servidores.</i>	20
6.1.3.	<i>Arquitectura cliente-servidor web.</i>	20
6.1.3.1.	URL y servidores DNS.....	21
6.2.	LENGUAJE XML Y HTML.....	30
7.	SERVICIO DE VISUALIZACIÓN DE MAPAS WMS.....	32
7.1.	INTRODUCCIÓN A LOS SERVICIOS DE VISUALIZACIÓN.....	32
7.1.1.	<i>Normativa.</i>	32
	<i>La última versión del estándar WMS del OGC es la versión 1.3.0, especificación que queda recogida en la norma ISO 19128:2005 y en la traducción al castellano bajo la denominación de norma UNE-EN ISO 19128:2009.</i>	32
7.1.2.	<i>Sistemas de referencia.</i>	32
7.1.3.	<i>Operaciones del servicio WMS.</i>	33
7.1.4.	<i>Solicitud HTTP Get.</i>	33
7.2.	OPERACIONES.....	35
6.2.1.	<i>GetCapabilities.</i>	35
6.2.1.1.	Parámetros en la petición GetCapabilities.....	35
6.2.2.	<i>GetMap.</i>	37



6.2.2.1.	Parámetros en la petición GetMap.....	37
7.2.1.	GetFeatureInfo.....	40
7.2.1.1.	Parámetros en la petición GetFeatureInfo.....	41
7.3.	SERVICIO WMS Y DIRECTIVA INSPIRE.....	43
8.	SERVICIO WEB DE FENÓMENOS WFS.....	45
8.1.	INTRODUCCIÓN A LOS SERVICIOS DE DESCARGA.....	45
8.1.1.	<i>Normativa.....</i>	45
8.1.2.	<i>Sistemas de referencia.....</i>	45
8.1.3.	<i>Operaciones del servicio de descarga.....</i>	45
8.2.	OPERACIONES.....	46
8.2.1.	<i>GetCapabilities.....</i>	46
8.2.1.1.	Parámetros en la petición GetCapabilities.....	47
8.2.2.	<i>GetFeature.....</i>	49
8.2.2.1.	Parámetros de la petición GetFeature.....	49
9.	SERVICIO DE DESCUBRIMIENTO CSW.....	52
9.1.	ADMINISTRACIÓN DE GEONETWORK.....	52
9.1.1.	<i>Creación e importación de metadatos.....</i>	54
9.2.	OPERACIONES.....	56
9.2.1.	<i>GetCapabilities.....</i>	56
10.	CARTOGRAFÍA BASE Y SIMBOLIZACIÓN.....	57
10.1.	FUENTES DE DESCARGA Y CREACIÓN DE NUEVAS CAPAS.....	57
10.2.	SIMBOLIZACIÓN.....	61
11.	IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS OGC EN GEOSERVER.....	65
11.1.	DATOS.....	66
11.1.1.	<i>Espacio de trabajo.....</i>	67
11.1.2.	<i>Almacenes de datos.....</i>	68
11.1.3.	<i>Capas.....</i>	69
11.1.4.	<i>Estilos.....</i>	73
11.2.	SERVICIOS.....	78
12.	GEOPORTAL.....	81
12.1.	INTRODUCCIÓN A HTML5, CSS, JAVASCRIPT Y OPENLAYERS.....	83
12.1.1.	<i>HTML5.....</i>	83
12.1.2.	<i>CSS.....</i>	85
12.1.3.	<i>JavaScript y OpenLayers.....</i>	86
12.2.	PROGRAMACIÓN WEB.....	87
13.	RESULTADOS.....	101
14.	CONCLUSIONES.....	107
15.	LÍNEAS FUTURAS.....	108
16.	RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS, WEB Y OTROS.....	109



1. OBJETIVOS.

El principal objetivo del presente trabajo es la creación e implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Municipio de Cartagena, adoptando en el proceso las especificaciones y estándares el Open Geospatial Consortium (OGC).

El trabajo se va a materializar fundamentalmente en la creación de un Geoportal web que ofrecerá al usuario los siguientes servicios:

- Visualización.
- Localización.
- Descarga.

Se ha optado además por la utilización de software libre Open Source así como productos cartográficos de fuentes abiertas y públicas, con el fin de abaratar costes hacer de este trabajo un manual o herramienta que pueda llegar a más personas.

Otros de los objetivos marcados es la publicación y difusión en el Geoportal de aquella información geográfica de la que se ha podido disponer y se ha elaborado para la ocasión, facilitando así el acceso por parte de cualquier usuario a todo producto cartográfico que se quiera implementar en la IDE.

2. INTRODUCCIÓN.

2.1. Cartografía tradicional e inicios de la tecnología SIG.

Originalmente los productos cartográficos estuvieron bajo el control gubernamental y con una fuerte componente de monopolio que ha perdurado desde el origen de la cartografía hasta nuestros días. En sus inicios la temática de la cartografía variaba desde productos relacionados con la defensa, el cobro de impuestos, desarrollo, ... En la actualidad en cambio, los mapas se han convertido en un producto de consumo que son usados en campos tan diferentes como el marketing, la logística, el deporte o los videojuegos.

Las escalas de trabajo que más usualmente se empleaban iban desde las más grandes en el caso de los mapas catastrales (1:100 – 1:5.000), pasando por los mapas topográficos usados como cartografía de referencia (escalas 1:10.000 – 1:50.000) hasta mapas nacionales y de mayor extensión representada (escalas 1:100.000 y menores).

Todo mapa podía ser susceptible de ser usado como base para la elaboración de otros productos cartográficos a diferente escala como pudieran ser mapas temáticos y/o de otras aplicaciones necesarias.

Cada nación era productora de su propia cartografía, con su propia metodología, su propio “sistema de referencia”, simbología, etc. Existía lógicamente discordancia entre los productos cartográficos que elaboraban dos países fronterizos, pero aun así eran válidos para leer y entender los mapas vecinos en formato papel sin excesiva dificultad.



Con la llegada de la tecnología SIG y la cartografía digital se produjo un incremento notable y diversificación enorme del uso y tipo de aplicaciones que usaban información cartográfica. Estas nuevas tecnologías permitían que casi cualquier persona con unos mínimos conocimientos pudiera crear sus propios mapas, visualizar y hacer análisis de la información geográfica, todo ello a partir de herramientas SIG de escritorio que se nutrían de productos como imágenes de satélite, datos vectoriales, datos GPS, etc.

El periodo de la tecnología SIG se caracterizó principalmente por dos razones: por el número significativo de actores implicados y por el desarrollo de numerosas aplicaciones SIG, productos y formatos digitales de información geográfica. A su vez, estas virtudes que venían para quedarse, originaban una serie de inconvenientes como era la duplicidad en la información geográfica, la dificultad para compartirla y la dificultad para evaluarla.

Con todo ello, el modelo antiguo monopolista cambió para dar paso a un nuevo modelo en el que los datos geográficos y sus productos son públicos y compartidos bajo unas determinadas reglas o normas, existen herramientas libres y gratuitas, ... aunque siguen existiendo otros productos y servicios ofrecidos por empresas privadas que tienen un coste.

2.2. Historia.

En la conferencia de las Naciones Unidas de Río de Janeiro celebrada en 1992 sobre el Medioambiente y el Desarrollo, se aprobó una resolución para parar y reducir el impacto causado por el deterioro medioambiental y lograr un desarrollo sostenible. Con el fin de alcanzar estos objetivos, los líderes asistentes aprobaron un plan general llamado “*Agenda 21*”.

En dicho plan y dentro del capítulo sobre “Información para la adopción de decisiones” se menciona expresamente la importancia del uso de los Sistemas de Información Geográfica y la necesidad de estandarizar los datos geográficos.

En el año 1994 en EEUU se crea la *National Spatial Data Infrastructure (NSDI)* consistente en las: “tecnologías, políticas, estándares, y recursos humanos necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de los datos geoespaciales”.

Con la supervisión del *Federal Geographic Data Committee (FGDC)* se crearon repositorios y catálogos de datos como el National Geospatial Data Clearinghouse, con obligatoriedad de acceso público a la información geoespacial, creación de estándares, etc.

En idéntico año, se crea el *Open Geospatial Consortium (OGC)*, Consorcio internacional sin ánimo de lucro referente mundial en la creación de estándares para lograr la interoperabilidad de la información geográfica.



3. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES (IDE).

3.1. Definición.

De entre las muchas definiciones de lo que es una IDE, una de las que mejor lo hacen es la siguiente:

“Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), también conocida como una Infraestructura de Información Geográfica (IIG), es una estructura virtual en red integrada por datos y servicios de información geográfica (descritos a través de sus metadatos) accesible vía internet siguiendo unos estándares y acuerdos (para su puesta en común) que regulan y garantizan la interoperabilidad de la información geográfica.”

Además, una IDE se materializa mediante un Geoportal que es un sitio en internet que proporciona acceso a los servicios de la IDE.

3.2. Componentes de una IDE.

- Marco político.
 - a. Marco legal.
 - b. Organización.
- Marco geográfico.
 - a. Datos geográficos.
 - b. Servicios geoespaciales.
 - c. Metadatos.
- Marco tecnológico.
- Marco social o actores implicados en el desarrollo y uso de la IDE.

6



3.2.1. Marco político.

Compuesto por dos componentes, la organizativa y la legal. La primera componente la comprende organizaciones, los recursos humanos, acuerdos, convenios de colaboración, políticas, etc. entre los distintos entes que elaboran y poseen información geográfica, de manera que se facilite el intercambio de información entre administraciones, y el acceso a los datos por parte del ciudadano.

La segunda componente la comprende el marco estrictamente legal en relación a la información geográfica. En la Unión Europea el marco legal está bien definido por la Directiva Europea 2007/2/CE, del 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE).

Además, cada país miembro tiene la transposición de dicha directiva a su legislación nacional. En España se trata de la Ley 14/2010 LISIGE.

3.2.2. Marco tecnológico.

El marco tecnológico se basa en una infraestructura informática con modelo de arquitectura cliente-servidor formado por un conjunto de software y hardware. El acceso a los distintos componentes datos, servicios y metadatos se hace siguiendo los estándares establecidos por el OGC (*Open Geospatial Consortium*) y las normas ISO específicas creadas para ello.

Se acuerda también el uso de los lenguajes XML y GML (estándar OGC) en el intercambio de datos estructurados e información geográfica.

El objetivo final del uso de estándares es la consecución de la llamada interoperabilidad entre los sistemas informáticos y sus procesos (Martínez, 2015).

3.2.3. Marco social.

En este marco participan los siguientes actores y que tienen interés en la IDE:

- Productores.
- Desarrolladores.
- Investigadores.
- Usuarios.

3.2.4. Marco geográfico.

Datos geográficos.

Esta componente integra los recursos cartográficos presentes en una IDE, bien sea información gráfica de referencia o información gráfica temática. En el primero de los casos es a través de la Ley LISIGE por la cual se establece y define qué es un conjunto de datos de referencia (hidrografía, redes de transporte, líneas de costa, modelos digitales de elevaciones y del terreno, ...). En cambio, la información geográfica temática está fundamentada en la información base y puede ser relativa a la biología, salud, economía, climatología, etc.



Servicios Geoespaciales.

La información geográfica será transmitida a los usuarios a través de los servicios geoespaciales que podrán ser de visualización o descarga de la IDE.

Siguiendo los estándares OGC los servicios más utilizados en las IDE's son:

- Servicio de mapas en la Web, *Web Map Service* ó *WMS*.

Servicio de visualización de una o varias imágenes, a partir de una o varias fuentes y procedentes de uno o varios servidores.

- Servicio de fenómenos en la Web, *Web Feature Service* ó *WFS*.

Servicio por el que es posible acceder y consultar los atributos de un dato geográfico (puntual, línea o área) definido por un conjunto de coordenadas. El formato de intercambio de información es el GML y los datos fuente se encuentran en formato vectorial. Un ejemplo de este tipo de datos puede ser una línea de costa, una red hidrográfica, etc.

- Servicio de coberturas de la Web, *Web Coverage Service* ó *WCS*.

Es un servicio similar al WFS pero en este caso los datos ofrecidos son en formato imagen o ráster, como pueden ser un modelo digital de elevaciones, una ortofotografía, etc.

- Servicio de catálogo para la Web, *Catalog Service for the Web* ó *CSW*.

Se trata de un servicio a través del cual el cliente puede acceder y consultar los metadatos de los recursos cartográficos implementados en la IDE.

- Servicio de teselas de mapas en la Web, *Web Map Tile Service (WMTS)*.

Es similar al servicio WMS con la diferencia de que las imágenes se sirven estructuradas en teselas dotando así al servidor de una mayor ligereza en el tratamiento de las imágenes y ofreciendo un menor tiempo de respuesta.

Y aunque existen otros servicios como puedan ser el servicio de nomenclátor o Gazzetter, el servicio de procesamiento o *Web Processing Service (WPS)*, etc. en el presente trabajo vamos a centrarnos en aquellos definidos con anterioridad.

Metadatos.

El concepto de metadatos en el contexto del presente trabajo, se podría definir como "información de la información geográfica" o "datos de los datos geográficos". Todos los recursos cartográficos presentes en una IDE y siguiendo una normativa específica, deben tener metadatos, los cuales consisten en una serie de información alfanumérica sobre dichos recursos.

Los metadatos responden a preguntas del tipo *¿qué?, ¿quién?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿cómo?*, y tienen una clara misión de descubrimiento, exploración y explotación de la información geográfica. A su vez, los metadatos aportan beneficios como la ayuda en la búsqueda de un recurso, ayuda en la producción del recurso, ayuda en la comprensión del recurso y ayuda en el intercambio de datos entre usuarios, organismos y otras entidades.

La creación de los metadatos ha de seguir una normativa rigurosa de creación y contenido, bien sea por parte de los propios organismos productores de los productos cartográficos, como



cualquier otra empresa o persona que los elabore. A nivel internacional existen normas ISO que regulan esta práctica, aunque también existe normativa a nivel europeo, nacional e incluso a nivel de un organismo concreto.

En la siguiente tabla puede verse un resumen de la normativa ISO aplicable a los metadatos:

Norma	Descripción
ISO 19115 e ISO 19115-2	Normas concretas y especializadas para la elaboración de metadatos y servicios cartográficos.
ISO 19119	Norma concreta y especializada para la elaboración de metadatos en los servicios WMP, WFS, WCS, WMTS, ...
ISO 19139 e ISO 19139-2	Norma por la que se establece el esquema <i>XML</i> de implementación de la ISO 19115 y 19119, o lo que es lo mismo, el lenguaje para almacenar e intercambiar los metadatos.
ISO 15836	Norma general para crear metadatos de cualquier tipo de recurso y conocida también como Dublin Core.
Perfil ISO NEM	Un perfil ISO contiene el núcleo o elementos principales de la norma 19115 que queda simplificada. En nuestro país existe el perfil NEM o Núcleo Español de Metadatos.

Además de estas normas ISO, si los metadatos se elaboran bajo el marco de la Directiva Europea INSPIRE 2007/2/EC, en su elaboración, tratamiento y difusión deberán de aplicarse una serie de reglamentos y guías técnicas de manera adicional y/o de manera alternativa a algunos puntos de las normas ISO.

En España en materia de metadatos existe el NEM o Núcleo Español de Metadatos, el cual tiene publicado un manual con las normas a seguir en esta materia, en cuanto a la elaboración y difusión de los metadatos.



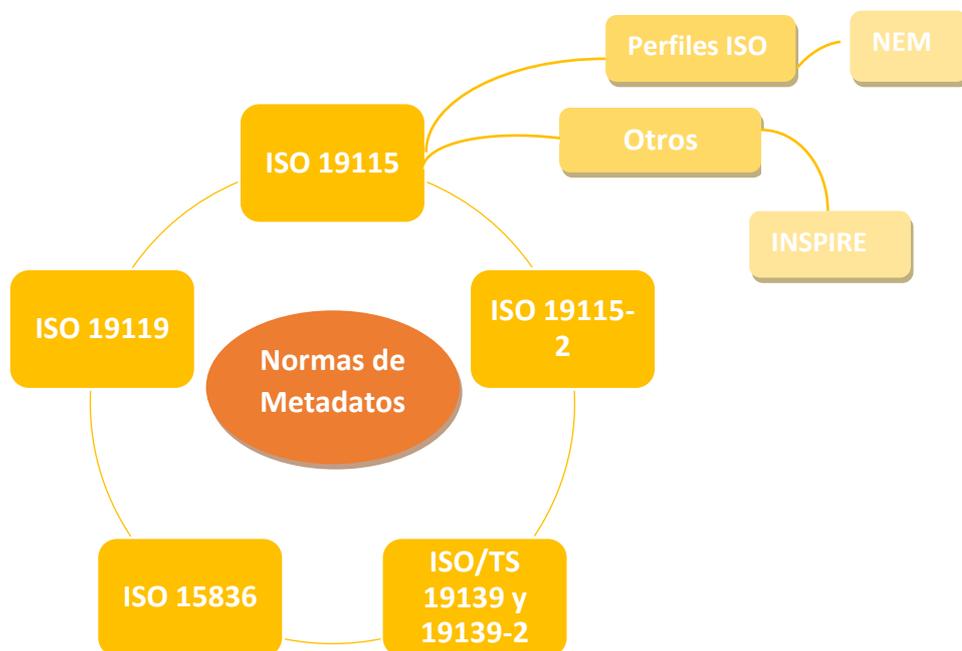


Diagrama 1. Esquema de la normativa relacionada con los metadatos. Elaboración propia.

Las normas ISO se publican como documentos digitales o en formato .pdf y tienen un coste, de ahí que no se incluyan en este trabajo, aunque sí que se haga referencia a ellas.

Por el contrario, mediante los siguientes enlaces se puede acceder a:

- Directiva Europea INSPIRE 2007/2/EC relativa a los metadatos.
<https://inspire.ec.europa.eu/documents/inspire-metadata-implementing-rules-technical-guidelines-based-en-iso-19115-and-en-iso-1>
- REGLAMENTO (CE) No 1205/2008 DE LA COMISIÓN de 3 de diciembre de 2008.
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:323:0011:0102:Es:PDF>
- REGLAMENTO (UE) N o 1089/2010 DE LA COMISIÓN de 23 de noviembre de 2010.
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:ES:PDF>
- Documento del Núcleo Español de Metadatos (NEM):



3.3. Servicios de una IDE.

3.3.1. Servicios mínimos de una IDE.

Los servicios mínimos que ha de tener una IDE vienen definidos por el marco legal de cada país. En el caso de España, y al ser éste un país miembro de la UE, es la directiva INSPIRE la que establece estos servicios. Éstos son:

- Servicio de visualización.

Servicio a través del cual y de forma remota los usuarios tienen acceso a los mapas. Se aconseja adoptar el estándar OGC WMS para su visualización. Además, en las IDEs actuales se emplea el servicio WMTS o servicio de visualización de teselas que como se comentó, aporta ligereza y disminución en el tiempo de respuesta del servidor a la hora de proporcionar las imágenes.

- Servicio de localización o descubrimiento.

Servicio a través del cual el usuario tiene acceso a la visualización y descarga de metadatos de los recursos cartográficos. Al conjunto de metadatos de una IDE se le denomina catálogo y cualquier buscador de metadatos podrá conectarse a él mediante estándares CSW del OGC.

3.3.2. Servicios complementarios más utilizados en una IDE.

- Servicio de descarga.

Servicio a través del cual el usuario puede conectarse y generar copias totales o parciales de los recursos cartográficos disponibles, tanto en formato vectorial a través del estándar OGC WFS, o ráster a través del estándar OGC WCS. Los formatos más usuales en este tipo de descargas son shape, geopackage, ... para los WFS, y tiff, geotiff, ecw, ... para los WCS.

- Servicio de procesamiento.

Este permite a la IDE ofrecer servicios de geoprocésamiento y análisis espacial (como por ejemplo buffers, recortes, uniones, ...). El protocolo OGC empleado es el WPS.

- Servicio de nomenclátor o Gazetteer.

Aunque la directiva INSPIRE no dice nada sobre ello, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) aconseja la creación de un servicio de nomenclátor a través del cual un usuario puede hacer peticiones al servidor de nombres geográficos o topónimos y sus coordenadas. El protocolo OGC más empleado es el WFS-G.



3.4. Geoportal.

La gran mayoría de los productos cartográficos se elaboran con software e instrumental específico como puedan ser los SIG, programas de CAD, ... así como sensores aerotransportados como los sensores LIDAR, cámaras de fotogrametría analógicas o digitales, ... De este modo son necesarios unos conocimientos técnicos y teóricos para la elaboración, procesamiento, trazado y difusión de los productos cartográficos que no están al alcance de todo usuario.

Así pues, un Geoportal es un espacio web en internet que proporciona acceso a los servicios de una IDE incorporando además los siguientes componentes y funcionalidades:

- Un visualizador online de los distintos productos cartográficos.
- Un buscador de metadatos (catálogo de metadatos).
- Recomendable el que se proporcione información sobre el marco legal de la IDE.
- Recomendable que se muestre el listado de direcciones de Internet correspondientes a los servicios ofrecidos en el Geoportal.

Además, hay Geoportales que ofrecen otras componentes como:

- Un nomenclátor o buscador de topónimos.
- Centro de descarga directa de productos cartográficos sin necesidad de utilización de protocolos OGC.
- Otros recursos como herramientas software, otros servicios OGC (geoprocesamiento, WPS, ...) APIs de visualización y descarga, ...





Imagen 2. Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España. Fuente www.ideo.es.



4. ESTÁNDARES.

Se entiende por estándares el conjunto de normas, reglas, formatos que tienden a la consecución de la interoperabilidad entre usuarios, administraciones, organismos, proveedores de datos, etc. con independencia del lugar y medio de consulta de los productos cartográficos.

Según la norma ISO 19119 se entiende por interoperabilidad como la capacidad para comunicarse, ejecutar programas, o transferir datos entre varias unidades funcionales de forma que se requiera poco o ningún conocimiento de características únicas de estas unidades.

La misma norma ISO 19119 define la interoperabilidad geográfica como la capacidad de los sistemas de información de 1) intercambiar libremente toda clase de información espacial sobre la Tierra y sobre los objetos y fenómenos sobre y por debajo de la superficie terrestre; 2) cooperativamente, sobre redes, ejecutar aplicaciones capaces de manipular tal información.

Dentro de este apartado de estándares vamos a diferenciar entre normas, estándares y recomendaciones.

Las **normas** son documentos que recogen de manera armonizada los especificaciones metodológicas y técnicas resultantes de la experiencia y el desarrollo de la tecnología o de una actividad.

En el caso de las normas son organismos oficiales de normalización los encargados de su elaboración, redacción y publicación. Entre ellos se encuentran la *Organización Internacional para la Estandarización (ISO)*, *Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)*.

14

Las normas también son conocidas como estándar de jure (o iure) y en lo que a la información geográfica respecta, las normas relativas se agrupan bajo el nombre o familia ISO 19100.

Los **estándares** por el contrario son toda práctica o documento que, sin ser norma, está total y perfectamente aceptado por la comunidad y usuarios con función similar a la de una norma, pero sin estar certificada por un organismo de normalización.

Dentro de las organizaciones desarrolladoras de estándares de información geográfica encontramos Universidades, Empresas, Agencias Cartográficas Nacionales, ... De entre todas ellas una de las más importantes el *Open Geospatial Consortium (OGC)*, organización internacional sin fines de lucro comprometida con la creación de estándares abiertos e interoperables para la comunidad geoespacial global en el marco de los Sistemas de Información Geográfica y de la *World Wide Web*.

Por último, estarían las **recomendaciones**, que son aquellas directrices que no son de obligado cumplimiento pero que recogen de manera armonizada prácticas y usos en una comunidad.

4.1. Estandarización de la Información Geográfica.

4.1.1. Open Geospatial Consortium (OGC).



Como se ha comentado, el OGC es un conglomerado de entidades sin ánimo de lucro con más de 500 miembros y que tiene por misión promover el desarrollo, técnicas y estándares de Sistemas Abiertos en el ámbito de la Información Geográfica.

Algunos de los objetivos del OGC son:

- Proporcionar estándares gratuitos y abiertos tanto a empresas como a usuarios.
- Liderar internacionalmente la creación y difusión de estándares.
- Mejorar los estándares y apoyar a la innovación y las aplicaciones de tecnologías geoespaciales.
- Emprender procesos colaborativos que acerquen de manera más veloz al mercado los resultados de investigaciones sobre interoperabilidad.

4.1.2. Estándares OGC.

Los estándares OGC más importantes en lo que a los servicios que presta una IDE respecta se muestran en la siguiente tabla:

Estándar OGC	Descripción
GeoPackage	Estándar de codificación en el intercambio de datos vectoriales y ráster utilizando la base de datos SQLite
Geography Markup Language (GML)	Lenguaje para almacenar datos geográficos basado en XML.
Keyhole Markup Language (KML)	Lenguaje centrado en la visualización de información geográfica basado en XML.
Web Coverage Service	Estándar para la descarga de datos ráster.
Web Feature Service	Estándar para la edición y descarga de datos vectoriales.
Web Map Service	Estándar para la visualización de mapas.
Web Map Tile Service	Estándar para la visualización de mapas en teselas para mejorar y acelerar la respuesta de los mapas a los clientes.
Catalogue Service (CSW)	Estándar para la búsqueda e intercambio de metadatos de la información geográfica.

3.2.2. Comité técnico 211 y normas ISO 19100.

Dentro de la organización ISO encargada de la elaboración de las normas internacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología, el Comité Técnico 211 es el encargado de la elaboración de aquellas en lo que a la información geográfica respecta, por ejemplo, en las IDEs, Bases de datos espaciales, sistemas de información geográfica, etc. Este conjunto de normas se engloba bajo la denominación de normas ISO 19100.

Las normas ISO tienen su transposición a las normas UNE-EN de las que aquí en España depende de AENOR. En la siguiente tabla se muestran las equivalencias entre cada norma ISO y UNE-EN en relación a los estándares OGC más importantes y que van a ser empleados en este trabajo:



Estándar OGC	Norma ISO equivalente	Norma Aenor equivalente
WMS	ISO 19128:2005	UNE-EN 19128:2009
WFS	ISO 19142:2010	UNE-EN 19142:2012
WCS	ISO 19123:2005	UNE-EN 19123:2008
CSW	ISO 19139:2007	UNE-CEN ISO/TS 19139:2011
GML	ISO19136:2007	-
WPS	ISO 19119:2006	UNE-EN ISO 19119:2016 UNE
FILTER ENCODING	ISO 19143	UNE-EN ISO 19143:2012

Norma ISO Número	Título ISO	Norma Aenor equivalente
19115	19115:2003 Geographic information -- Metadata	UNE-EN ISO 19115:2006
19115-2	19115-2 Geographic information -- Metadata -- Part 2: Extensions for acquisition and processing	UNE-EN ISO 19115-2:2019
19119	19119 Geographic information -- Services	UNE-EN ISO 19119:2016
19139	ISO/TS 19139-1:2019 Geographic information -- XML schema implementation -- Part 1: Encoding rules	UNE-CEN ISO/TS 19139-1:2019
19139-2	PD ISO/TS 19139-2:2012 Geographic information. Metadata. XML schema implementation. Extensions for imagery and gridded data	-
15836	ISO 15836-1:2017 Information and documentation -- The Dublin Core metadata element set -- Part 1: Core elements ISO 15836-2:2019 Information and documentation -- The Dublin Core metadata element set -- Part 2: DCMI Properties and classes	UNE-ISO 15836:2011 Información y documentación. Conjunto de elementos de metadatos Dublin Core. (ISO 15836:2009)



5. MARCO DE LAS IDES EN EUROPA Y ESPAÑA.

5.1. Países de la Unión Europea: directiva INSPIRE.

El marco legal de las IDEs en Europa viene regulado por la Directiva Europea INSPIRE o Directiva 2007/2 de 14 de marzo de 2007. Por ella no sólo se rigen las IDEs si no que va más allá estableciendo normas de ejecución (reglamentos, guías técnicas) dónde se establece (*Martínez, 2015*):

- Cómo se ha de producir la cartografía.
- Qué metadatos ha de contener la IG.
- Qué servicios deben ofrecer las IDE's y su grado de fiabilidad.
- Qué servicios deben ser gratuitos y cuales no y sus restricciones.
- Deber de los estados miembros de puesta a disposición de los ciudadanos, organismos públicos y resto de países públicos de los datos espaciales.
- Deber de presentar informes periódicos evaluables.
- Plazos de los que disponen los países miembros para implementar todo lo anterior.

Tanto las directivas como los reglamentos europeos tienen carácter de obligado cumplimiento para los estados miembros de la UE, no siendo así las guías técnicas, por ejemplo, basadas en recomendaciones, opiniones, ...

A modo de resumen, la Directiva INSPIRE se divide en:

- Consideraciones iniciales. Razón de ser de la directiva, objetivos principales, ...
- Capítulo I. Disposiciones generales.
- Capítulo II. Metadatos.
- Capítulo III. Interoperabilidad de conjuntos y servicios de datos espaciales.
- Capítulo IV. Servicios de red.
- Capítulo V. Puesta en común de los datos.
- Capítulo VI Coordinación y medidas complementarias.
- Capítulo VII. Disposiciones finales.

La transposición de la Directiva INSPIRE en España es la Ley LISIGE (Ley 14/2010) del año 2010.

5.2. Marco legal en España: Ley LISIGE.

El marco legal en España al ser éste un país miembro de la UE viene marcado por la directiva INSPIRE y por la ley que la traspone a la legislación nacional: Ley 14/2010 LISIGE o "Ley sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica de España".

La Ley LISIGE, aparte de incluir todo lo aprobado en la Directiva INSPIRE, también incluye capítulos concretos sobre la IDE de España, sistema cartográfico nacional, etc. Además, existe diversa normativa adicional a Ley LISIGE como son:



- Real Decreto 1545/2007 del Sistema Cartográfico Nacional (BOE 30/11/2007).
- Orden FOM/2807/2015, de 18 de diciembre, por la que se prueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- Ley 11/2007 de acceso electrónico a los Servicios Públicos.
- Ley 37/2007 de Reutilización de la Información del Sector Público.

Además, a estas Leyes, Reales Decretos, Decretos, Órdenes, etc. también se suma la legislación que en materia de las IDE y la información geográfica está implementando cada comunidad autónoma. Ejemplo de ello tenemos el siguiente enlace de la web de la IDE de España y los enlaces a su vez a las IDE's autonómicas:

<https://www.idee.es/web/idee/proyectos-idee/autonomico>



6. ARQUITECTURA CLIENTE-SERVIDOR Y LENGUAJE XML.

6.1. Arquitectura cliente – servidor.

La arquitectura cliente-servidor es un modelo de diseño de software en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. Un cliente realiza peticiones a otro programa, el servidor, quien le da respuesta.

6.1.1. Comunicación a través de la red.

La comunicación entre el cliente y el servidor necesita de un lenguaje y unas reglas comunes llamado protocolo de comunicación. El protocolo más ampliamente utilizado es el *Internet Protocol Suite* consistente en la pareja de los protocolos TCP (*Transmission Control Protocol*) e IP (*Internet Protocol*).

El protocolo TCP/IP se encarga de proporcionar conectividad entre distintos puntos de la red especificando como los datos deben ser formateados, direccionados, transmitidos y recibidos.

El proceso mediante el cual un dato es transmitido de un equipo hasta que es interpretado por otro queda definido por un sistema de cuatro capas, y que, desde el nivel más bajo al más alto son:

1. Capa o nivel de red (link layer). Ejemplo Ethernet.
2. Capa o nivel de Internet (internet layer): IP.
3. Capa o nivel de Transporte (transport layer): TCP.
4. Capa o nivel de Aplicación (application layer): HTTP.

19

En el primer y más bajo nivel Ethernet envía paquetes de información entre direcciones MAC de dos dispositivos. Las direcciones MAC son identificadores únicos asociados a cada interfaz de red de nuestro ordenador.

Pasando al siguiente nivel de transporte, los datos se codifican en un paquete de información TCP que contiene una sección de datos y otra información como indicadores, puerto de origen y destino, ...

Los paquetes de datos viajan en la red desde un puerto de origen a un puerto de destino. Los puertos tienen valores numéricos entre el 0 y el 65535 que identifica la conexión entre el cliente y el servidor.

En el siguiente nivel, las direcciones IP son direcciones que identifican los dispositivos de red de nuestro equipo como pueda ser una impresora, un dispositivo WIFI, un router, ... Las URLs que veremos un poco más adelante, tienen una dirección IP equivalente que puede ser de 32 o 128 bits dependiendo bajo el estándar IPv4 o IPv6 con las que se crearan respectivamente.

Y por último, en el nivel superior o de aplicación, es usado por la mayoría de aplicaciones para proporcionar servicios al usuario o para el intercambio de datos sobre la red, apoyándose sobre los niveles de transferencia de datos inferiores vistos. El protocolo más usado es el HTTP o Hyper Text Transfer Protocol, el cual permite por ejemplo la navegación a través de páginas web.



6.1.2. Tipos de clientes y servidores.

Cliente.

El cliente es una aplicación informática o un ordenador que consume un servicio remoto en otro ordenador conocido como servidor, normalmente a través de una red de telecomunicaciones.

Dentro de los tipos de clientes puede diferenciarse entre cliente *ligero* y *pesado* diferenciándose ambos principalmente, por el lugar en el que se hace la carga de procesamiento. Si el procesamiento se realiza en un alto porcentaje por el ordenador central (servidor) estaremos hablando de un cliente ligero (Olaya, 2012). Si por el contrario la mayor parte del procesamiento se realiza en el cliente en su mayor parte, hablaríamos entonces de cliente pesado.

Servidor.

Un servidor es un conjunto de computadoras capaz de atender las peticiones de un cliente y devolverle una respuesta en concordancia. El servidor realiza otras tareas para beneficio de los clientes; les ofrece la posibilidad de compartir datos, información y recursos de hardware y software.

6.1.3. Arquitectura cliente-servidor web.

Al igual que hemos comentado de forma general, en el caso de la arquitectura cliente-servidor web, ésta no es más que una arquitectura cliente-servidor donde los clientes son navegadores web (clientes web) que realizan una serie de peticiones mediante protocolo HTTP a un servidor web.

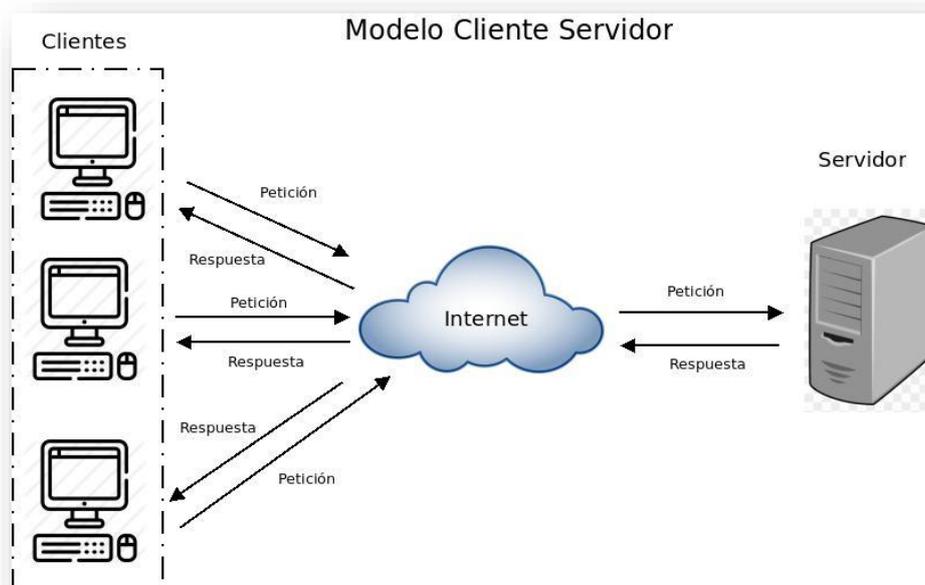
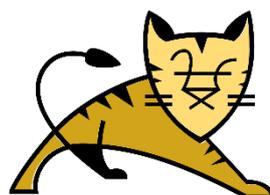


Imagen 3. Esquema del modelo de arquitectura cliente-servidor. Fuente: internet.

Los servidores web open source que se han empleado en el presente trabajo son:

- *Apache HTTP Server*, utilizado para alojar el Geoportal y el visualizador elaborado con *Open Layers*.
- *Apache Tomcat*, empleado como repositorio del servidor de cartografía *GeoServer* y el servidor de metadatos *GeoNetwork*.

El funcionamiento básico es el siguiente: el servidor Apache HTTP Server será quien nos sirva la página web del Geoportal mediante una petición http y siguiendo la arquitectura cliente-servidor. Mientras, el cliente web a través de un lenguaje de scripting (en el caso de este trabajo JavaScript) será quien interprete el código necesario y realice ciertas tareas para visualizar el portal web como respuesta del servidor.



6.1.3.1. URL y servidores DNS.

Una dirección web o URL (Localizador Uniforme de Recursos) es una referencia a un recurso en Internet que el cliente solicita al servidor. Las URLs están asociadas a protocolos HTTP, a las direcciones de transferencia (FTP), correo electrónico, ...

La estructura de una URL es la siguiente:

esquema://dominio:puerto/ruta

donde:

- Esquema: especifica el protocolo (http, https, ftp, mailto, file, ...).
- Dominio: es el nombre o IP de la máquina a la cual se solicita el recurso.
- Puerto: es opcional y se usa un puerto por defecto para el esquema utilizado en caso de no especificarlo. Por ejemplo, en este trabajo se ha usado el puerto 8080.
- Ruta: es camino al recurso solicitado al servidor (cadena de texto).

Un ejemplo de URL de este trabajo es:



<http://localhost:8080/geoserver>
<http://localhost/geoportal/index.html>

Por otro lado, los servidores DNS o servidores de dominio cuyas direcciones quedan establecidas en la configuración de red de nuestro ordenador, se encargan de traducir los nombres de los dominios a direcciones IP correspondientes. Un ejemplo de ello sería:

<http://www.upct.es>
<http://212.128.20.183>

En este trabajo se ha instalado el servidor web *Apache* dentro del propio ordenador, por comodidad y economía ya que de otro modo, deberíamos buscar y pagar por un servidor de nuestra información geográfica. Así pues, para conectarnos al servidor web situado en nuestro propio dispositivo informático, deberemos utilizar una IP similar a esta:

<http://localhost:puerto/ruta>

Los programas que vamos a emplear en el presente trabajo son *MS4W* o *MapServer* el cual ya contiene el servidor *Apache Tomcat*, *GeoServer*, *GeoNetwork*, y *QGIS*.

Comenzando por el primero de los programas, *MapServer* es un entorno de desarrollo en código abierto para la creación de aplicaciones SIG en Internet/Intranet con el fin de publicar, visualizar, consultar y analizar información geográfica a través de la red. Las principales características de este servidor de mapas son:

- Permite visualizar y consultar cientos de formatos de datos ráster y vectoriales como por ejemplo Esri Shape Files, PostGIS y Geotiff.
- Se puede ejecutar en MS Windows, Linux y Mac OSX.
- Está soportado por multitud de lenguajes para desarrollar aplicaciones como por ejemplo PHP, Java o .NET.
- Reproyección de los datos en tiempo real.
- El renderizado de los datos es rápido y de alta calidad.
- Existen un gran número de aplicaciones que permite la conexión a sus servicios a través de clientes de servicios OGC (Open Geospatial Consortium).
- El funcionamiento sencillo para el usuario final. Se trata de una aplicación a la que se accede a través de un servidor web (como Apache Tomcat).

Instalación de MS4W y Apache Tomcat.

La descarga el paquete software *MS4W* puede hacerse desde la página <http://www.apache.org> de la *Apache Software Foundation*. Una vez que se completa la descarga procedemos a instalar el paquete de programas.

Una vez instalado Apache MS4W Web Server, vamos a *Panel de Control/Herramientas administrativas/Servicios* para configurar el '*inicio automático*' del servidor cada vez que arranquemos el ordenador. Bastará con configurarlo una sola vez.



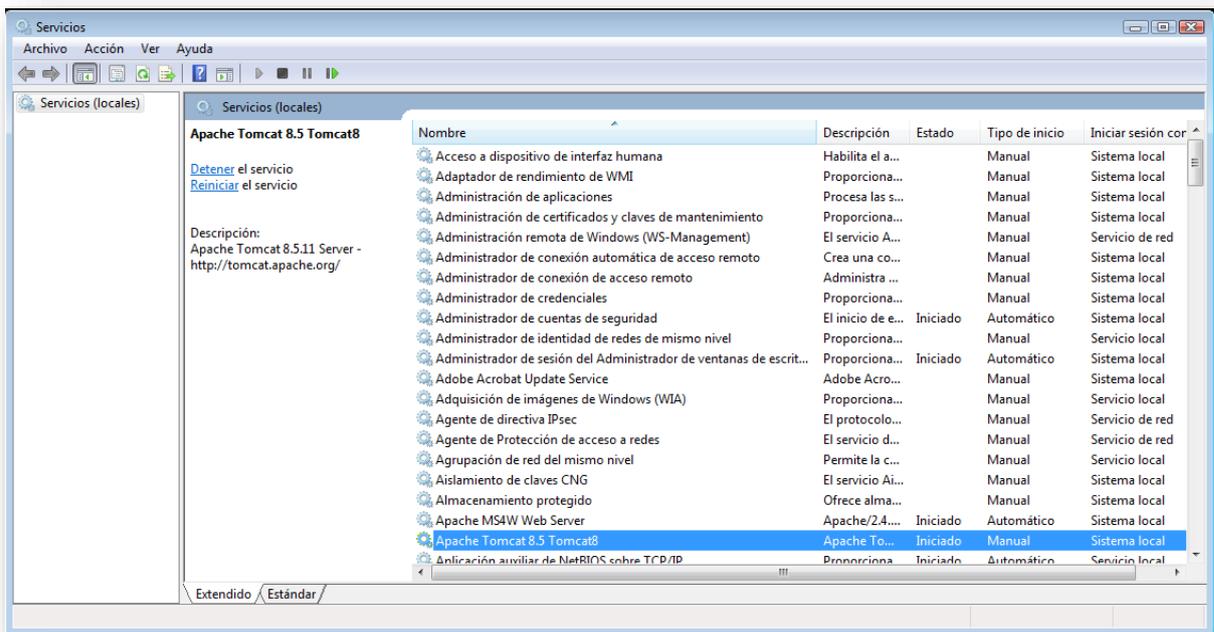


Imagen 4. Servicios de Windows. Inicio de Apache Tomcat Server.

Una vez terminado este proceso, se nos habrá creado un nuevo directorio de ruta de acceso:

`C:\ms4w\`

Vamos a comprobar que MS4W está correctamente instalado. Abrimos una ventana de un navegador y escribimos la siguiente dirección:

`http://localhost`

Si nos aparece la siguiente pantalla, es que está MS4W está correctamente instalado:



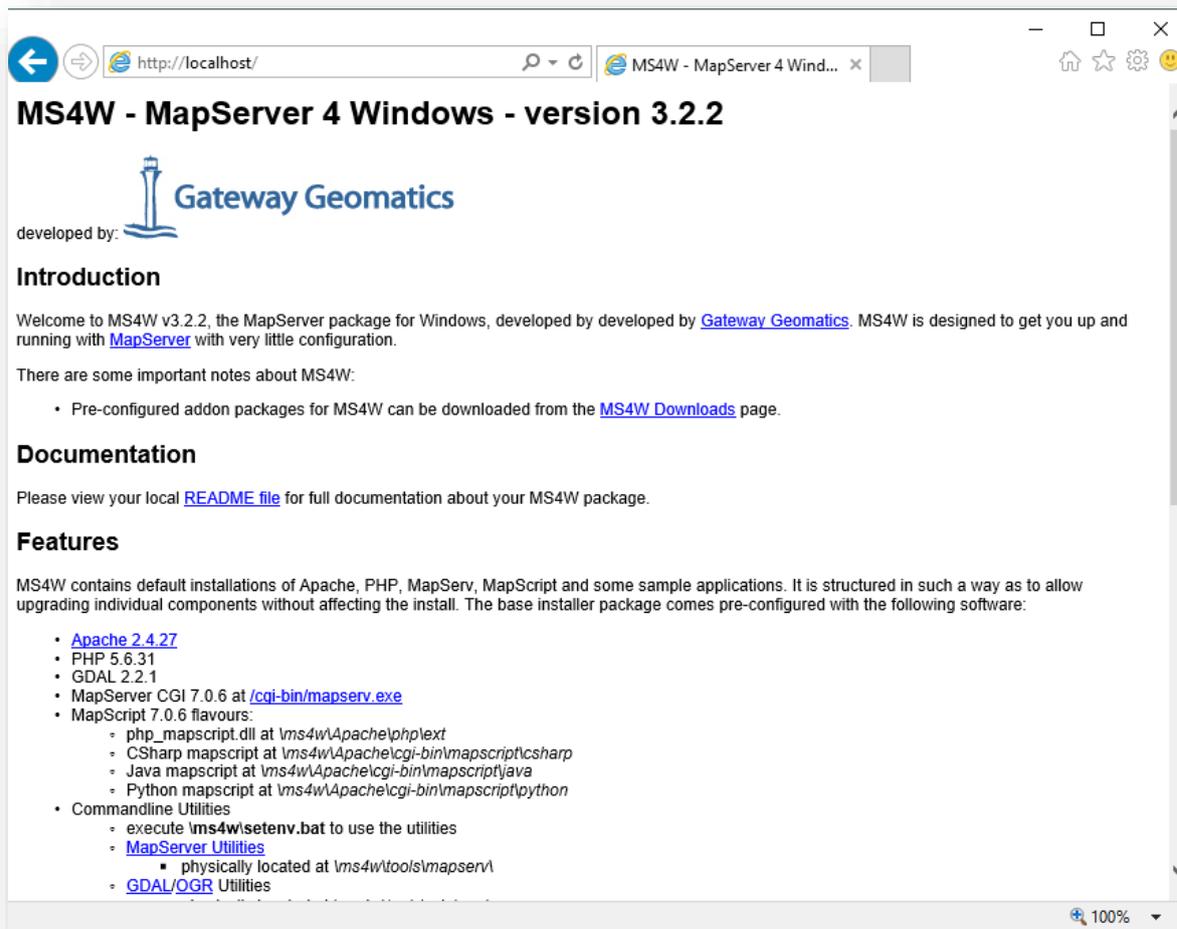


Imagen 5. Página de inicio de MS4W tras su instalación.

El paso siguiente es instalar y configurar ciertos parámetros de Apache Tomcat como puerto de comunicación, usuario y contraseña de acceso como administrador, directorios raíz, ... Será Apache Tomcat el servidor que actuará como contenedor de *GeoServer* y de la cartografía descargada y elaborada para este trabajo.

El nuevo directorio creado tras la instalación de Apache Tomcat es

`C:\ms4w\Apache\`

Es dentro de este nuevo directorio donde más adelante se alojará nuestro Geoportal y todos los archivos asociados de estructura, estilos, scripting, etc.

Por último, una vez realizada la instalación, se tendrá que configurar también el inicio automático de Apache Tomcat desde el gestor de servicios de Ms Windows al igual que ya hicieramos con MS4W.

La página de inicio de Apache Tomcat es la siguiente:



Home Documentation Configuration Examples Wiki Mailing Lists Find Help

Apache Tomcat/8.5.11

If you're seeing this, you've successfully installed Tomcat. Congratulations!



Recommended Reading:

- [Security Considerations HOW-TO](#)
- [Manager Application HOW-TO](#)
- [Clustering/Session Replication HOW-TO](#)

Server Status
Manager App
Host Manager

Developer Quick Start

[Tomcat Setup](#) [Realms & AAA](#) [Examples](#) [Servlet Specifications](#)
[First Web Application](#) [JDBC DataSources](#) [Tomcat Versions](#)

Managing Tomcat

For security, access to the [manager webapp](#) is restricted. Users are defined in:

```
$CATALINA_HOME/conf/tomcat-users.xml
```

In Tomcat 8.5 access to the manager application is split between different users.
[Read more...](#)

[Release Notes](#)
[Changelog](#)
[Migration Guide](#)
[Security Notices](#)

Documentation

[Tomcat 8.5 Documentation](#)
[Tomcat 8.5 Configuration](#)
[Tomcat Wiki](#)

Find additional important configuration information in:

```
$CATALINA_HOME/RUNNING.txt
```

Developers may be interested in:

- [Tomcat 8.5 Bug Database](#)
- [Tomcat 8.5 JavaDocs](#)
- [Tomcat 8.5 SVN Repository](#)

Getting Help

[FAQ and Mailing Lists](#)

The following mailing lists are available:

- [tomcat-announce](#)
Important announcements, releases, security vulnerability notifications. (Low volume).
- [tomcat-users](#)
User support and discussion
- [taglibs-user](#)
User support and discussion for [Apache Taglibs](#)
- [tomcat-dev](#)
Development mailing list, including commit messages

<h4>Other Downloads</h4> <ul style="list-style-type: none"> Tomcat Connectors Tomcat Native Taglibs Deployer 	<h4>Other Documentation</h4> <ul style="list-style-type: none"> Tomcat Connectors mod_ik Documentation Tomcat Native Deployer 	<h4>Get Involved</h4> <ul style="list-style-type: none"> Overview SVN Repositories Mailing Lists Wiki 	<h4>Miscellaneous</h4> <ul style="list-style-type: none"> Contact Legal Sponsorship Thanks 	<h4>Apache Software Foundation</h4> <ul style="list-style-type: none"> Who We Are Heritage Apache Home Resources
--	---	---	--	---

Imagen 6. Página de inicio de Apache Tomcat tras su instalación.

En esta página accederemos como administrador pinchando en “*Manager App*” e introduciendo un nombre de usuario y contraseña previamente elegido. Una vez que accedemos a Apache Tomcat, nos encontramos con la página de administrador donde podemos consultar el estado del servidor (si está funcionando o no), el listado de aplicaciones alojadas (*GeoServer*, *GeoNetwork*, etc.), directorios raíz, botones de inicio o parada de cada aplicación, etc.



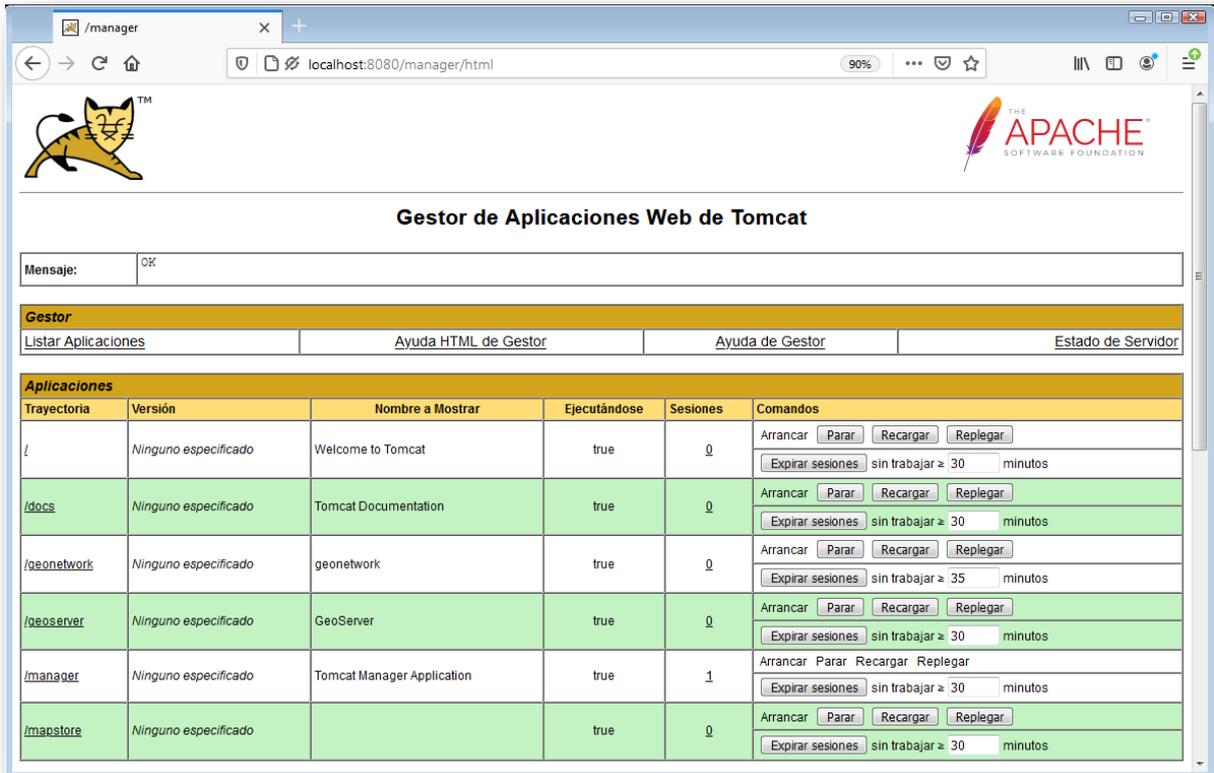


Imagen 7. Página de inicio de Apache Tomcat en modo administrador.

Instalación de GeoServer.

GeoServer es un servidor web de código abierto escrito en Java el cual permite a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales. Diseñado para la interoperabilidad entre usuarios, empresas y diferentes organismos, publica datos de las principales fuentes de datos espaciales usando estándares abiertos del Open Geospatial Consortium como el WMS, WFS y el WCS.

Además, *Geoserver* permite la elaboración de los metadatos de cada servicio y capa alojados en el servidor, definición de estilos de visualización, previsualización de capas con *OpenLayers* y la conexión a bases de datos espaciales con *PostGIS* por ejemplo y entre otras muchas funcionalidades.



De la página oficial de *GeoServer* se descarga la versión 2.14.4 en un archivo *.zip* que se deberá de descomprimir. De entre los diversos archivos descomprimidos, deberemos prestar atención a aquel con extensión *.war*. Volviendo a la página del Gestor de Aplicaciones Web de Tomcat, buscaremos el apartado de “*Desplegar*” donde deberemos indicar el directorio donde se encuentra alojado el archivo *.war* de *GoServer*. Tras este proceso, nos aparecerá en el gestor una nueva carpeta o directorio de *GeoServer* al que podremos acceder desde esta misma página de Tomcat o escribiendo la URL en la barra de direcciones:

<http://localhost:8080/geoserver>

Si *GeoServer* se ha instalado correctamente, podremos iniciar sesión con nuestras credenciales dadas teniendo acceso a la siguiente página de inicio:

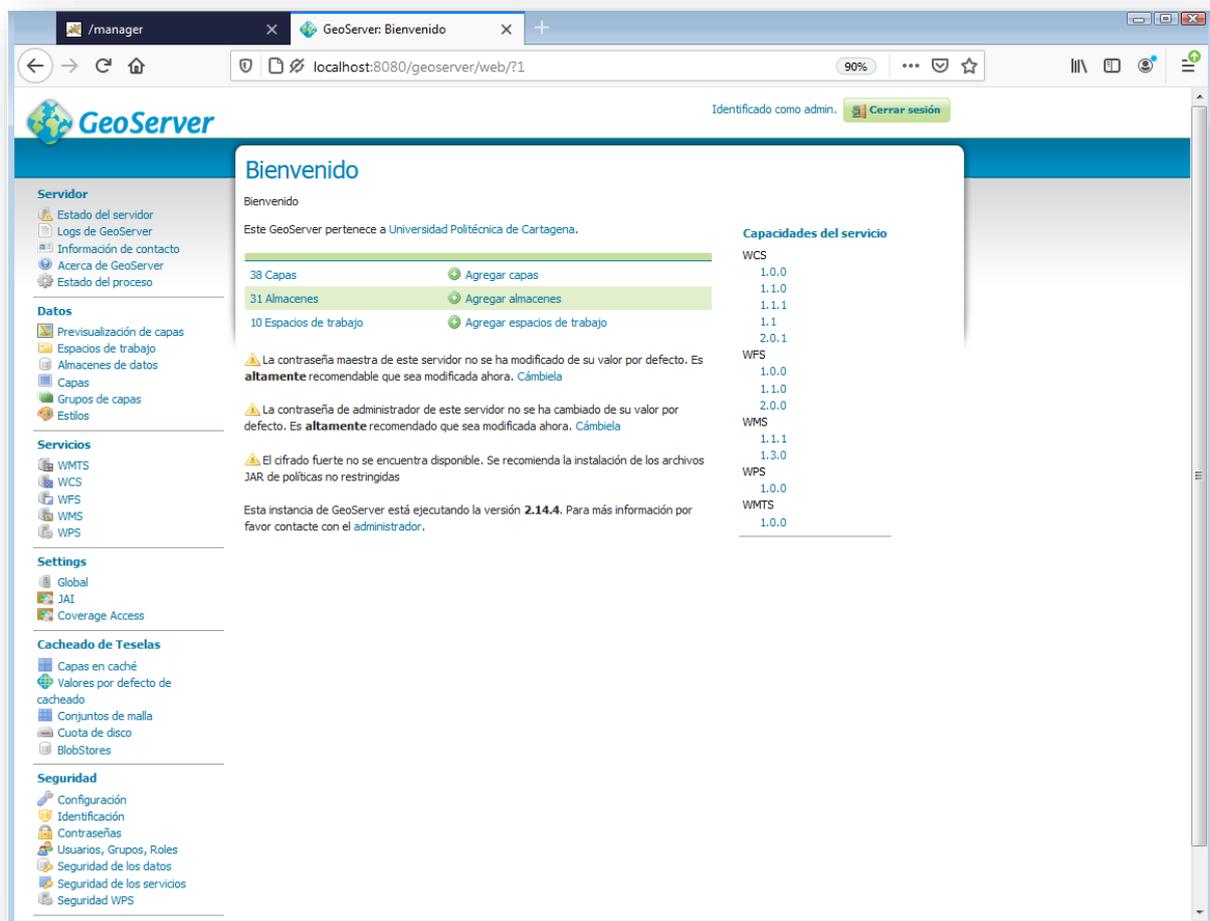


Imagen 8. Página de inicio de GeoServer en modo administrador.



Por último, al instalar *GeoServer* en nuestro equipo se nos ha creado un directorio nuevo dentro de Tomcat cuya ruta es:

`C:\Tomcat\webapps\geoserver`

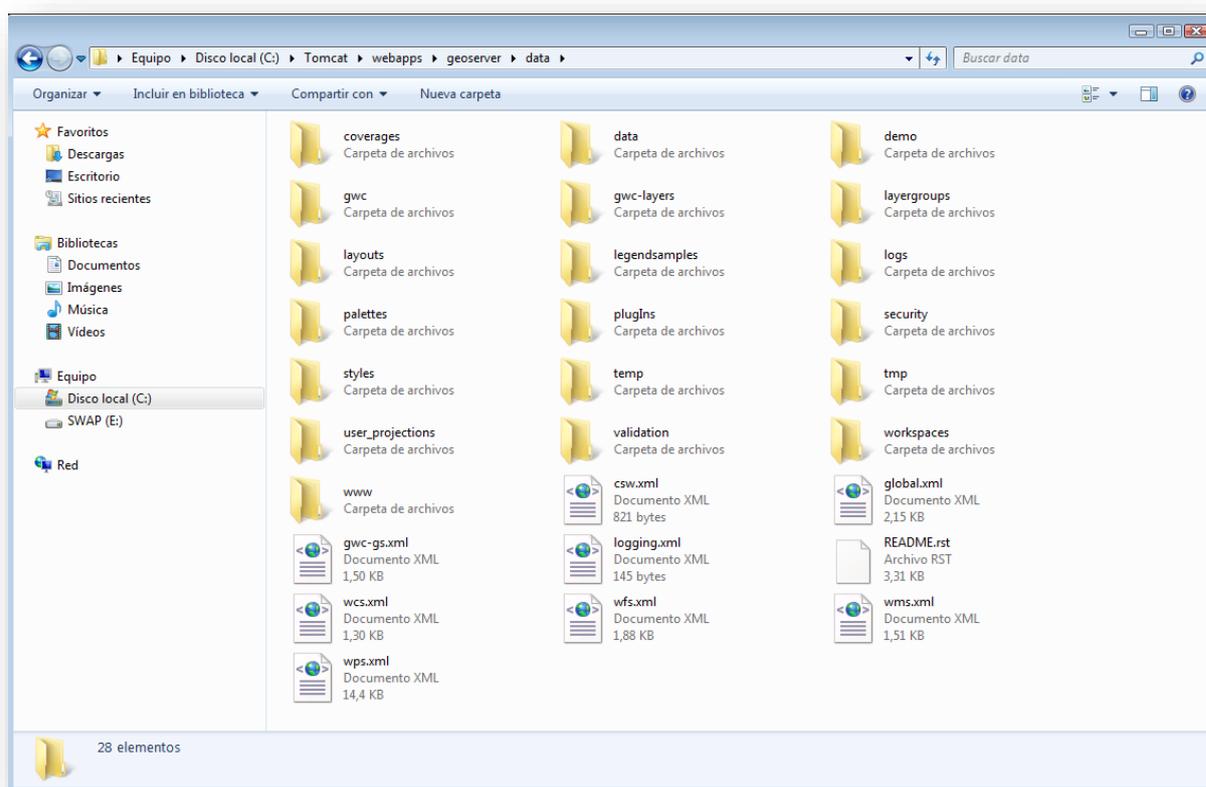


Imagen 9. Directorio creado de forma automática tras la instalación de *GeoServer*.

Algunas de estas carpetas y su función y contenido son:

- En el directorio raíz `\data` aparecen diversos archivos *XML* que definen la configuración global de cada uno de los servicios habilitados y prestados por *GeoServer* (*global.XML*, *wms.XML*, *wfs.XML*, ...).
- *Workspaces/*. Carpeta que contiene los diferentes almacenes de datos y las distintas capas de cada uno de ellos.
- *User-projections/*. Carpeta que contiene las distintas proyecciones personalizadas y no incluidas por defecto en *GeoServer*.
- *Styles/*. Carpeta que contiene los archivos de estilos de representación y visualización de las diferentes capas en *GeoServer*.
- *Data/*. Carpeta que contiene los ficheros vectoriales y ráster de las distintas capas.



Instalación de GeoNetwork.

GeoNetwork es una aplicación de software libre y de código abierto escrita en Java de catalogación de información de servicios y entidades geográficas, o lo que es lo mismo, un catálogo de metadatos de la información geográfica. Además, *GeoNetwork* proporciona potentes funciones de edición y búsqueda de los metadatos, un visor de mapas web interactivo incorporado y se basa en estándares abiertos, como el estándar OGC implementado *CSW* ó *Servicio de Catálogo Web*.



Algunas de las características principales de GeoNetwork son (Martínez, 2015):

- Acceso de búsqueda inmediata a catálogos geoespaciales locales y distribuidos
- Carga y descarga de datos, gráficos, documentos, archivos .pdf y cualquier otro tipo de contenido.
- Un Visor de Mapas Web interactivo para combinar los servicios de Mapas Web de servidores distribuidos en todo el mundo.
- Edición en línea de metadatos mediante sistema de plantillas y conforme a las principales normas relativas ISO19115/ISO19119/ISO19139/ISO19110 y Dublin Core metadatos formateados.
- Cosecha programada y sincronización de metadatos (*Harvesting*) entre catálogos distribuidos (GeoNetwork, CSW, OGC WxS GetCapabilities, WebDav, ArcSDE, Thredds, OGC WFS Features, OAI-PMH)
- Gestión de grupos y usuarios
- Interfaz de usuario multilingüe

Para la instalación de GeoNetwork será necesario acceder a su web oficial y descargar la versión 3.2. La dirección web del sitio es:

<https://geonetwork-opensource.org/>



De entre todos los archivos descargados, nos interesa el denominado *geonetwork.war*. Desde el gestor de aplicaciones de Tomcat y en la sección de “Desplegar”, se seleccionará el directorio en el que se encuentra el archivo .war mencionado para ser instalado. Terminado el proceso de instalación, volveremos a la página del gestor de aplicaciones de Tomcat para comprobar que se ha creado una carpeta o directorio nuevo /*geonetwork*.

Instalación de QuantumGIS ó QGIS.

QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de software libre y código abierto multi plataforma desarrollado en C++. Este software supone uno de los ocho primeros proyectos de la fundación OSGeo, organización no gubernamental cuya misión es dar soporte y promover el desarrollo colaborativo de tecnologías geoespaciales y datos abiertos.

QGIS permite operar con datos vectoriales y ráster y en multitud de formatos así como con bases de datos espaciales e incluso integrar otras herramientas SIG como GRASS, SAGA GIS, etc.

La descarga del software se realiza desde la página oficial del proyecto cuya dirección web es:

<https://www.qgis.org/es/site/>

30

La versión a descargar podrá ser cualquiera posterior a la versión 3.2 ya que cualquiera de éstas nos permite realizar una función concreta en relación a los estilos de simbolización de las capas vectoriales como ya veremos más adelante y que nos ahorra tiempo y esfuerzos.



6.2. Lenguaje XML y HTML.

XML, siglas en inglés de *eXtensible Markup Language* o "*Lenguaje de Mercado Extensible*", es un metalenguaje que permite definir lenguajes de marcas desarrollado por el *World Wide Web Consortium (W3C)* utilizado para almacenar datos en forma legible. El lenguaje *XML* es un lenguaje enfocado al almacenaje de información estructurada en documentos de manera que el intercambio de información sea estándar.



El lenguaje *XML* proviene del lenguaje *SGML* ó *Lenguaje Estándar de Marcado Generalizado*, que es un lenguaje más general y más flexible que el *XML* que permite definir la gramática de lenguajes específicos (de la misma manera que *HTML* es a su vez un lenguaje definido por *SGML*) para estructurar documentos grandes. A diferencia de otros lenguajes, *XML* da soporte a bases de datos, siendo útil cuando varias aplicaciones deben comunicarse entre sí o integrar información

El lenguaje *XML* va a ser el utilizado en este trabajo para definir los metadatos como formato de intercambio, para las peticiones *GetCapabilities* que realizaremos a los servicios WMS, WFS, etc.

A modo de ejemplo a continuación se muestra un documento *XML* sencillo en formato texto estructurado donde la información del documento está definida mediante marcas o etiquetas (ficha, nombre, apellido, ...):

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ficha>
  <nombre>Raúl</nombre>
  <apellidos>Martínez</apellidos>
  <direccion>Calle Pío Baroja, 3</direccion>
  <edad>35</edad>
  <datos formato="digital"></dtos>
</ficha>
```

Imagen 10. Ejemplo de documento XML.

7. SERVICIO DE VISUALIZACIÓN DE MAPAS WMS.

7.1. Introducción a los servicios de visualización.

El servicio web de mapas (WMS) es un protocolo desarrollado por la *Open Geospatial Consortium* (OGC) cuya misión es servir imágenes georreferenciadas de mapas a través de internet. Estas imágenes son proporcionadas por un servidor al que previamente se le ha suministrado la información geográfica desde una base de datos SIG.

El protocolo WMS proporciona una o varias imágenes georreferenciadas de una zona concreta mediante una petición HTTP o direcciones URL al servidor que contiene la información geográfica. Estas imágenes podrán ser visualizadas desde un navegador web (cliente ligero) o desde SIG de escritorio (cliente pesado) como *Arcgis*, *gvSIG*, *QGIS*, etc.

El protocolo WMS aporta ventajas como que puedan hacerse peticiones a diversos WMS y combinar las capas resultantes para crear un mapa, o que por ejemplo no sea necesario que todas las capas estén dispuestas en el mismo sistema de referencia, ya que ciertos servidores de mapas (*GeoServer*) son capaces de reproyectar las capas que sean necesarias para que puedan ser visualizadas.

7.1.1. Normativa.

La última versión del estándar WMS del OGC es la versión 1.3.0, especificación que queda recogida en la norma ISO 19128:2005 y en la traducción al castellano bajo la denominación de norma UNE-EN ISO 19128:2009.

7.1.2. Sistemas de referencia.

Un sistema de referencia geodésico es un recurso matemático ó físico que permite asignar coordenadas a puntos sobre la superficie terrestre mediante un datum u origen y un sistema de coordenadas.

En este trabajo se han empleado, 7 sistemas de referencia bajo la denominación o nomenclatura del estándar EPSG (*European Petroleum Survey Group*).

Este estándar identifica de forma unívoca cada sistema de referencia espacial mediante un código numérico de cuatro, cinco o seis cifras. En la tabla siguiente se muestran los códigos EPSG de los sistemas de referencia empleados:

	ED50	WGS84	ETRS89	ETRS89 INSPIRE*	REGCAN95
Proyección UTM					
Huso 27		32627		3039	4082
Huso 28	23028	32628	25828	3040	4083
Huso 29	23029	32629	25829	3041	



Huso 30	23030	32630	25830	3042	
Huso 31	23031	32631	25831	3043	
Coordenadas geográficas					
	4230	4326	4528	4528	4081

A este listado de código podrían añadirse el EPSG:3857 o Web Mercator que emplean algunos productos cartográficos web como imágenes de satélite de Google.

7.1.3. Operaciones del servicio WMS.

La especificación OGC define tres operaciones para el servicio WMS, que pueden ser solicitadas por cualquier cliente ya sea ligero o pesado, y que son (Olaya, 2012):

- *GetCapabilities* (obligatoria): el servidor WMS devuelve un documento XML con los metadatos y/o propiedades y características del servidor. Ejemplo de esta información devuelta serían capas disponibles, sistemas de referencia, formatos de imagen soportados, etc.
- *GetMap* (obligatoria): el servidor WMS devuelve un mapa en formato imagen compuesto por una o varias capas de información geográfica en función de un tamaño, área, sistema de referencia, etc. solicitado.
- *GetFeatureInfo* (opcional): el servidor devuelve información sobre los atributos que definen a los objetos geográficos en una posición espacial determinada.

33

Dentro del estándar WMS se definen dos tipos: WMS básico si solo soporta las dos operaciones obligatorias definidas *GetCapabilities* y *GetMap*, o bien, WMS de consulta si además de las dos operaciones obligatorias, soporta la tercera operación que es opcional, *GetFeatureInfo*.

Cualquiera de las tres operaciones descritas es se llaman mediante el protocolo HTTP y pueden realizarse tanto por clientes ligeros (navegadores web) como por clientes pesados (SIGs de escritorio).

7.1.4. Solicitud HTTP Get.

Como se comentó con anterioridad, el protocolo HTTP sirve para permitir la comunicación entre cliente y servidor y tanto para realizar peticiones como para recibir la respuesta.

Los parámetros necesarios en las peticiones HTTP Get (*GetCapabilities*, *GetMap*, *GetFeatureInfo* en el entorno de un servicio WMS) se codifican en una misma URL que se utiliza para realizar la petición mediante parejas de *Variable/Valor*, también conocidas como *KVP* ó *keyword/value*.

Según lo anterior, una petición HTTP Get genérica tendría la siguiente estructura:

[http://host\[:puerto\]/ruta?valor=nombre_variable&valor=nombre_variable&...](http://host[:puerto]/ruta?valor=nombre_variable&valor=nombre_variable&...)



Nota: la petición puede comenzar con 'http' o 'https' y el número de puerto se indica opcionalmente.

Un ejemplo concreto de una petición HTTP Get para probar y ver los resultados que devuelve, es la siguiente:

<https://servicios.idee.es/wms-inspire/ocupacion-suelo?request=GetCapabilities&service=WMS>

La respuesta del servidor de la IDE del IGN es un archivo XML con los metadatos del servicio WMS solicitado sobre la ocupación del suelo que se puede ver en la siguiente imagen:

```
This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<WMS_Capabilities xmlns:srv="http://schemas.opengis.net/iso/19139/20060504/srv/srv.xsd"
  xmlns:gmd="http://schemas.opengis.net/iso/19139/20060504/gmd/gmd.xsd"
  xmlns:gco="http://schemas.opengis.net/iso/19139/20060504/gco/gco.xsd"
  xmlns:inspire_vs="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_vs/1.0" xmlns:gml="http://schemas.opengis.net/gml"
  xmlns:inspire_common="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/common/1.0" xmlns="http://www.opengis.net/wms"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" version="1.3.0"
  updateSequence="2619" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wms
  http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_vs/1.0/inspire_vs.xsd">
  <Service>
    <Name>WMS</Name>
    <Title>Ocupación de suelo de España</Title>
    <Abstract>Información de Ocupación de Suelo de España (SIOSE) 2014 y CORINE Land Cover 2018. La denominación de las capas es conforme con las especificaciones de la Directiva Inspire 2007/2/EC (nombre, título) así como estilo Inspire por defecto. Servicio de visualización WMS 1.3.0 conforme al perfil Inspire de ISO 19128:2005.</Abstract>
    <KeywordList>
      <Keyword>Infraestructura de Datos Espaciales de España</Keyword>
      <Keyword>IDEE</Keyword>
      <Keyword>Sistema Cartográfico Nacional</Keyword>
      <Keyword>SCNE</Keyword>
      <Keyword>España</Keyword>
      <Keyword vocabulary="ISO 19119 geographic services taxonomy, version 2.3">infoManagementService</Keyword>
      <Keyword vocabulary="ISO 19119 geographic services taxonomy, version 2.3">infoMapAccessService</Keyword>
      <Keyword vocabulary="GEMET - INSPIRE themes, version 1.0">Cubierta terrestre</Keyword>
      <Keyword vocabulary="GEMET - INSPIRE themes, version 1.0">Usos del suelo</Keyword>
    </KeywordList>
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://www.ign.es"/>
    <ContactInformation>
      <ContactPersonPrimary>
        <ContactPerson/>
        <ContactOrganization>Infraestructura de Datos Espaciales de España</ContactOrganization>
      </ContactPersonPrimary>
      <ContactPosition>Punto de contacto</ContactPosition>
      <ContactAddress>
        <AddressType>Postal</AddressType>
        <Address>C/ General Ibáñez de Ibero, 3</Address>
        <City>Madrid</City>
        <StateOrProvince>Madrid</StateOrProvince>
        <PostCode>28003</PostCode>
      </ContactAddress>
    </ContactInformation>
  </Service>
</WMS_Capabilities>
```

Imagen 11. Documento XML de respuesta a una petición GetCapabilites al WMS del IGN.

De la petición HTTP Get anterior podemos diferenciar las siguientes parejas KVP.

Variable	Valor
request	GetCapabilities



service	WMS
---------	-----

7.2. Operaciones.

En los siguientes apartados se describe cómo se utilizan las peticiones *GetCapabilities*, *GetMap*, *GetFeatureInfo* en el entorno de un servicio WMS, qué parámetros son necesarios, qué resultados devuelve, etc.

Se ha de notar que con el tiempo el protocolo WMS ha sufrido modificaciones existiendo diversas versiones de este estándar. En el presente trabajo se ha trabajado con la última versión del WMS, la 1.3.0. aunque aún existes y siguen siendo operativas las versiones 1.1.1. y 1.1.0.

6.2.1. GetCapabilities.

La respuesta de un WMS a una petición *GetCapabilities* es un archivo *XML* con los metadatos del servicio, es decir, la información general del servicio (organismo, empresa, persona que elabora la información geográfica, quién la mantiene y actualiza, datos de contacto, ...), e información específica del servicio (capas disponibles, sistemas de referencia empleados, formatos de archivo admitidos, ...).

6.2.1.1. Parámetros en la petición GetCapabilities.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros obligatorios, así como alguno de los parámetros opcionales de la petición *GetCapabilities*.

Parámetro y valor	Breve descripción	Obligatoriedad (Si/No)
REQUEST=GetCapabilities	Nombre de la petición. En este caso es GetCapabilities	Si
SERVICE=WMS	Servicio sobre el que se hace la petición. En este caso es WMS pero podría hacerse sobre otros como WFS, WCS, etc.	Si
VERSION=1.3.0.	Versión del servicio solicitado. La última versión es la 1.3.0. aunque siguen operativas las versiones 1.1.1. y 1.1.0.	No, opcional
FORMAT=text/XML	Formato en el que el servicio nos devuelve el documento <i>XML</i> de capacidades. Suele ser text/XML.	No, opcional

Fuente: <https://www.ideo.es/>

Volviendo al ejemplo anterior, la petición *GetCapabilities*,



<https://servicios.idee.es/wms-inspire/ocupacion-suelo?request=GetCapabilities&service=WMS>

nos devolvió un documento *XML* en el que aparecen entre otros los siguientes campos de metadatos:

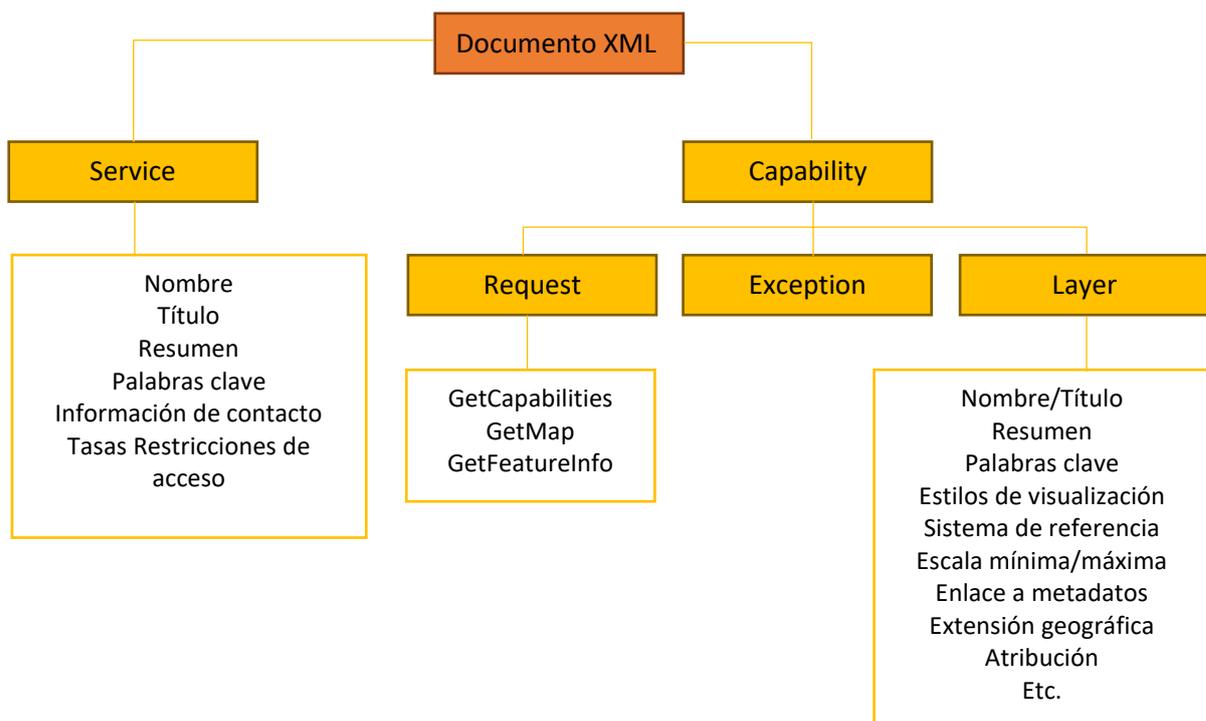
- Norme del servicio: WMS.
- Título: Ocupación del suelo de España.
- Abstract.
- Palabras clave: Infraestructura de Datos Espaciales de España, IDEE, Sistema Cartográfico Nacional, ...
- Información de contacto.

Unas consideraciones importantes a señalar sobre las peticiones:

- El nombre de los parámetros en los estándares OGC no son sensibles a mayúsculas y minúsculas (*service*, *request*, *versión*, ...).
- El valor de los parámetros en los estándares OGC en cambio si lo es (*GetCapabilities*, *GetMap*, ...).
- El orden de los parámetros o parejas KVP en la petición HTTP Get no importa.

6.2.1.2. Estructura del documento *XML* de capacidades.

36 Un documento de capacidades *XML* devuelto por un servidor WMS tras una solicitud *GetCapabilities* tiene el siguiente esquema:



El documento *XML* de capacidades que nos devuelve el servidor WMS contiene las secciones comentadas en el esquema y que de forma resumida son:

- a. *<Service>*: Aparecen los metadatos generales del servicio como su propio nombre, el título, un breve resumen, las palabras clave que lo definen, etc. De entre todos ellos, son mínimos e imprescindibles los metadatos de nombre *<Name>*, título *<Title>* y la dirección URL del recurso en línea *<OnlineResource>*.
- b. *<Capability>*: Se muestra la información sobre las diferentes operaciones que soporta el servicio y todas las capas cartográficas que proporciona. Además, existen otras secciones anidadas como: *<request>* que proporciona información sobre las operaciones *GetCapabilities*, *GetMap* y *GetFeatureInfo* del servicio WMS; *<exception>* que proporciona un documento en formato texto, imagen, etc. con información cuando en el servidor se produce un error; *<layer>* que contiene toda la información de cada una de las capas servidas por el WMS desde nombre, título, sistema de referencia, extensión, etc.

6.2.2. GetMap.

La operación *GetMap* tiene como resultado o respuesta un mapa o un conjunto de elementos (como una leyenda) en formato imagen. En caso de que el servidor no pueda devolver la imagen devolverá un mensaje de error en el formato de excepción que se haya preconfigurado.

6.2.2.1. Parámetros en la petición GetMap.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros obligatorios, así como alguno de los parámetros opcionales de la petición GetMap.

Parámetro y valor	Breve descripción	Obligatoriedad (Si/No)
REQUEST=GetMap	Nombre de la petición. En este caso es GetCapabilities	Si
SERVICE=WMS	Servicio sobre el que se hace la petición. En este caso es WMS pero podría hacerse sobre otros como WFS, WCS, etc.	Si
VERSION=1.3.0.	Versión del servicio solicitado. La última versión es la 1.3.0. aunque siguen operativas las versiones 1.1.1. y 1.1.0.	Si
LAYERS=viales,sondeos,...	Una o varias capas separadas por comas y con nombre coincidente al nombre <i><name></i> con el que aparecen cada capa en el documento de capacidades	Si
STYLES=viales.Default	Listado de estilos. Cada capa debe llevar asociado un estilo separado por un punto, y la separación entre capas mediante una coma. El nombre de la capa <i><name></i> debe coincidir con el nombre de la capa en el documento de capacidades.	Si
CRS=EPSG:25830	Sistema de referencia espacial en el que se solicita	Si



	el mapa. Todas las capas solicitadas <i><layers></i> deben soportar el CRS solicitado o se devolverá un mensaje de error. En versiones anteriores WMS 1.3.0 este parámetro se denomina SRS.	
BBOX	Coordenadas de las esquinas del recuadro o encuadre del terreno del que solicitamos el mapa. Deben ser coordenadas en el mismo sistema CRS de la petición. (xmin,ymin,xmax,ymax) ó (latmin,longmin,latmax,longmax) si usamos un sistema de referencia geográfico en la versión 1.3.0 ó (longmin, latmin, longmax, latmax) si usamos un sistema de referencia geográfico en la versión 1.1.0 o anteriores.	Si
WIDTH	Anchura en píxeles de la imagen que nos devolverá el servidor WMS.	Si
HEIGHT	Altura en píxeles de la imagen que nos devolverá el servidor WMS.	Si
FORMAT=image/png	Formato de la imagen de salida. Debe especificarse y debe ser igual al formato que aparece en el documento de capacidades. Puede ser PNG, JPG, TIFF, ...	Si
BGCOLOR	Color de fondo en la respuesta del servicio WMS. Especificar en formato hexadecimal =FFFFFF.	No, opcional
TRANSPARENT	Transparencia del fondo del mapa (=True ó =False) siempre que el formato de imagen lo permita (p.e. PNG).	No, opcional
EXCEPTION	Formato en el que el servidor devuelve un mensaje de error en caso de no poder realizar la petición GetMap.	No, opcional

Fuente: <https://www.idee.es/>

Un ejemplo de una petición GetMap sería la siguiente:

<https://servicios.idee.es/wms-inspire/transportes?SERVICE=WMS&REQUEST=GetMap&VERSION=1.3.0&LAYERS=TN.RailTransportNetwork.RailwayLink,TN.RoadTransportNetwork.RoadLink&STYLES=&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFF&TRANSPARENT=FALSE&CRS=EPSG:4258&BBOX=26.4764705882353,-19,44.5235294117647,5&WIDTH=1020&HEIGHT=767>

con el siguiente resultado en formato imagen:



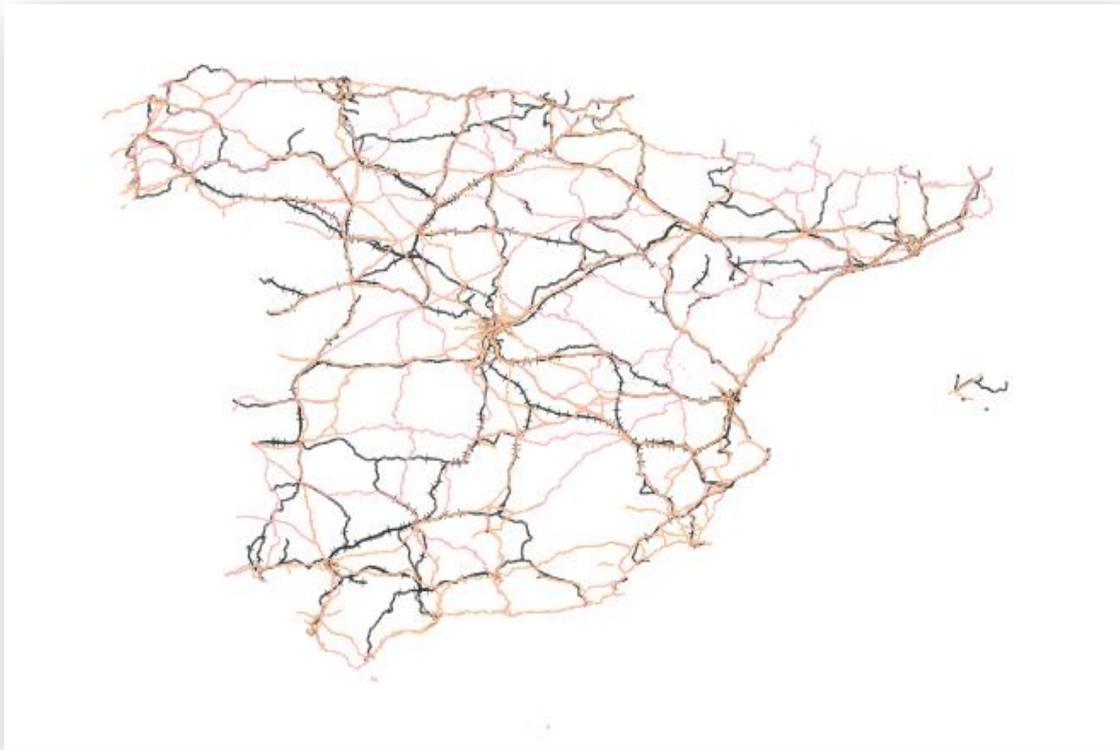


Imagen 12. Resultado de la petición *GetMap* en un servicio WMS.

Otra petición muy interesante que puede ser de utilidad y similar a *GetMap*, es la petición *GetLegendGraphic* que como su propio nombre indica, solicita la leyenda de una o varias capas del mapa solicitado en la petición *GetMap*.

Un ejemplo de la petición *GetLegendGraphic* es la siguiente:

<https://servicios.idee.es/wms-inspire/transportes?SERVICE=WMS&REQUEST=GetLegendGraphic&VERSION=1.0.0&FORMAT=image/png&WIDTH=200&HEIGHT=200&LAYER=TN.RailTransportNetwork.RailwayLink>

que nos devuelve la leyenda de la capa de la red de vías de tren en formato imagen:

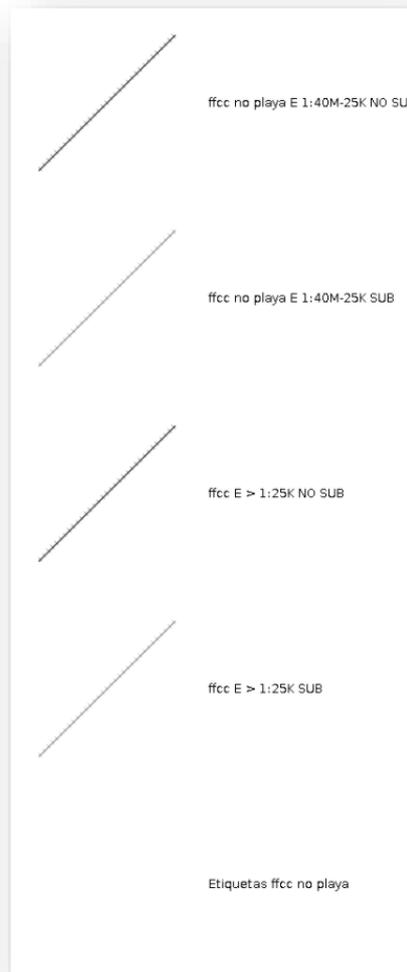


Imagen 13. Resultado de la petición *GetLegendGraphic* en un servicio WMS.

7.2.1. *GetFeatureInfo*.

La operación *GetFeatureInfo* solicita los datos espaciales y de atributos para las entidades en una ubicación determinada de un mapa dada en coordenadas pixel (i,j). De esta manera el servidor devolverá información alfanumérica de los atributos del elemento geográfico donde recaiga el pixel de coordenadas especificadas.

Se trata de una petición muy similar a la *GetMap* utilizando los mismos parámetros, pero concretando que la información solicitada sobre un elemento geográfico es la relativa al pixel de coordenadas (i,j) dadas.

Se ha de notar que esta petición *GetFeatureInfo* no está considerada como obligatoria en un servicio de visualización INSPIRE si no que es opcional, pero cuanto menos resulta interesante conocerla e implementarla en una IDE.



7.2.1.1. Parámetros en la petición GetFeatureInfo.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros obligatorios así como alguno de los parámetros opcionales de la petición GetFeatureInfo.

Parámetro y valor	Breve descripción	Obligatoriedad (Si/No)
REQUEST=GetFeatureInfo	Nombre de la petición. En este caso es GetCapabilities	Si
SERVICE=WMS	Servicio sobre el que se hace la petición. En este caso es WMS pero podría hacerse sobre otros como WFS, WCS, etc.	Si
VERSION=1.3.0.	Versión del servicio solicitado. La última versión es la 1.3.0. aunque siguen operativas las versiones 1.1.1. y 1.1.0.	Si
Parámetros GetMap	Copia de los parámetros GetMap a parte de los ya mencionados Request, Service, Version.	Si
QUERY_LAYERS	Lista de capas sobre la que se consultan los atributos. Obligatoria al menos una capa y además que tenga el atributo <i>queryable="1"</i>	Si
INFO_FORMAT	Formato en el que el servicio WMS nos devuelve la información del elemento geográfico consultado. Debe ser el mismo que en el documento de capacidades se especificó.	Si
I	Coordenada X en píxeles del píxel de la entidad de la que solicita la información.	Si
J	Coordenada Y en píxeles del píxel de la entidad de la que solicita la información.	Si
FEATURE_COUNT	Número máximo de entidades de las que se devuelve información. Como mínimo el número ha de ser 1.	No, opcional
EXCEPTION	Formato en el que el servicio nos devuelve el mensaje de error cuando la petición no se ha podido realizar.	No, opcional

Fuente: <https://www.ign.es/>

Un ejemplo de una petición GetFeatureInfo es la siguiente:

http://www.ign.es/wms-inspire/redesgeodesicas?SERVICE=WMS&REQUEST=GetFeatureInfo&VERSION=1.3.0&LAYER_S=RED_ROI&STYLES=&INFO_FORMAT=text/html&TRANSPARENT=TRUE&CRS=EPSG:4326&BOX=39.6119902239286,-3.38968567403404,40.1753120232365,-2.71290330030717&WIDTH=1020&HEIGHT=849&QUERY_LAYERS=RED_ROI&X=495&Y=422



que nos devuelve la información de un vértice de la Red ROI de Orden Inferior de vértices geodésicos, más concretamente, el vértice Asaduras en la provincia de Cuenca:

Nombre	Asaduras
Número	63233
Municipio	Fuente de Pedro Naharro
Provincia	Cuenca

Imagen 14. Resultado de la petición GetFeatureInfo en un servicio WMS.

O esta otra petición GetFeatureInfo a servicio WMS de la Oficina Virtual de Catastro que nos devuelve la referencia catastral con enlace a la información catastral de la parcela que contiene el pixel especificado:

http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx?REQUEST=GetFeatureInfo&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&SRS=EPSG:4326&BBOX=-0.3808,39.4686,-0.3717,39.4756&WIDTH=600&HEIGHT=400&LAYERS=Catastro&STYLES=Default&FORMAT=image/png&QUERY_LAYERS=PARCELA&INFO_FORMAT=text/XML&X=125&Y=125



Imagen 15. Resultado de la petición GetFeatureInfo en un servicio WMS.

Sede Electrónica del Catastro

Consulta y certificación de Bien Inmueble

[← Volver](#)

CARTOGRAFÍA

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA

IMPRIMIR DATOS

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral: 5528801YJ2752H0001HU

Localización: PZ MERCADO 5
46001 VALENCIA (VALENCIA)

Clase: Urbano

Uso principal: Comercial

Superficie construida: 16.886 m²

Año construcción: 1990

PARCELA CATASTRAL

Parcela construida sin división horizontal

Localización: PZ MERCADO 5
VALENCIA (VALENCIA)

Superficie gráfica: 9.124 m²

CONSTRUCCIÓN

Uso principal	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m ²	Tipo Reforma	Fecha Reforma
COMERCIO	1	-1	00	8.120	E Reforma media	1.990
COMERCIO	1	00	00	8.498	E Reforma media	1.990
COMERCIO	1	01	01	215	E Reforma media	1.990
COMERCIO	1	02	02	53	E Reforma media	1.990

[¿Cómo se pueden obtener datos protegidos \(titularidad y valor catastral\) de los inmuebles y certificados telemáticos de los mismos?](#)

Imagen 16. Resultado de la petición GetFeatureInfo en un servicio WMS.

7.3. Servicio WMS y Directiva INSPIRE.

En la creación de un servicio WMS, las especificaciones OGC o norma ISO 19128:2005 permiten implementar un servicio de visualización estándar. Además, este servicio puede considerarse un *View Service* de INSPIRE si en su implementación se sigue la Directiva Europea 2007/2/CE que regula la creación e implementación de un servicio WMS dentro de la UE.

De forma resumida, los cambios a realizar sobre un WMS estándar para que sea considerado un servicio INSPIRE son los siguientes:

1. Debe implementar las siguientes operaciones:

- *GetCapabilities* ó "*View Service Metadata*", es una operación obligatoria que proporciona metadatos e información de capacidades del servicio. Además, se añade un nuevo parámetro "LANGUAGE" para definir el idioma del documento de capacidades devuelto tras la petición.



- *Get Map*, operación obligatoria que nos devuelve un mapa o mapas u otra información en formato imagen georreferenciada. Según INSPIRE deben soportarse los formatos de imagen PNG y GIF.
 - *Link View Service*, operación opcional que permite el acceso a los servicios de visualización de otras autoridades públicas.
 - *GetFeatureInfo*, operación opcional ya explicada con anterioridad y que no existe dentro de INSPIRE.
2. Son obligatorios una serie de metadatos que se verán más adelante.
 3. Es obligatorio el uso de un sistema de coordenadas geográficas ETRS 89 para el continente e ITRS para el resto de lugares.
 4. Existe un listado de nombres armonizados del que deben salir los nombres de las capas que preste el servicio.
 5. Se establece un parámetro opcional de LANGUAGE por el que deben establecerse diversos idiomas para el documento respuesta de capacidades.
 6. Se establece un estilo por defecto para cada capa INSPIRE. La simbolización de cada estilo viene especificada en las guías técnicas de especificaciones de datos.



8. SERVICIO WEB DE FENÓMENOS WFS.

8.1. Introducción a los servicios de descarga.

El *Web Feature Service* es otro de los estándares del Open Geospatial Consortium que permite el acceso y edición de datos geográficos en formato vectorial y de forma remota. Este servicio ofrece mediante peticiones HTTP las geometrías y datos alfanuméricos de un objeto u objetos geográficos codificando y transmitiendo la información en el formato de marcado *GML*.

Se trata de un servicio que funciona de forma similar al *Web Map Service* con la diferencia que el *Web Feature Service* permite el acceso individual a la información gráfica y alfanumérica de un elemento vectorial concreto y no a la capa general que lo contiene, como sí que ocurre con el WMS que, ante una petición *GetMap* devuelve un mapa completo o composición de mapas (capas) en formato ráster.

Como se comentó en un apartado anterior y siguiendo la directiva INSPIRE que regula las IDEs en la Unión Europea, el servicio de descarga WFS no es de obligada implementación como servicio que debe ofrecer una IDE.

8.1.1. Normativa.

Al igual que el estándar OGC WMS, existe una norma ISO que define las especificaciones del Servicio transaccional Web Feature.

La última versión del estándar WFS del OGC es la versión 2.0, especificación que queda recogida en la norma ISO 19142:2010 y en la traducción al castellano bajo la denominación de norma UNE-EN ISO 19142:2012.

8.1.2. Sistemas de referencia.

En la implementación de este servicio y para este trabajo se han empleado los mismos sistemas de referencia descritos en el apartado 6.1.2. para el Servicio de Visualización de Mapas donde se definían al menos ocho sistemas distintos recogidos en una tabla.

8.1.3. Operaciones del servicio de descarga.

La especificación OGC define una serie de operaciones de las que dispone el servicio WFS. Algunas de ellas son:

- *GetCapabilities*: el servidor WMS devuelve un documento XML con los metadatos y/o propiedades y características del servidor. Ejemplo de esta información devuelta serían capas disponibles, sistemas de referencia, formatos de imagen soportados, etc.
- *GetFeature*: el servidor WMS devuelve un archivo en formato vectorial de uno, varios o la totalidad de los elementos de una o varias capas geográficas en función de un tamaño, área, sistema de referencia, etc. solicitado. Además, se incluye información alfanumérica del objeto u objetos geográficos solicitados.



- Otras: *DescribeFeatureType, GetPropertyValue, Transaction, DescribeStoredQuery, ...*

Se ha de notar que no todos los servicios WFS soportan la totalidad de las operaciones. En función del número o tipología de operaciones soportadas por el servicio, éstos pueden clasificarse en:

- Simple WFS.
- Basic WFS.
- Transaccional WFS.
- Locking WFS.

Para el presente trabajo ha sido suficiente definir el servicio WFS como básico soportando las operaciones utilizadas *GetCapabilities* y *GetFeature*.

Cualquiera de las tres operaciones descritas es se llaman mediante el protocolo HTTP y pueden realizarse tanto por clientes ligeros (navegadores web) como por clientes pesados (SIGs de escritorio u otras aplicaciones).

8.2. Operaciones.

Al realizar una petición HTTP Get a un WFS, siempre habrá una serie de parámetros KVP comunes que deberán estar presentes en todas las operaciones. Estos parámetros son:

46

Parámetro y valor	Breve descripción	Obligatoriedad (Si/No)
REQUEST=GetCapabilities	Nombre de la petición. En este caso es <i>GetCapabilities</i>	Si
SERVICE=WMS	Servicio sobre el que se hace la petición. En este caso es WFS.	Si
VERSION=2.0.0	Versión del servicio solicitado. La última versión es la 2.0.0. aunque siguen operativas las versiones anteriores.	Si

8.2.1. GetCapabilities.

La respuesta de un WFS a una petición *GetCapabilities* es un archivo XML con los metadatos del servicio, es decir, la información general del servicio (organismo, empresa, persona que elabora la información geográfica, quién la mantiene y actualiza, datos de contacto, ...), e información específica del servicio (capas disponibles, sistemas de referencia empleados, formatos de archivo admitidos, ...).



8.2.1.1. Parámetros en la petición GetCapabilities.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros obligatorios así como alguno de los parámetros opcionales de la petición GetCapabilities.

Parámetro y valor	Breve descripción	Obligatoriedad (Si/No)
REQUEST=GetCapabilities	Nombre de la petición. En este caso es GetCapabilities	Si
SERVICE=WFS	Servicio sobre el que se hace la petición. En este caso es WFS.	Si
VERSION=2.0.0.	Versión del servicio solicitado. La última versión es la 2.0.0. aunque siguen operativas las versiones anteriores.	Si
SECTIONS	Se puede especificar o no una de de las siguientes secciones: " <i>ServiceIdentification</i> ", " <i>OperationMetadata</i> ", " <i>FeatureTypeList</i> ". De no especificar ninguna, el documento de capacidades devuelto queda sin acotar y contiene la información al completo. Formato de salida text/XML.	No, opcional

Un ejemplo de una petición GetCapabilities al WFS INSPIRE del IGN y en relación a la capa vectorial de unidades administrativas será:

<http://www.ign.es/wfs-inspire/unidades-administrativas?SERVICE=WFS&REQUEST=GetCapabilities>

petición de la que resulta el siguiente documento de capacidades:



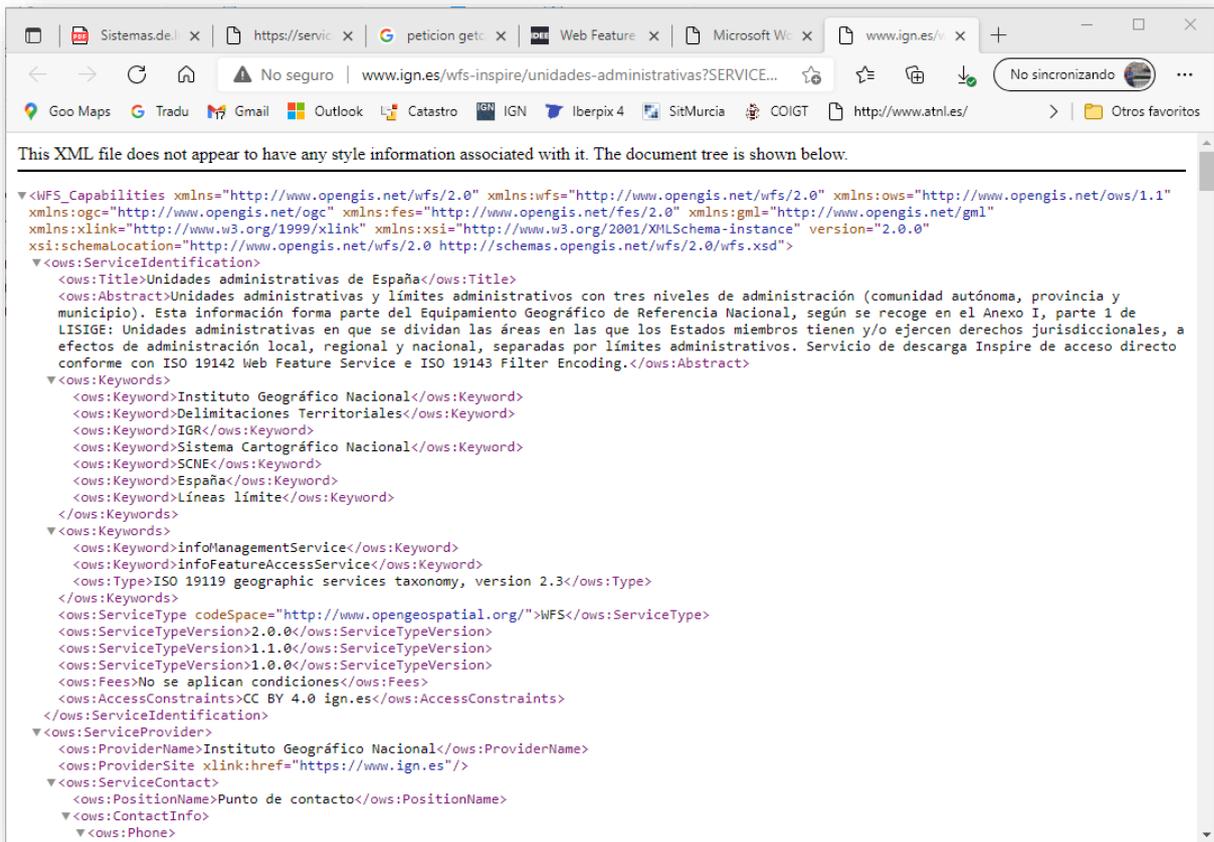


Imagen 17. Resultado de la petición GetCapabilities en un servicio WFS.

Al igual que sucediera con la petición *GetCapabilities* al servicio WMS, ésta nos devuelve un documento XML con la siguiente información:

- Norme del servicio: WFS.
- Título: Unidades administrativas de España.
- Abstract.
- Palabras clave: Instituto Geográfico Nacional, Sistema Cartográfico Nacional, IGR, ...
- Información de contacto.

Unas consideraciones importantes a señalar sobre las peticiones:

- El nombre de los parámetros en los estándares OGC no son sensibles a mayúsculas y minúsculas (service, request, versión, ...).
- El valor de los parámetros en los estándares OGC en cambio si lo es (GetCapabilities, GetMap, ...).
- El orden de los parámetros o parejas KVP en la petición HTTP Get no importa.



8.2.2. GetFeature.

Esta operación solicita uno o varios objetos geográficos almacenados en un repositorio de datos. Si la operación se realiza de forma correcta, el servidor devuelve ningún, uno o varios objetos geográficos que cumplan la petición especificada en formato GML. Además, la petición puede y debe permitir realizar un filtrado de los datos seleccionados, y bien sean consultas espaciales como no espaciales.

8.2.2.1. Parámetros de la petición GetFeature.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros obligatorios, así como alguno de los parámetros opcionales de la petición *GetMap*.

Parámetro y valor	Breve descripción	Obligatoriedad (Si/No)
REQUEST=GetFeature	Nombre de la petición. En este caso es GetFeature	Si
SERVICE=WFS	Servicio sobre el que se hace la petición. En este caso es WFS.	Si
VERSION=2.0.0.	Versión del servicio solicitado. La última versión es la 2.0.0. aunque siguen operativas las versiones anteriores.	Si
NAMESPACE	Nombre del espacio de nombres creado en el servicio de descarga. El formato debe ser <i>namespace=XMLns(alias=uri)</i> .	No, opcional
TYPENAMES	Lista de nombres de los tipos de objeto geográfico sobre los que realizar la operación (Excepto cuando el parámetro RESOURCE_ID es especificado)	Si
SRSNAME	Sistema de referencia que debe aplicarse en la geometría de los objetos geográficos resultantes de la petición. Si no se indica, el servicio devuelve las geometrías en el sistema que posea por defecto. El servidor debe ser capaz de transformar las geometrías en los distintos sistemas de referencia que soporta.	No, opcional
BBBOX	Solicitud de los datos comprendidos en el interior de un rectángulo o caja envolvente de coordenadas min y max declaradas.	No, opcional
OUTPUTFORMAT	Formato de salida del resultado de la consulta. Suele ser GML pero se permiten otros formatos siempre que soporten XML Schema y que se especifiquen en el documento de capacidades.	No, opcional

Un ejemplo de una petición GetFeature al WFS ISPIRE del IGN y en relación a la capa vectorial de las parroquias de Gijón será:

ide.gijon.es:8080/geoserver/wfs?SERVICE=WFS&REQUEST=GetFeature&TYPENAME=Gijon:Parroquias&RESOURCEID=Parroquias.3



petición de la que resulta el siguiente documento GML:

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
▼<wfs:FeatureCollection xmlns:plu="http://inspire.jrc.ec.europa.eu/schemas/plu/2.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:lcs="http://inspire.jrc.ec.europa.eu/schemas/lcs/2.0"
  xmlns:gco="http://www.isotc211.org/2005/gco" xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd" xmlns:Gijon="http://www.gijon.es"
  xmlns:cvgvp="http://inspire.jrc.ec.europa.eu/schemas/cvgvp/0.1" xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0"
  xmlns:base="urn:x-inspire:specification:gmlas:BaseTypes:3.2"
  xmlns:base2="http://inspire.jrc.ec.europa.eu/schemas/base2/0.1" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:lcb="http://inspire.jrc.ec.europa.eu/schemas/lcb/2.0" xmlns:lucm="http://inspire.jrc.ec.europa.eu/schemas/lucm/2.0"
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" numberMatched="1" numberReturned="1"
  timeStamp="2021-09-22T09:34:35.968Z" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/gml/3.2
  http://ide.gijon.es:8080/geoserver/schemas/gml/3.2.1/gml.xsd http://www.opengis.net/wfs/2.0
  http://ide.gijon.es:8080/geoserver/schemas/wfs/2.0/wfs.xsd http://www.gijon.es http://ide.gijon.es:8080/geoserver/wfs?
  service=WFS&version=2.0.0&request=DescribeFeatureType&typeName=Gijon%3AParroquias">
  ▼<wfs:boundedBy>
    ▼<gml:Envelope>
      <gml:lowerCorner>279339.45999999996 4814423.5963</gml:lowerCorner>
      <gml:upperCorner>281725.813799999965 4817037.243000001</gml:upperCorner>
    </gml:Envelope>
  </wfs:boundedBy>
  ▼<wfs:member>
    ▼<Gijon:Parroquias gml:id="Parroquias.3">
      ▼<gml:boundedBy>
        ▼<gml:Envelope srsDimension="2" srsName="urn:x-ogc:def:crs:EPSG:25830">
          <gml:lowerCorner>279339.45999999996 4814423.5963</gml:lowerCorner>
          <gml:upperCorner>281725.813799999965 4817037.243000001</gml:upperCorner>
        </gml:Envelope>
      </gml:boundedBy>
      ▼<Gijon:the_geom>
        ▼<gml:MultiSurface srsDimension="2" srsName="urn:x-ogc:def:crs:EPSG:25830">
          ▼<gml:surfaceMember>
            ▼<gml:Polygon>
              ▼<gml:exterior>
                ▼<gml:LinearRing>
                  <gml:posList>280005.60830000043 4816933.602 280024.08860000037 4816931.302100001 280034.8387000002
                  4816937.9022 280047.03890000004 4816946.4223 280050.47890000045 4816948.352299999 280054.88900000043
                  4816940.4923 280065.96920000017 4816928.3522 280076.45940000005 4816916.1021 280081.46939999998
                  4816907.202099999 280084.5695000002 4816897.152000001 280083.36950000003 4816889.411900001
                  280080.26939999964 4816882.5918000005 280084.2695000004 4816878.5118 280099.5597000001 4816871.751800001
                  280115.38999999966 4816861.8617 280132.16029999964 4816848.991699999 280147.45050000027 4816836.8916
                  280165.70079999976 4816823.2315 280178.58100000024 4816812.0515 280186.36110000033 4816803.7214
                  280196.2812999999 4816790.9713 280200.69130000006 4816790.1713 280223.1917000003 4816819.411699999
                  280245.6820000003 4816848.6521000005 280249.0020000003 4816852.892200001 280285.87260000035
                  4816828.632099999 280297.5527999997 4816817.952 280310.94299999997 4816803.6219 280323.3531999998
                  4816786.8818 280335.2320000005 4816754.7315 280352.67300000016 4816731.0013 280363.45300000025
```



```

4816831.629000001 279630.61280000024 4816832.0594 279651.6331000002 4816839.2895 279655.06699999998
4816839.737600001 279670.47860000003 4816841.7486000005 279678.53349999999 4816842.799699999 279688.5625
4816842.0232 279698.2620000001 4816841.2722 279701.13379999995 4816841.049799999 279733.216
4816839.373400001 279734.81429999974 4816839.289899999 279735.86199999973 4816839.4032000005
279749.0544999996 4816840.83 279762.98359999999 4816847.6609000005 279767.8147999998 4816850.030099999
279779.07129999995 4816860.3192 279811.51989999997 4816889.9791 279815.05539999995 4816893.2108
279817.99980000034 4816895.936000001 279832.78569999999 4816909.620999999 279841.64580000006 4816921.2612
279841.9258000003 4816921.531199999 279855.06599999964 4816929.291300001 279855.3559999997
4816929.291300001 279878.19629999995 4816937.8715 279890.7865000004 4816944.2116 279898.2366000004
4816949.0417 279901.22200000007 4816952.150800001 279905.63100000005 4816956.7423 279908.13680000044
4816959.3519 279917.89690000005 4816967.202 279928.01709999998 4816976.2421 279939.3071999997 4816991.2523
279939.9661999997 4816991.999299999 279959.3099999996 4817013.924699999 279959.8375000004 4817014.522600001
279965.5992999999 4817020.7238 279980.9478000002 4817037.243000001 279995.4079999998 4817024.6229
279962.4375 4816997.702500001 279967.5976 4816990.292400001 279986.84800000023 4816958.4322
279994.15809999965 4816943.3321 279997.2581000002 4816937.692 279999.50820000004 4816935.512
280001.8481999999 4816934.422 280005.60830000043 4816933.602</gml:posList>
  </gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
</gml:MultiSurface>
</Gijon:the_geom>
<Gijon:OBJECTID>3</Gijon:OBJECTID>
<Gijon:PARROQUIA>RUEDES</Gijon:PARROQUIA>
<Gijon:ID_PARROQU>22.0</Gijon:ID_PARROQU>
<Gijon:NOMBRE_ANT>RUEDES</Gijon:NOMBRE_ANT>
<Gijon:TIPO>PARROQUIA</Gijon:TIPO>
<Gijon:Shape_Leng>9434.66200926</Gijon:Shape_Leng>
<Gijon:Shape_Area>3424573.97264</Gijon:Shape_Area>
</Gijon:Parroquias>
</wfs:member>
</wfs:FeatureCollection>

```

Imagen 18. Resultado de la petición GetFeature en un servicio WFS.

9. SERVICIO DE DESCUBRIMIENTO CSW.

Todo Geoportal de una Infraestructura de Datos Espaciales enmarcada en la directiva INSPIRE 2007/2/EC debe incluir como servicio mínimo y básico un catálogo de metadatos que no es más que un repositorio con la información de los datos geográficos. En su implementación dentro de la IDE se utiliza el estándar propuesto por la OGC, el protocolo CSW o también denominado como Servicio de Descubrimiento.

Del mismo modo que el protocolo WMS se utiliza para servir mapas a través de un protocolo estándar, también existe otro protocolo estándar propuesto por el OGC para servir los metadatos a través de internet denominado CSW o Servicio de Descubrimiento.

En la elaboración de metadatos en el presente trabajo se han empleado el software GeoNetwork que no es solo un catálogo y editor de metadatos si no que es también un servidor de metadatos que, además, soporta el citado protocolo CSW.

9.1. Administración de GeoNetwork.

Ya en GeoServer se comenzó con la cumplimentación de los metadatos asociados a cada servicio OGC así como a cada capa creada o importada desde fuentes externas.

GeoNetwork es una herramienta como ya se comentó no solo de creación de metadatos si no también, de búsqueda y visualización de los mismos.

Para configurar GeoNetwork y comenzar a crear metadatos (o añadir otros) será necesario ingresar en la aplicación como administrador. Para ello, y en primer lugar, accederemos a la web desde nuestro servidor local y mediante la siguiente URL:

<http://localhost:8080/geonetwork>

Las credenciales para acceder como administrador son por defecto usuario: *admin* y contraseña: *admin*.



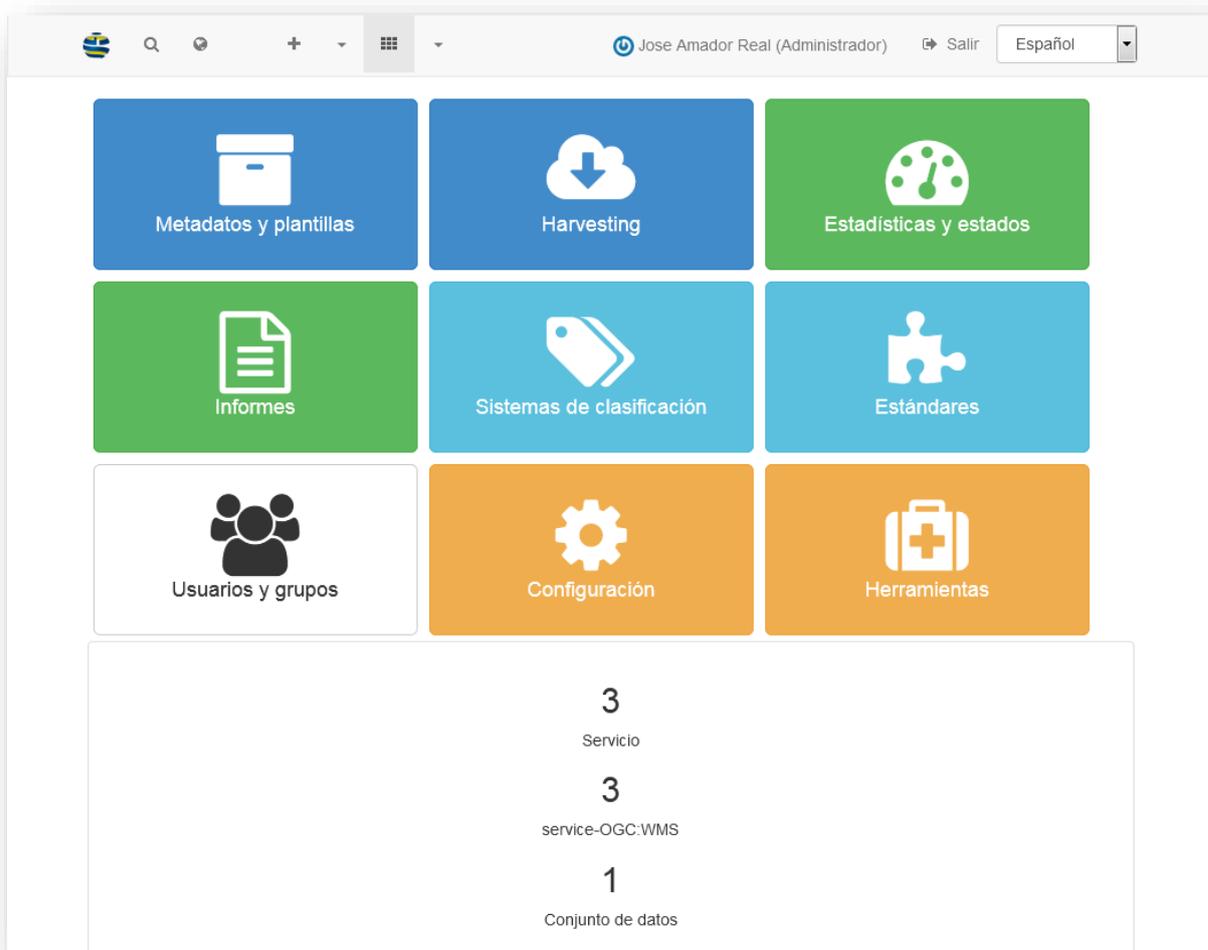


Imagen 19. Pantalla de inicio en modo administrador en GeoNetwork.

Al ingresar, en la parte superior aparece el icono de una cuadrícula que nos lleva a la página de herramientas de administrador. De forma resumida, las las diferentes herramientas son:

- *Metadatos y plantillas.* Espacio en el que podemos elegir de entre varios tipos, una plantilla para los nuevos metadatos que se creen.
- *Harvesting.* Herramienta para recavar metadatos de otros servidores o catálogos externos.
- *Sistemas de clasificación.* Espacio en el que es posible gestionar tesauros.
- *Configuración del catálogo.* Espacio en el que se configura de manera general el servicio CSW y sus metadatos.
- *Usuarios y grupos.* Desde aquí se gestionan los distintos usuarios y grupos creados.
- *Informes.* Desde aquí se pueden obtener estadísticas y listados de los registros de metadatos.
- *Estadísticas y estados.* Comprueba el estado del servidor, de las conexiones,... inicialmente mediante una petición GetCapabilities.
- *Estándares.* Conjunto de NORMAS ISO y otros estándares contemplados.
- *Configuración del índice.*



- Herramientas.

9.1.1. Creación e importación de metadatos.

En GeoNetwork existen dos formas de almacenar metadatos, bien creándolos desde el inicio o bien importándolos de fuentes externas, a través de enlaces web, archivos, etc. Tanto si es un caso como el otro, el primer paso es pinchar en la pestaña de Contribuir en la parte superior del panel de GeoNetwork.

Para la creación de nuevos metadatos pincharemos en la opción 'Añadir una nueva entrada' y seleccionaremos entre las opciones disponibles aquella que queramos implementar, bien sea un conjunto de datos, mapas, un servicio, un servicio OGC:WMS o un servicio W3C:HTML:LINK. Por ejemplo, y para el caso de haber elegido un conjunto de datos, deberemos elegir una plantilla para el vector de datos basada en las normas ISO relacionadas, basada en la recolección de metadatos de otros servicios externos (*harvesting*), ...

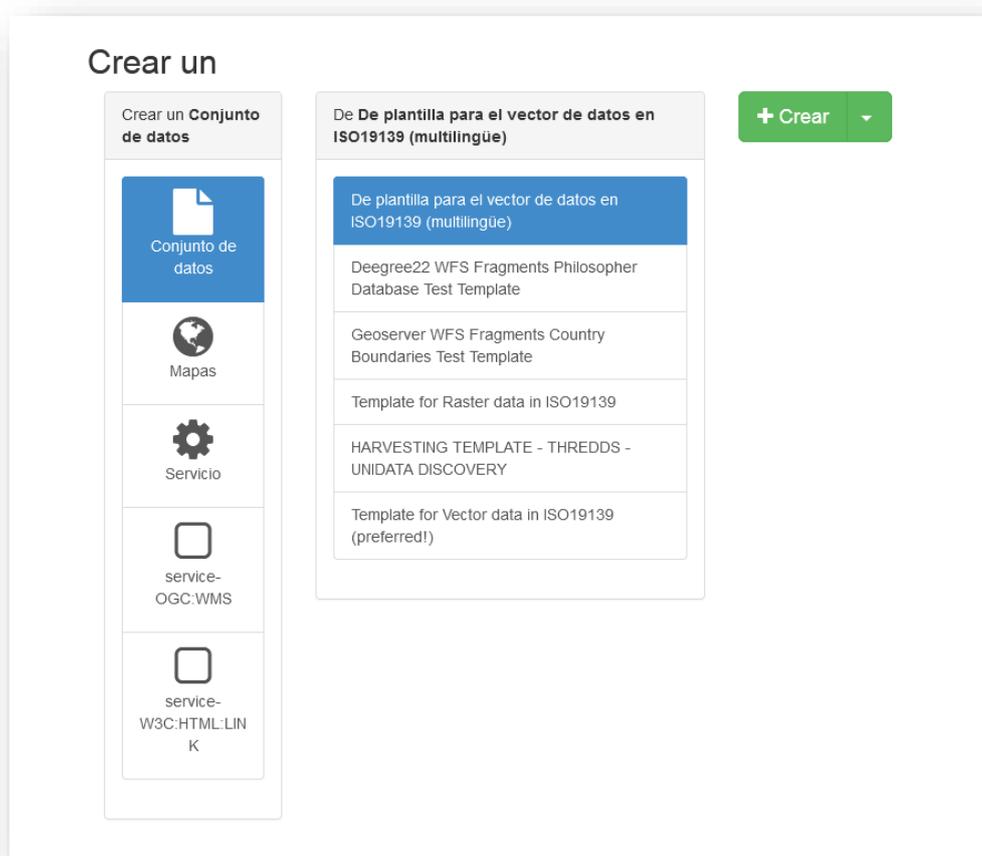


Imagen 20. Creación de nuevas entradas de metadatos en GeoNetwork.

La segunda de las opciones es importar los metadatos de fuentes externas, desde archivos de metadatos creados con otros programas como CatMDEdit, etc. Pinchando en 'Importar nueva entrada' accederemos a una nueva página donde podremos elegir el origen de los metadatos, bien sea nuestro propio equipo, una dirección URL, copiar y pegar directamente el documento XML de metadatos o importar desde el directorio de servidor un conjunto de archivos.

Importar nuevas entradas

Upload a file from your computer
 Subir un fichero a partir de URL
 Copiar/Pegar
 Import a set of files from a folder on the server

+ Elige o suelta un recurso aquí

Tipo de entrada: Metadato

Procesando identificador de la entrada:
 Ninguno
 Reescribir metadato con el mismo UUID
 Generar UUID para el metadato importado

Aplicar conversión XSLT

Validar
 Asignar al catálogo actual

Asignar a grupo

Asignar a categoría

+ Importar

Imagen 21. Importación de metadatos en GeoNetwork.



9.2. Operaciones.

9.2.1. GetCapabilities.

De igual forma que en los servicios explicados con anterioridad se podían realizar peticiones GetCapabilities, en el caso de un servidor CSW también puede realizarse esta petición. En el presente trabajo, la URL de acceso a los metadatos del servicio es:

<http://localhost:8080/geonetwork/srv/spa/csw>

Un ejemplo de petición *GetCapabilities* al servicio CSW que se va a implementar con *Geonetwork* es:

<http://localhost:8080/geonetwork/srv/spa/csw?service=CSW&request=GetCapabilities>



10. CARTOGRAFÍA BASE Y SIMBOLIZACIÓN.

GeoServer como repositorio de productos cartográficos precisa una serie de capas vectoriales, ráster y/o conexiones a bases de datos espaciales para servir dicha cartografía, bien mediante peticiones Get siguiendo el protocolo http como hemos visto con anterioridad, o bien mediante un visor web ofrecido a través del Geoportal como en última instancia veremos en el presente trabajo.

10.1. Fuentes de descarga y creación de nuevas capas.

En este punto, se va a buscar y generar la cartografía que se va a utilizar en GeoServer acudiendo a las siguientes fuentes y enlaces web:

- Centro de descargas del Instituto Geográfico Nacional.
<https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>
- Centro de descargas de la Confederación Hidrográfica del Segura.
<https://www.chsegura.es/es/cuenca/cartografia/descarga-de-cartografia-en-formato-shp/>
- Centro de descargas del Instituto Geológico y Minero de España.
http://mapas.igme.es/Servicios/default.aspx#IGME_PuntosAgua

57

Por simplificar tareas y procesos se va a utilizar un único software SIG para el tratamiento de la información geográfica descargada, que será QGIS. Realizaremos la descarga de las distintas capas vectoriales además de la capa ráster del modelo digital del terreno MDT02 del centro de descargas del IGN (2ª Cobertura de 2015-actualidad con paso de malla de 2 m) con el que calcularemos la cuenca de la rambla de la Carrasquilla así como la red hídrica de la misma.

La relación de capas con las que se va a trabajar se muestra en la tabla siguiente:

Nº CAPA	NOMBRE CAPA	TIPO CAPA	CATEGORÍA	FUENTE
1	MANZANAS	VECTORIAL-ÁREA	GENERAL	IGN
2	VIALES/VIAS DE COMUNICACIÓN	VECTORIAL-LÍNEA	GENERAL	IGN
3	ORTOFOTO PNOA	RASTER	GENERAL/BASE	IGN
4	MAPA PROVINCIAL	RASTER	GENERAL/BASE	IGN
5	OPEN STREET MAP	RASTER	GENERAL/BASE	OSM
6	TOPONIMOS	VECTORIAL-PUNTO	GENERAL	IGN
7	MDT GENERAL	RASTER	GENERAL/HIDRO	IGN/ELAB.PROPIA
8	SONDEOS CARTAGENA	VECTORIAL-PUNTO	HIDRO	UPCT
9	PUNTOS DE AGUA IGME	VECTORIAL-PUNTO	HIDRO	IGME
10	ACUÍFEROS	VECTORIAL-ÁREA	HIDRO	IGME



11	SUBCUENCAS	RASTER	HIDRO	ELAB.PROPIA
12	MASAS AGUAS SUBTERRANEAS	VECTORIAL-ÁREA	HIDRO	IGME
13	MASAS AGUAS COSTERAS	VECTORIAL-ÁREA	HIDRO	IGME
14	RED HIDROGRAFICA RAMBLA CARRASQUILLA	VECTORIAL-LÍNEA	HIDRO	ELAB.PROPIA
15	CUENCA RAMBLA CARRASQUILLA	VECTORIAL-ÁREA	HIDRO	ELAB.PROPIA
16	RED HIDROGRAFICA	VECTORIAL-LÍNEA	HIDRO	CHS
17	MASA TIERRA	VECTORIAL-ÁREA	GENERAL	ELAB.PROPIA

Comenzaremos por cargar todas las capas disponibles en QGIS, haciendo las reproyecciones oportunas según el caso ya que algunas de ellas tienen como sistema de referencia nativo el EPSG 4326 y otras en el EPSG 25830. El sistema de referencia elegido y en el que deberán estar todas las capas es el EPSG 25830.

Una vez reproyectadas las capas se procede al recorte de las mismas con un polígono creado de extensión igual al área de interés definida por las siguientes coordenadas mínimas y máximas:

Xmin,Ymin = 674568.847 , 4157865.890 m
Xmax,Ymax = 704626.807 , 4169763.358 m

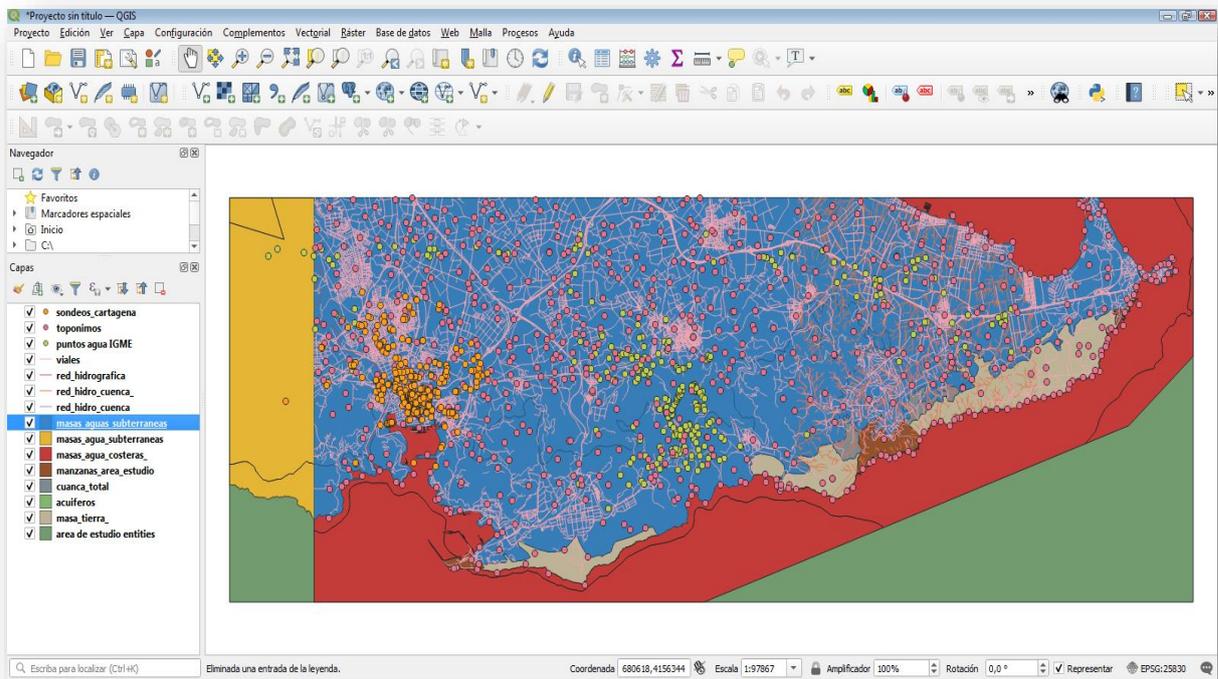


Imagen 22. Importación de capas vectoriales a QGIS.

Se carga ahora el modelo digital del terreno MDT02 para que sea recortado de la misma forma que hicimos con las capas vectoriales anteriores.



Imagen 23. Modelo Digital del Terreno MDT02 del área de estudio. Imagen GeoTiff.

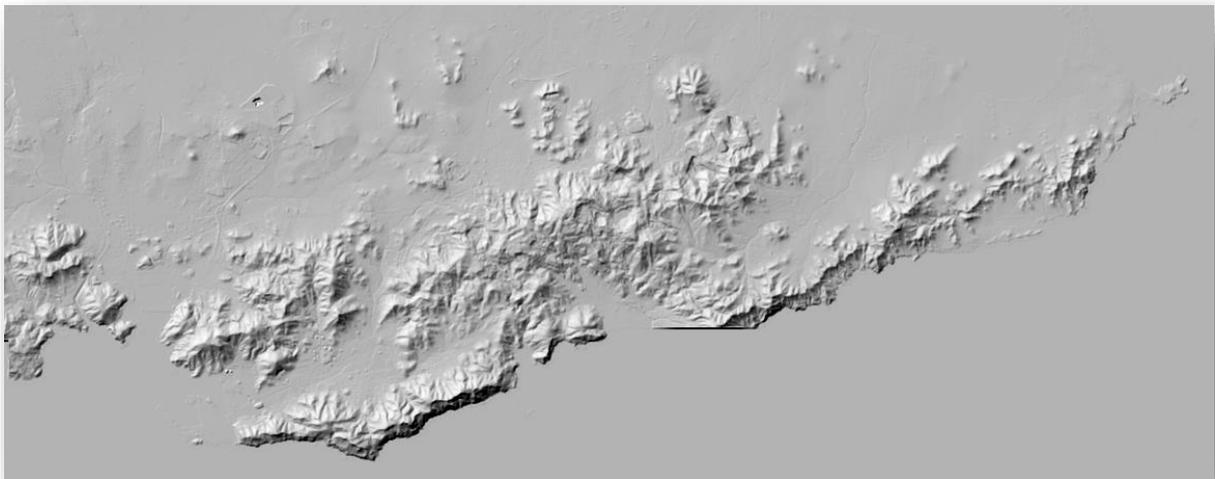


Imagen 24. Modelo Digital del Terreno MDT02 del área de estudio. Imagen Hillside GeoTiff.

Terminado el proceso de corte sobre el MDT se calcula la cuenca hidrográfica y la red hídrica de la rambla de la Carrasquilla usando los algoritmos del SIG *Grass* integrado en QGIS siguientes:



- *r.fill.dir*. Se generan varios archivos como 'áreas problemáticas', 'MDT sin depresiones' y 'direcciones de flujo'. Formato de imagen Tiff o GeoTiff.
- *r.watershed*. Se generan el 'ráster de dirección' y el 'ráster de acumulación'. Formato de imagen Tiff o GeoTiff.
- *r.wateroutlet*: nos genera la cuenca hidrográfica delimitada. Formato de imagen Tiff o GeoTiff. Es posible transformarla a elemento vectorial con *r.tovec*.
- *r.stream.extract*: Se genera la red hídrica de la cuenca en función de los parámetros del área de captación o acumulación de flujo que introduzcamos. Formato de imagen Tiff o GeoTiff. Es posible transformarla a elemento vectorial con *r.tovec*.

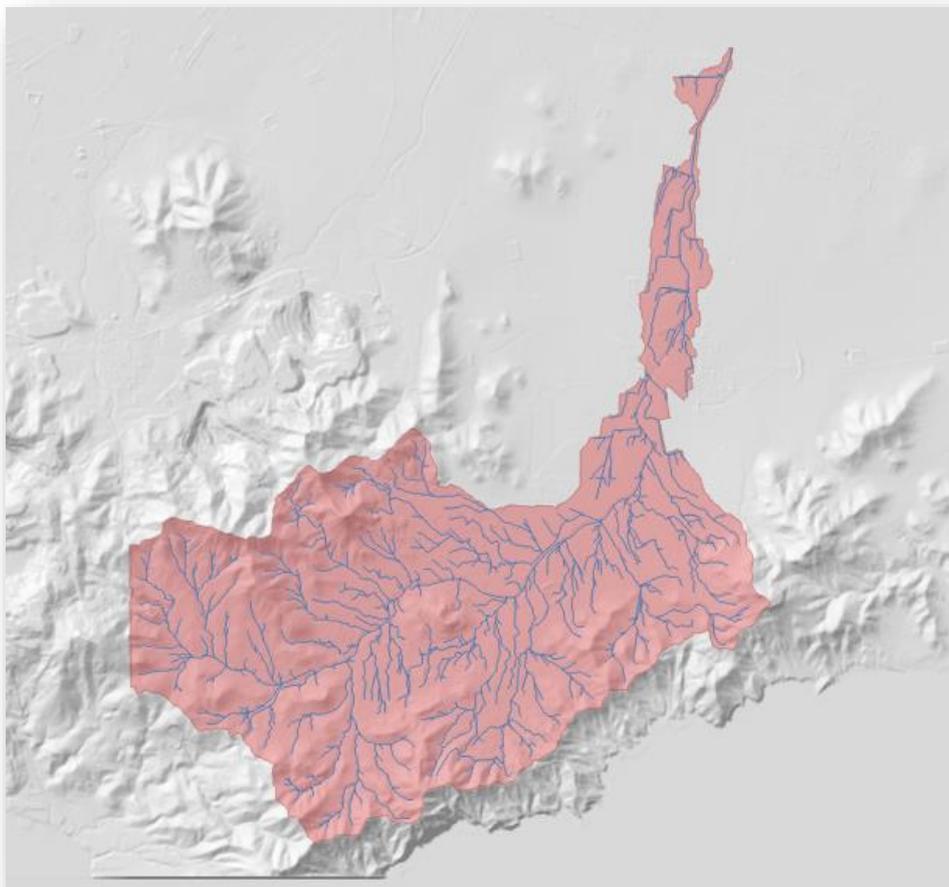


Imagen 24. Cálculo de la cuenca hidrográfica y red hídrica de la rambla de la Carrasquilla, TM Cartagena. Imagen Hillside GeoTiff bajo capa vectorial.

10.2. Simbolización.

En *GeoServer* existen unos estilos de visualización de capas vectoriales por defecto. Esos estilos pueden modificarse a partir de archivos de estilo basados en la especificación OGC *SLD* (*Styled Layer Descriptor*). Los archivos *SLD* son archivos en *XML* que contienen la información sobre simbología que va a adoptar una capa vectorial en su visualización y en las peticiones *GetMap*. Cada capa debe tener su archivo de estilo *SLD* asociado, bien sea el estilo por defecto de *GeoServer* u otro archivo de estilo creado por el usuario.

El siguiente paso es la elaboración de un archivo *SLD* por cada capa vectorial que tengamos almacenada en *GeoServer* y que queramos mostrar en el visor final. Existen diversos programas para la creación de los archivos *SLD* pero, a partir de la versión 3.2 de *QGIS*, podemos crear directamente archivos de estilo desde la ventana de configuración de *Propiedades de la Capa -> Simbología*.

A continuación, se muestra una tabla donde de forma resumida se definen algunos detalles sobre el estilo aplicado a cada capa:

Nombre estilo	Simbología aplicada	Capa	Origen de datos
topónimos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simbología: sin símbolos. ▪ Etiquetado: - Texto 8 px color negro, buffer 2px color blanco con transparencia 75%. 	Nombre: toponimos Título: Toponimos	alm_toponimos
sondeos cartagena	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simbología: punto, color naranja. ▪ Etiquetado: Texto: 6 px, buffer 2px, transparencia 75%. 	Nombre: sondeos_cartagena Título: Sondeos Cartagena	alm_sondeos
sondeos igme	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simbología: punto, colores categorizados. Tamaño 4 px. ▪ Etiquetado: Texto: 6 px, buffer 2px, transparencia 75%. 	Nombre: sondeosIGME Título: Sondeos IGME	alm_sondeosIGME
red hidro carrasquilla	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simbología: línea. Símbolo único. Color #44a0e6. Ancho de línea 0.26 mm. ▪ Etiquetado: sin etiquetas. 	Nombre: red_hidro_carrasquilla Título: Red hidrográfica Carrasquilla	alm_redhidrocarrasquilla
red hidro chs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simbología: línea. Símbolo único. Color #44a0e6. Ancho de línea 0.26 mm. ▪ Etiquetado: sin etiquetas. 	Nombre: red_hidrografica Título: Red hidrografica CHS	alm_redhidro
viales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simbología: líneas, colores categorizados. Tamaño 0.5 mm. ▪ Etiquetado: Texto: 6 px, buffer 2px, transparencia 75%. 	Nombre: viales Título: Vías de comunicación	alm_viales
manzanas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simbología: área, colores #e49fa0 de relleno y #e45b5d para la línea exterior de 2 px de anchura. ▪ Etiquetado: sin etiquetas. 	Nombre: manzanas Título: Manzanas catastrales	alm_manzanas
cuenca	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simbología: área, color de relleno #d4cd8a y #ccc47a para la línea exterior de 2 px de anchura. ▪ Etiquetado: sin etiquetas. 	Nombre: cuenca Título: Cuenca rambla la Carrasquilla	alm_cuencacarrasquilla
acuíferos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simbología: área, colores #4d9dcc 	Nombre: acuiferos	alm_acuiferos



	<ul style="list-style-type: none"> de relleno y #0f6499 para la línea exterior de 2 px de anchura. Etiquetado: sin etiquetas. 	Título: Acuíferos de Cartagena CHS	
aguas subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> Simbología: área, colores #cfe1e6 de relleno y #8ad1e6 para la línea exterior de 2 px de anchura. Etiquetado: sin etiquetas. 	Nombre: masas_agua_subterraneas Título: Masas agua subterráneas Cartagena	alm_aguassubterraneas
aguas costeras	<ul style="list-style-type: none"> Simbología: área, colores de relleno #72dde6 y #51c2cc para la línea exterior de 2 px de anchura. Etiquetado: sin etiquetas. 	Nombre: masas_aguas_costeras Título: Masas agua costeras Cartagena	alm_aguascosteras
masa tierra	<ul style="list-style-type: none"> Simbología: área, colores de relleno #f0ecc2 y #232323 para la línea exterior de 2 px de anchura. Etiquetado: sin etiquetas. 	Nombre: masa_tierra Título: Masa de tierra continental	alm_masatierra

El estilo se va aplicando por capa una a una usando el software QGIS. En la ventana de configuración de la simbología de cada capa, basta con elegir los colores de punto, línea o área, borde exterior, grosor de la línea exterior (recomendable hacerlo en píxeles), etiquetado, así como su posición respecto al elemento, buffer del texto, ... según el caso y guardar el estilo pulsando en la sección '*Representación de capas*' y en el botón de '*Estilo*'. Dentro de la nueva ventana que se abre, aparece la opción de guardar el archivo que contiene la simbología de la capa en formato *SLD*. Si abrimos este archivo con un editor de texto (Notepad++ por ejemplo) veremos que se trata de un archivo *XML* de tipo '*Schema*'.

```
<?XML version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<StyledLayerDescriptor XMLNs="http://www.opengis.net/sld" version="1.1.0"
XMLNs:se="http://www.opengis.net/se" XMLNs:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
XMLNs:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
XMLNs:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld
http://schemas.opengis.net/sld/1.1.0/StyledLayerDescriptor.xsd">
  <NamedLayer>
    <se:Name>manzanas_area_estudio</se:Name>
    <UserStyle>
      <se:Name>manzanas_area_estudio</se:Name>
      <se:FeatureTypeStyle>
        <se:Rule>
          <se:Name>Single symbol</se:Name>
          <se:PolygonSymbolizer>
            <se:Fill>
              <se:SvgParameter name="fill">#e49fa0</se:SvgParameter>
            </se:Fill>
            <se:Stroke>
              <se:SvgParameter name="stroke">#e45b5d</se:SvgParameter>
              <se:SvgParameter name="stroke-width">2</se:SvgParameter>
              <se:SvgParameter name="stroke-
linejoin">bevel</se:SvgParameter>
            </se:Stroke>
          </se:PolygonSymbolizer>
        </se:Rule>
      </se:FeatureTypeStyle>
    </UserStyle>
  </NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>
```



La simbología creada en QGIS es la que vamos a importar en *GeoServer*. Debemos asociar cada archivo de estilo creado a cada capa alojada en *GeoServer*, para lo que deberemos empezar por crear un estilo de simbología nuevo Pinchando en el botón “Estilos” del margen izquierdo → Agregar un nuevo estilo → Seleccionar espacio de trabajo → Seleccionar archivo *SLD* de estilo → Subir → Validar. Se comprueba el esquema *SLD* para ver si es válido o no, si está bien estructurado. Aceptar. Podemos ver en la pestaña de previsualización en la parte superior el aspecto que tendría la capa. Ahora asociamos el estilo de la capa por defecto en la Pestaña Publicación cambiando el estilo por defecto por el estilo que acabamos de definir. Igualmente podemos irnos a la sección de Capas y previsualizar con *Open Layers* cómo se visualizaría en *GeoServer* nuestra capa.

Este mismo proceso deberemos aplicarlo o seguirlo con cada capa vectorial que vayamos a almacenar en *GeoServer* en pasos posteriores.

En este trabajo se han creado también capas vectoriales cuyos elementos se muestran categorizados. Para ello se siguió un proceso similar al anterior en QGIS, pero en este caso, para la capa *viales* y *sondeos* se eligió un estilo de simbología en el que se diferenciara en un primer caso, la entidad del vial (carretera, otras vías y caminos) y en un segundo, el tipo de prospección representada (pozo, sondeo, pozo con sondeo, galería o manantial).

El proceso que se ha seguido en QGIS para categorizar los elementos vectoriales representados en el caso de la capa *viales* ha sido el siguiente: seleccionando la capa y pulsando en el botón de Propiedades → Simbología → en el primer desplegable seleccionar Categorizado → en el campo Valor seleccionar: Naturaleza → Tipo de símbolo: Punto → Rampa de color: Spectral → y por último pulsar en ‘Clasificar’ y ‘Aceptar’.

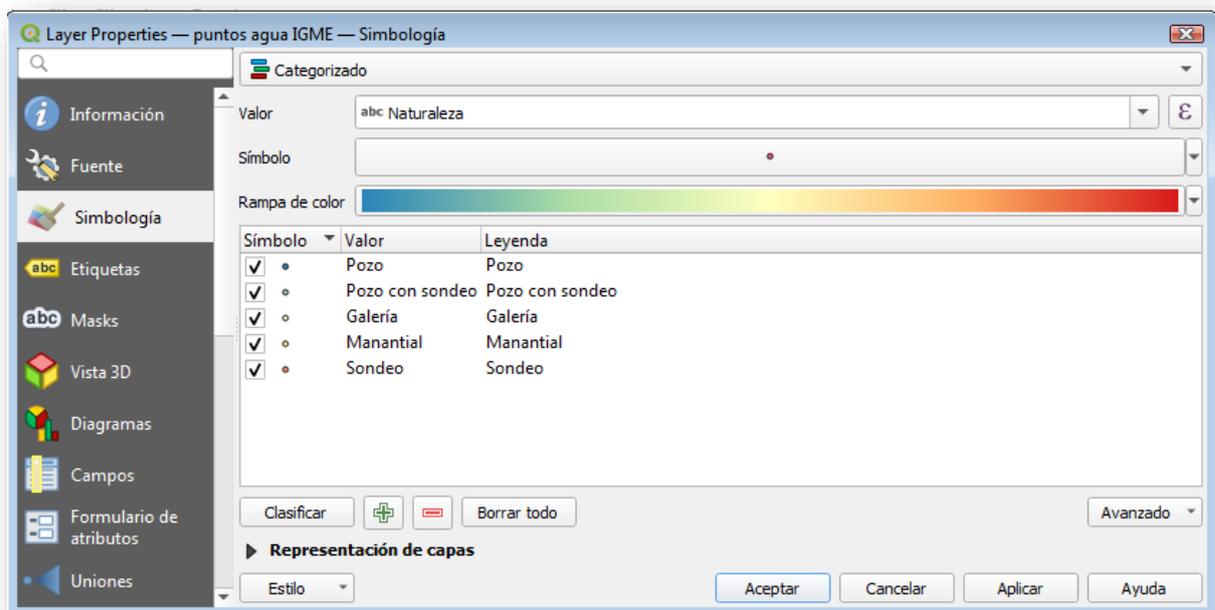


Imagen 25. Símbolos categorizados en QGIS.

Del mismo modo, aplicamos la simbología a la capa viales pulsando en el botón de *Propiedades* -> *Simbología* -> en el primer desplegable seleccionar *Categorizado* -> en el campo Valor seleccionar: *tipo_vialID* -> Clasificar. En cuanto al tipo de símbolo se ha optado por la línea de estilo 'topo road' de color amarillo para las carreteras, la línea de estilo 'topo road' por defecto para el resto de vías, y una línea sencilla discontinua para representar los caminos. Por último, sólo queda pulsar en Aceptar.

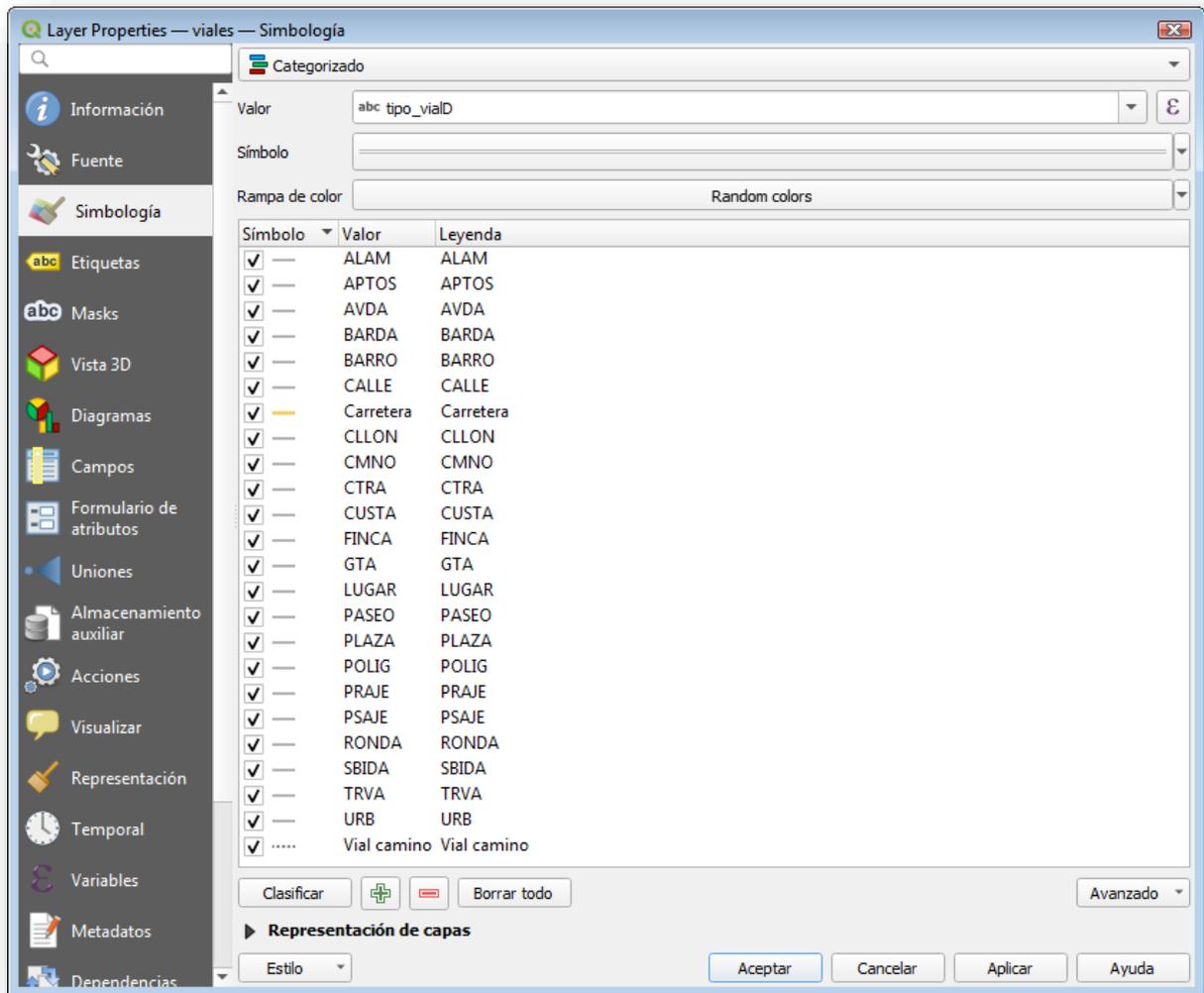


Imagen 26. Símbolos categorizados en QGIS.

11. IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS OGC EN GEOSERVER.

En esta parte del trabajo se va a acceder a *GeoServer* como administrador y se van a realizar las configuraciones principales y necesarias para el correcto funcionamiento y servicio del repositorio de cartografía web.

Iniciada sesión en *GeoServer*, en la página de principal y en su parte izquierda se pueden ver los diferentes módulos de los que se compone la aplicación que, de manera resumida, son los siguientes:

- *Servidor*: en esta área podremos seguir el estado del servidor si funciona correctamente o no, descargar logs de *GeoServer* para localizar posibles incidencias, información de contacto del gestor del servidor, etc.
- *Datos*: área en el que se podrá realizar desde una previsualización de las capas cargadas en *GeoServer*, a la creación de espacios de trabajo, almacenes de datos, capas y estilos de capa.
- *Servicios*: área de trabajo sobre los servicios del estándar OGC que va a servir *GeoServer*, es decir, WMTS, WCS, WFS, WMS y/o WPS.
- *Settings*: en esta área se podrá modificar la configuración global de *GeoServer*.
- Cacheado de teselas: área desde la cual se podrá configurar el manejo por parte de *GeoServer* de ciertos productos ráster de manera que, si son cuarteados y procesados en porciones más pequeñas, el comportamiento a la hora de manejar el producto y la fluidez y rapidez de acceso a la información será mayor.
- *Seguridad*: espacio en el que se podrán modificar ciertas configuraciones a cerca de las credenciales de acceso, protección de los datos almacenados, etc.



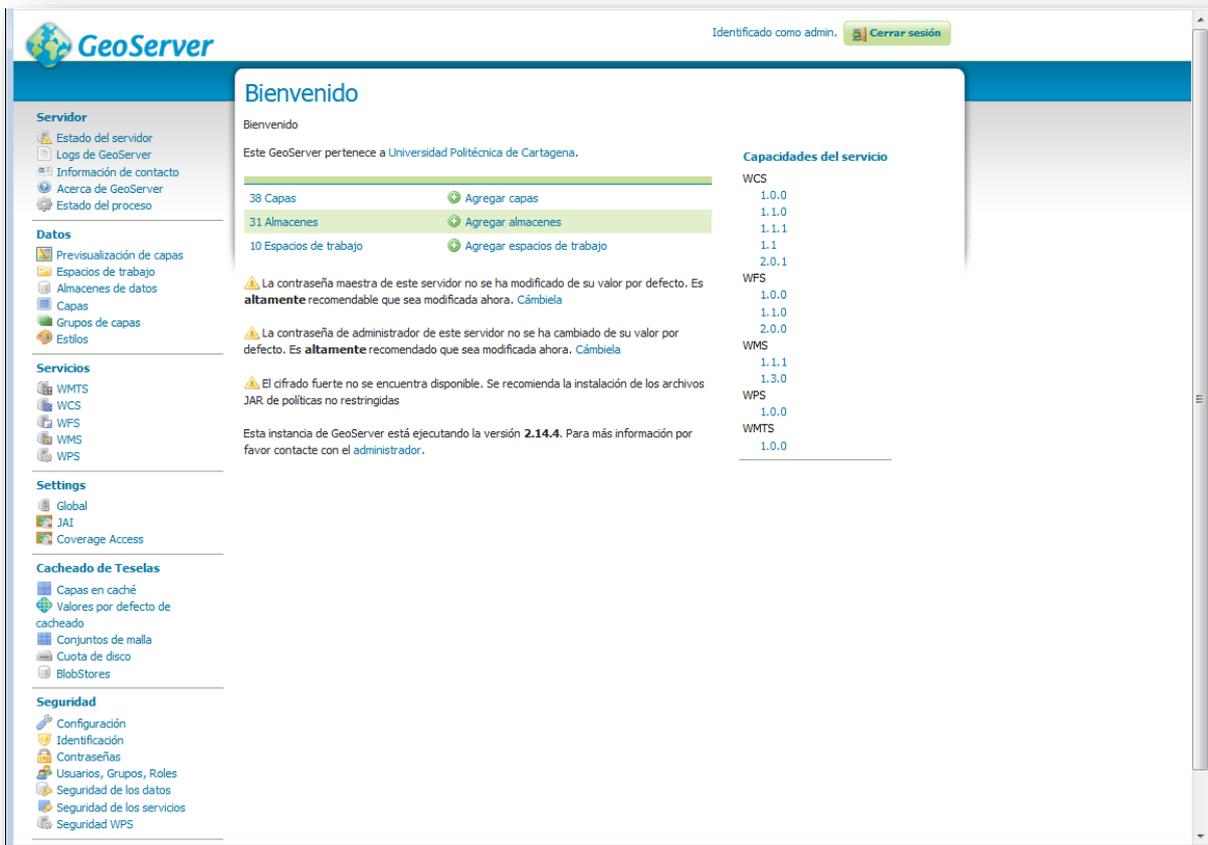


Imagen 27. Página de inicio en modo administrador en GeoServer.

11.1. Datos.

Se trata de uno de los espacios más importantes de *GeoServer* ya que es aquí donde se almacenarán y organizarán las conexiones y configuraciones de las distintas capas, grupos de capas y sus estilos de visualización asociados a ellas.



Imagen 28. Sección de Datos en GeoServer.



11.1.1. Espacio de trabajo.

Como su propio nombre indica será el espacio en el que se almacenen las capas y grupos de capas que participan en este trabajo. Para la creación y configuración de un nuevo espacio de trabajo habrá que pinchar en los siguientes links *Espacio de trabajo -> Nuevo espacio de trabajo ->* Escribimos un nombre del espacio y una URI o identificador de recursos. Para este trabajo se ha elegido el nombre 'jarlnctg' para el espacio de trabajo creado y la URI <http://www.upct.es/master/jarlnctg>.

Una vez creado el espacio, entraremos en el para editarlo y añadir algunos datos básicos como información de contacto, tipo de codificación de caracteres, servicios OGC ofrecidos, etc.

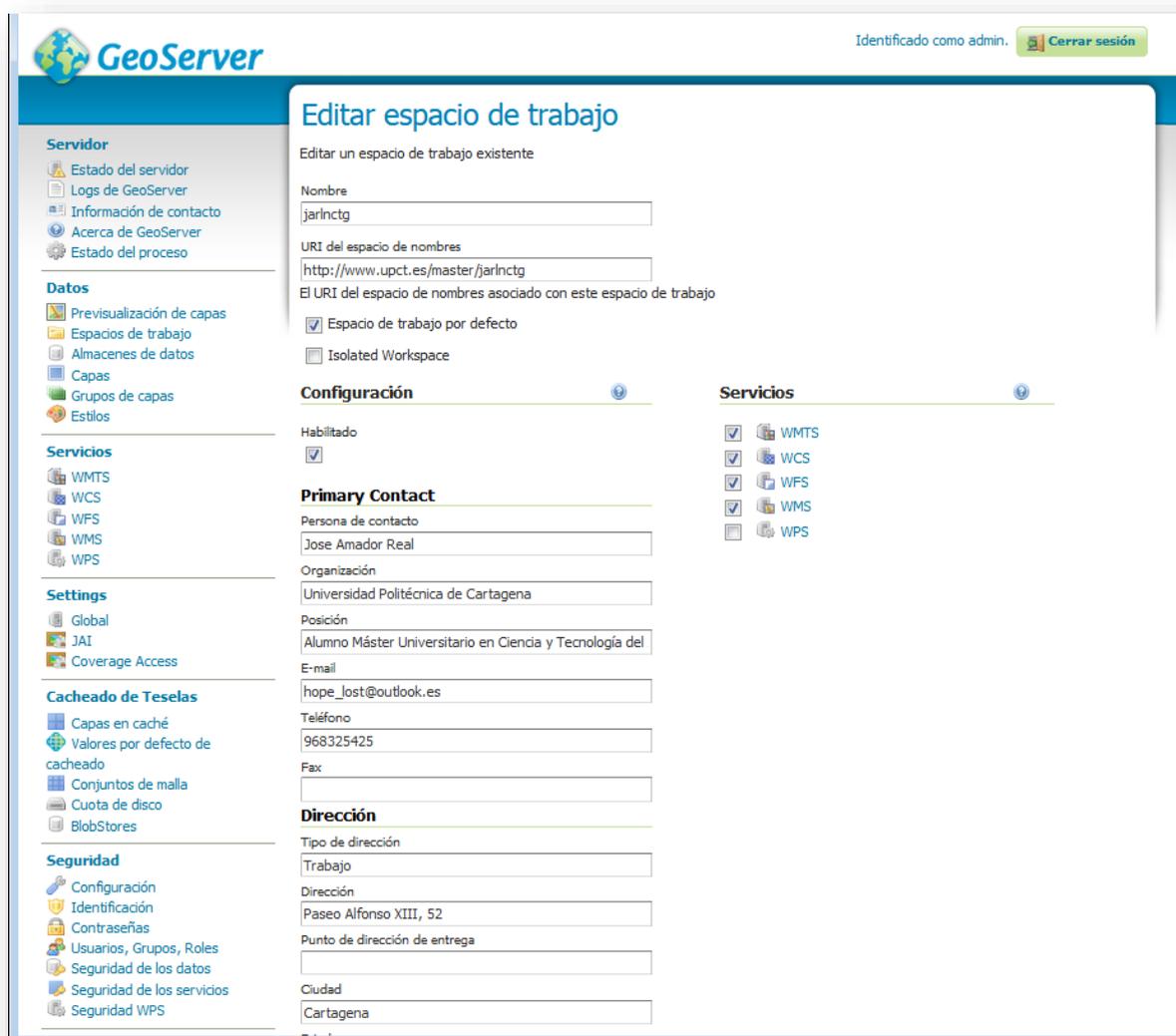


Imagen 29. Configuración de un nuevo espacio de trabajo en GeoServer.



11.1.2. Almacenes de datos.

Estos espacios sirven para configurar qué tipos de datos se van a mostrar a través de cada servicio. Estos pueden ser archivos vectoriales de tipo shapefile, bases de datos, archivos ráster, etc.

En este trabajo se ha creado un almacén de datos por cada una de las capas vectoriales y ráster de elaboración propia o descargadas desde otras fuentes. Así pues, para crear un nuevo almacén de datos hay que pinchar en los siguientes links *Almacenes de datos* -> *Nuevo almacén de datos* -> Seleccionar el origen de los datos según la naturaleza de la capa (ráster o vectorial) -> escribir un nombre para la capa y seleccionar el directorio donde previamente se ha almacenado esa capa elaborada o descargada desde una fuente externa. Seleccionar también un tipo de codificación de caracteres. Para todo el trabajo se ha elegido la codificación UTF-8. Finalmente, pinchamos en el botón de *Guardar*.

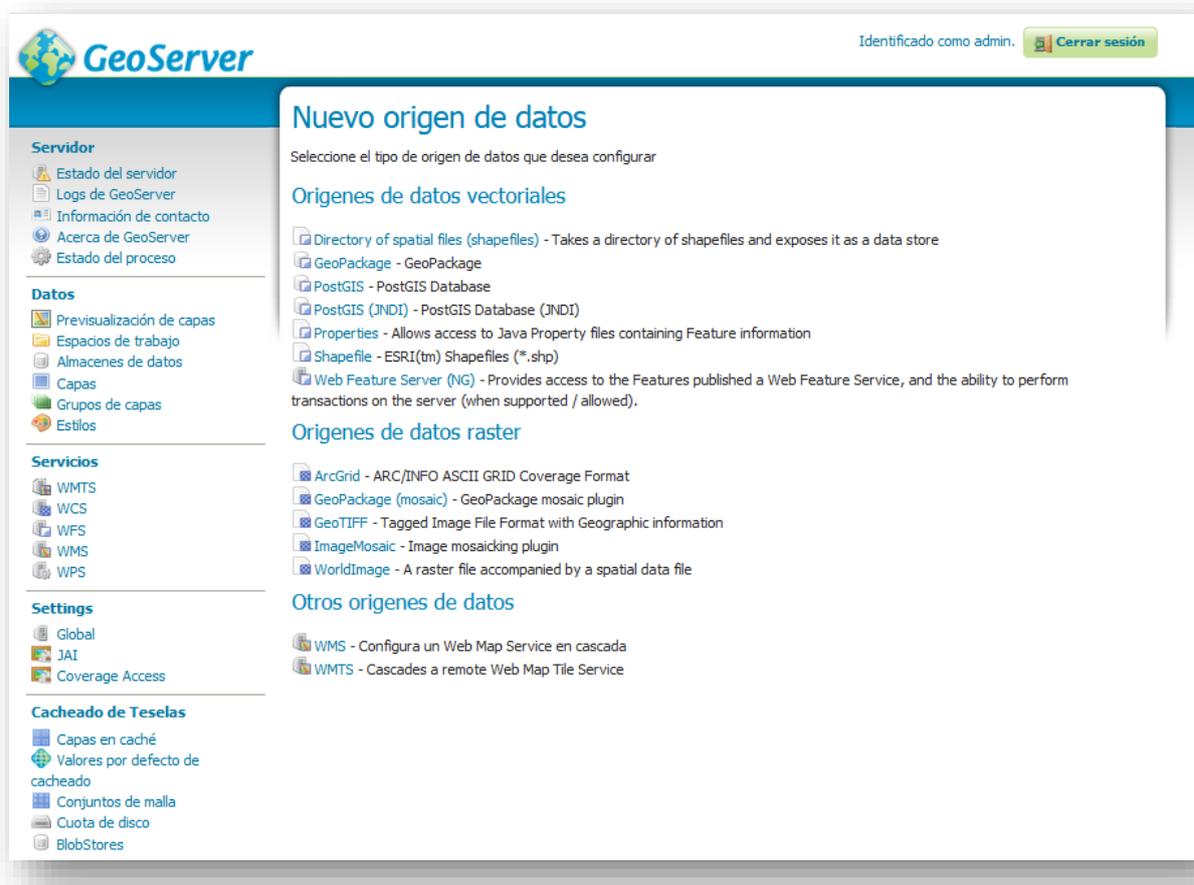


Imagen 30. Configuración de un nuevo almacén de datos en GeoServer.





69

Imagen 31. Configuración de un nuevo almacén de datos en GeoServer.

Los pasos explicados con anterioridad deberán ser repetidos para cada una de las capas vectoriales y ráster que queramos alojar y servir desde *GeoServer*.

11.1.3. Capas.

En este apartado se configurarán de manera más detallada la información de cada capa, ya sea vectorial o ráster, como su nombre, sistema de referencia nativo, extensión, metadatos, etc. Todo ello desde el link *Capa* -> *Agregar nuevo recurso* -> Seleccionar un almacén de datos asociado a la capa a crear – *Aceptar*.



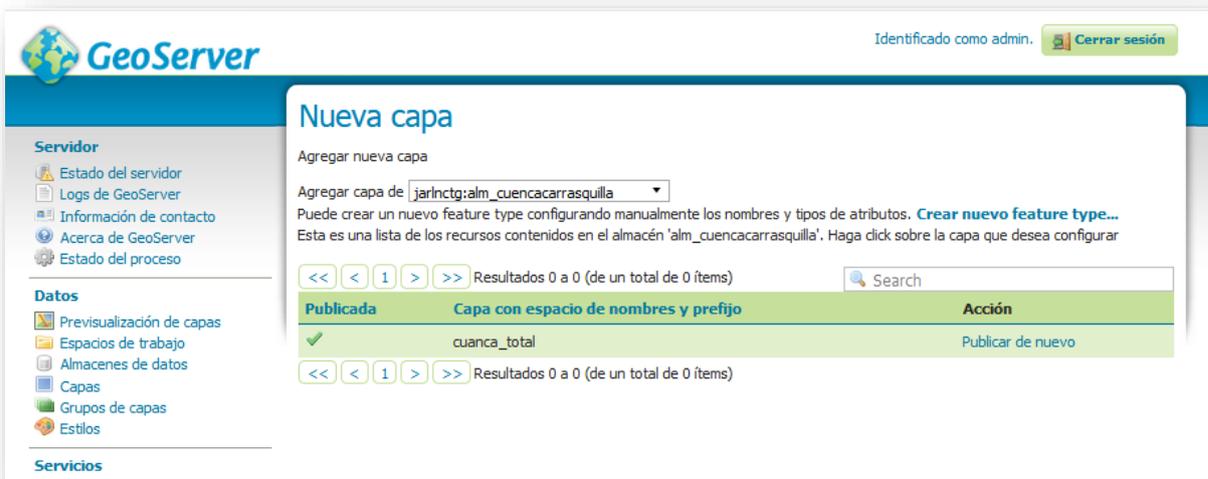


Imagen 32. Configuración de una nueva capa en GeoServer.

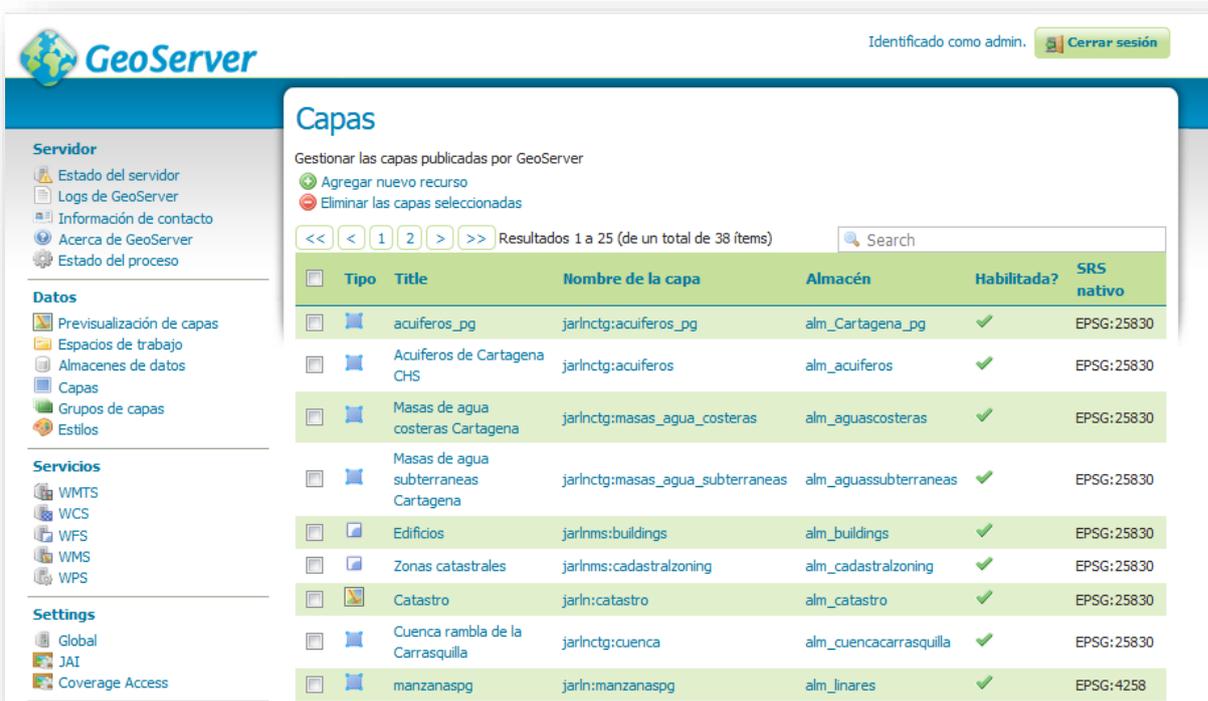


Imagen 33. Listado de capas creadas y almacenes de datos asociados en GeoServer.



Una vez creadas todas las capas y clicando en su nombre en el listado, iremos una por una completando la información de la que dispongamos y que queramos que aparezca como metadato en las futuras peticiones *GetCapabilities* que hagamos sobre ellas. La nueva ventana que se nos abre contiene las siguientes cuatro pestañas:

- *Datos*: espacio donde se configura el nombre de la capa, sistema de referencia, extensión, metadatos (palabras clave, título, resumen, etc.)
- *Publicación*: espacio en el que se configura la simbología que se aplica sobre los elementos de la capa vectorial, parámetros de interpolación en el caso de capas ráster, metadatos (atribución del servicio, datos de contacto, etc.).
- *Dimensiones*: espacio filtro en función de la hora o elevación de la capa a servir.
- *Cacheado de teselas*: espacio donde se configura el cacheado del WMS de manera que teselas que se han servido en una petición previa y se vuelven a pedir, se sirve sin ser renderizada de nuevo.

Comenzando la edición de la información de la capa por la primera de las pestañas, la de Datos, se cumplimenta la siguiente información:

- Nombre de la capa: acuíferos (por ejemplo).
- Marcar el checkbox *Habilitado* y *Anunciado*.
- Título de la capa. Acuíferos CHS (por ejemplo)
- Resumen acerca del contenido de la capa.
- Palabras clave. WMS, CHS, IDE, Agua, Hidrología, etc. (por ejemplo).
- Sistema de referencia: 25830.
- Encuadre nativo en coordenadas UTM.
- Encuadre en coordenadas geográficas.

Continuando con la edición de la información de la capa, en la segunda pestaña de *Publicación*, se cumplimenta la siguiente información:

- Marcar el checkbox *Interrogable*.
- Estilo de la capa: *GeoServer* establece uno por defecto pero podemos elegir uno de elaboración propia.
- Atribución de WMS: texto de atribución y vínculo.

Dentro de la pestaña de dimensiones no se realizará ninguna acción. En cambio, en la última, en cacheado de Teselas, se cumplimenta la siguiente información:

- Marcar el checkbox *Create a Cached Layer for this Layer*.
- Marcar el checkbox *Enable tile caching for this layer*.
- Marcar el checkbox *image/jpg*.
- Marcar el checkbox *image/png*.



The screenshot shows the GeoServer web interface. The top left features the GeoServer logo. A left-hand navigation menu is organized into sections: **Servidor** (Estado del servidor, Logs de GeoServer, Información de contacto, Acerca de GeoServer, Estado del proceso), **Datos** (Previsualización de capas, Espacios de trabajo, Almacenes de datos, Capas, Grupos de capas, Estilos), **Servicios** (WMTS, WCS, WFS, WMS, WPS), **Settings** (Global, JAI, Coverage Access), **Cacheado de Teselas** (Capas en caché, Valores por defecto de cacheado, Conjuntos de malla, Cuota de disco, BlobStores), and **Seguridad**.

The main content area is titled "Editar capa" and shows the configuration for the layer "jarlnctg:acuiferos". It includes tabs for "Datos", "Publicación", "Dimensiones", and "Cacheado de Teselas". The "Publicación" tab is active, displaying the following fields:

- Nombre:** acuiferos
- Habilitado
- Anunciado
- Título:** Acuiferos de Cartagena CHS
- Resumen:** Acuiferos de la zona de estudio en el TM de Cartagena. Recurso cartográfico de la CHS.
- Palabras clave:** A list of keywords including "features", "acuiferos", "CHS", "agua", and "subterránea". An "Eliminar seleccionados" button is present next to the list.
- Nueva palabra clave:** Two empty input fields for adding new keywords.

Imagen 34. Configuración de capa en GeoServer.





Imagen 35. Configuración de capa en GeoServer.

11.1.4. Estilos.

En un apartado anterior se crearon con software QGIS los estilos de simbolización de las diferentes capas vectoriales quedando definidos éstos en archivos SLD. Es en este espacio donde se va a aportar a GeoServer cada uno de los archivos SLD generados con anterioridad asociándolo a su capa vectorial correspondiente.

Para comenzar con el proceso, se ha de hacer clic sobre el link de Estilos y en la pestaña de Datos, cumplimentar los siguientes campos:

- Comprobar que el nombre de la capa y el espacio de trabajo son correctos.
- Seleccionar como formato de archivo SLD.



- En el botón examinar, indicar el directorio donde se encuentra el archivo SLD de estilo asociado a la capa en cuestión.
- Pulsar el botón de *Validar* para comprobar que el archivo SLD cargado no contiene errores.
- Comprobado lo anterior, pulsar en *Aplicar* y *Guardar*.

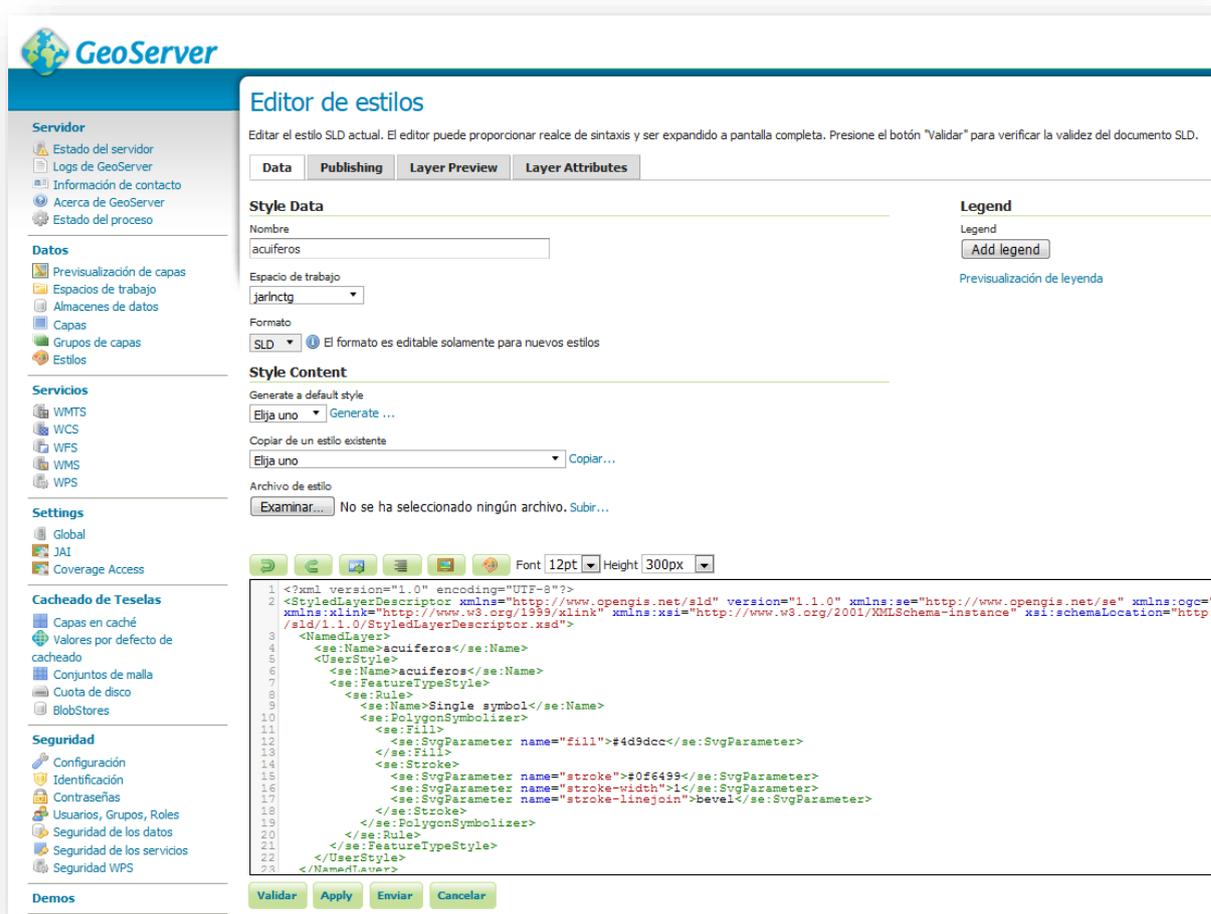


Imagen 36. Archivo SLD de estilo en Geoserver.

En la pestaña de *Layer preview* podemos visualizar si el estilo se ha aplicado correctamente.



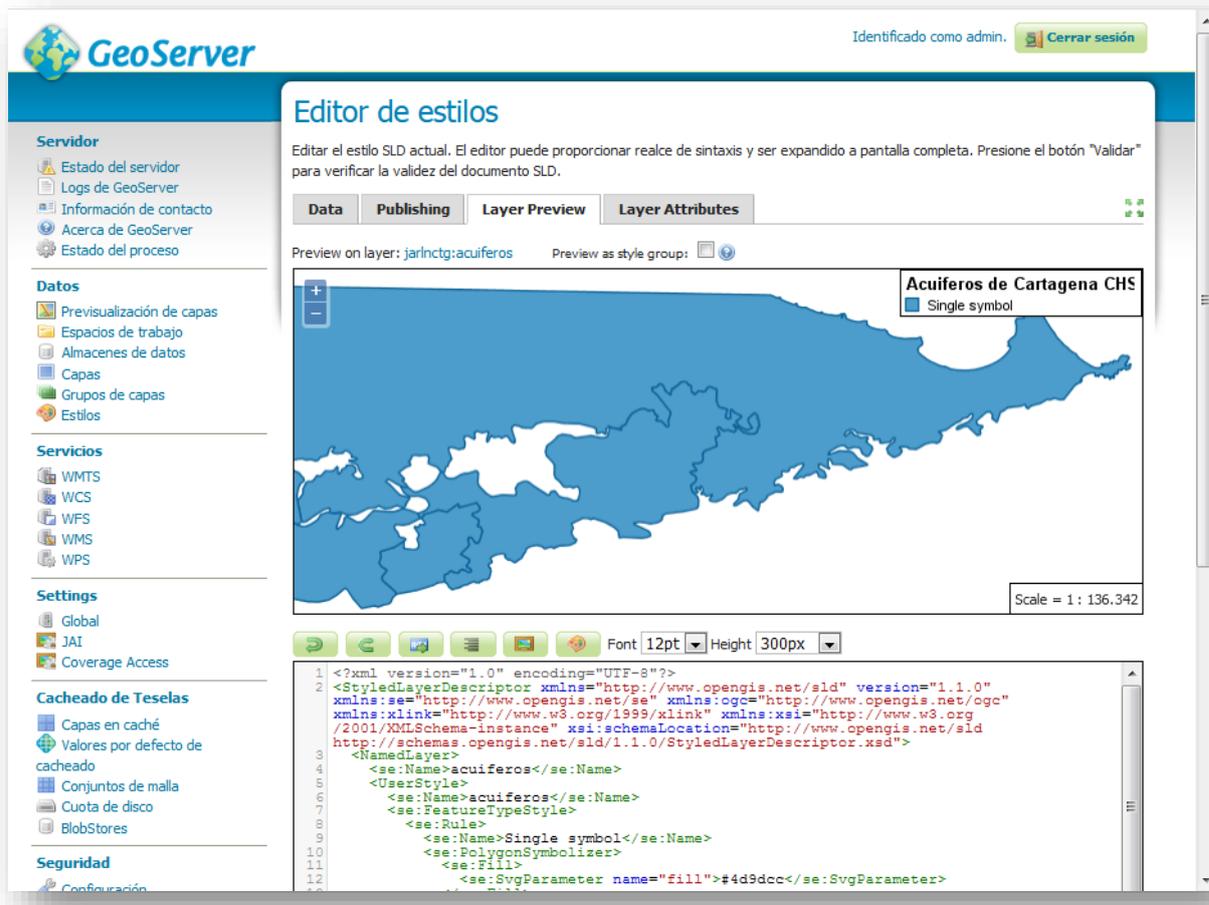


Imagen 37. Previsualización de estilo aplicado a una capa vectorial en Geoserver.

Los pasos anteriores se deberán de repetir con cada una de las capas vectoriales que hayamos alojado en *GeoServer*. Si no aplicásemos estilo alguno a la capa, *GeoServer* aplicaría uno propio por defecto.

A continuación, se muestran cuatro ejemplos de diferente simbología aplicada a la capa de 'Viales', siendo el primero de ellos el estilo que por defecto aplica *GeoServer*. Las imágenes se han obtenido como respuesta a sendas peticiones *GetMap* a nuestro servidor.



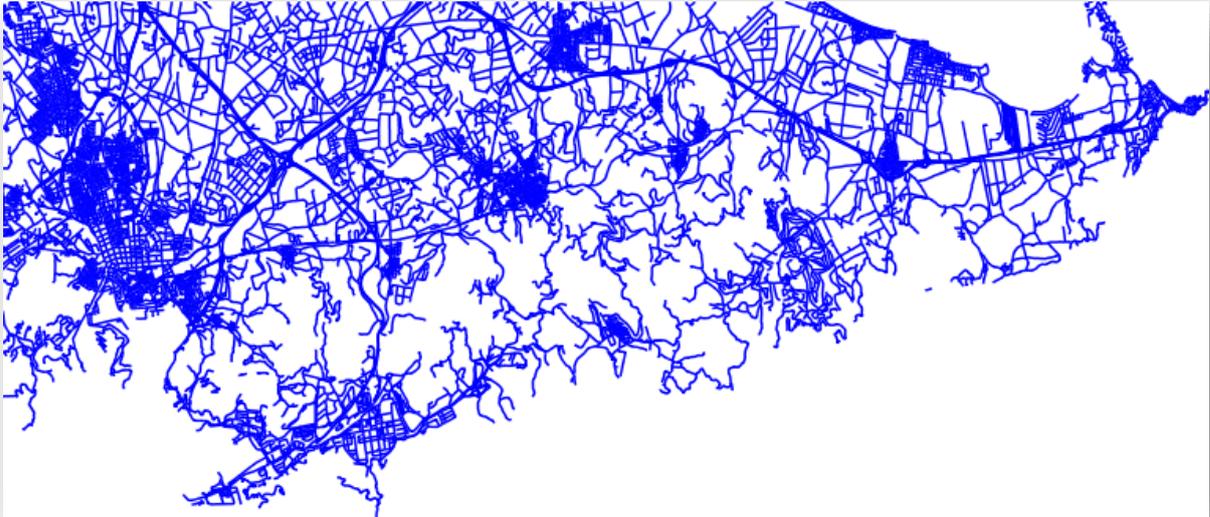


Imagen 38. Resultado de petición GetMap al servidor. Estilo por defecto de GeoServer..

<http://localhost:8080/GeoServer/jarInctg/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=jarInctg%3Aviales&bbox=674568.8542984508%2C4158583.969802824%2C703841.8700062202%2C4169763.3017547103&width=768&height=330&srs=EPSG%3A25830&format=image%2Fpng>

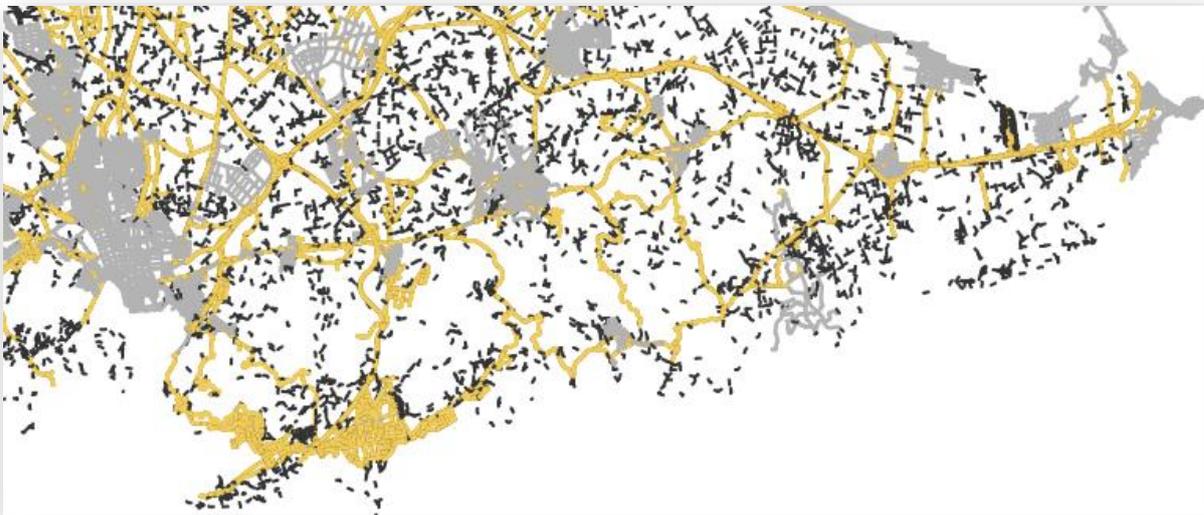


Imagen 39. Resultado de petición GetMap al servidor. Estilo A aplicado.

http://localhost:8080/GeoServer/jarInctg/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=jarInctg%3Aviales&bbox=674568.8542984508%2C4158583.969802824%2C703841.8700062202%2C4169763.3017547103&width=768&height=330&srs=EPSG%3A25830&format=image%2Fpng&styles=jarInctg:viales_2

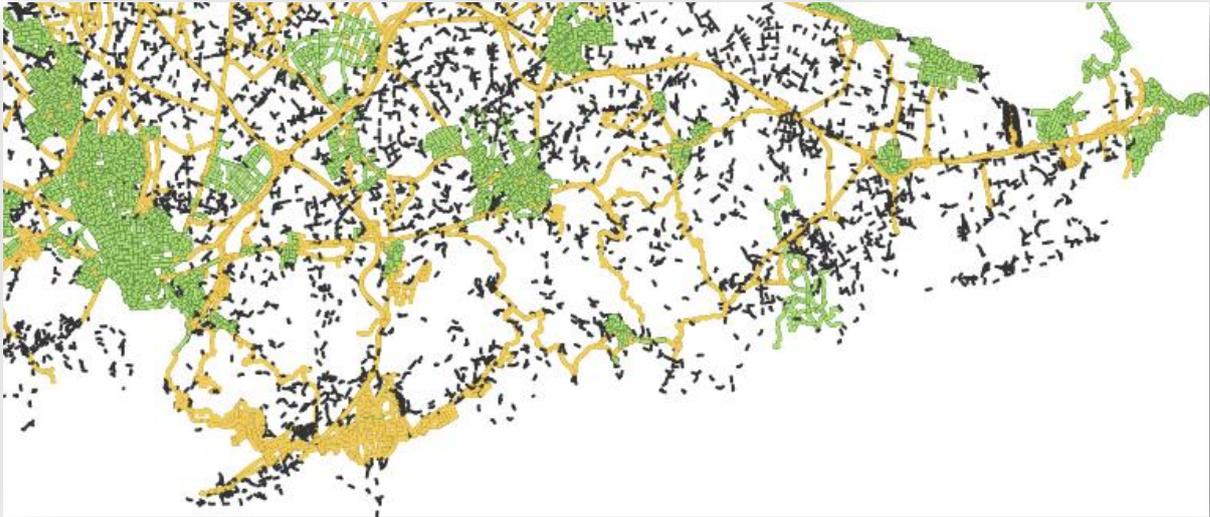


Imagen 40. Resultado de petición GetMap al servidor. Estilo B aplicado.

http://localhost:8080/GeoServer/jarInctg/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=jarInctg%3Aviales&bbox=674568.8542984508%2C4158583.969802824%2C703841.8700062202%2C4169763.3017547103&width=768&height=330&srs=EPSG%3A25830&format=image%2Fpng&styles=jarInctg:viales_

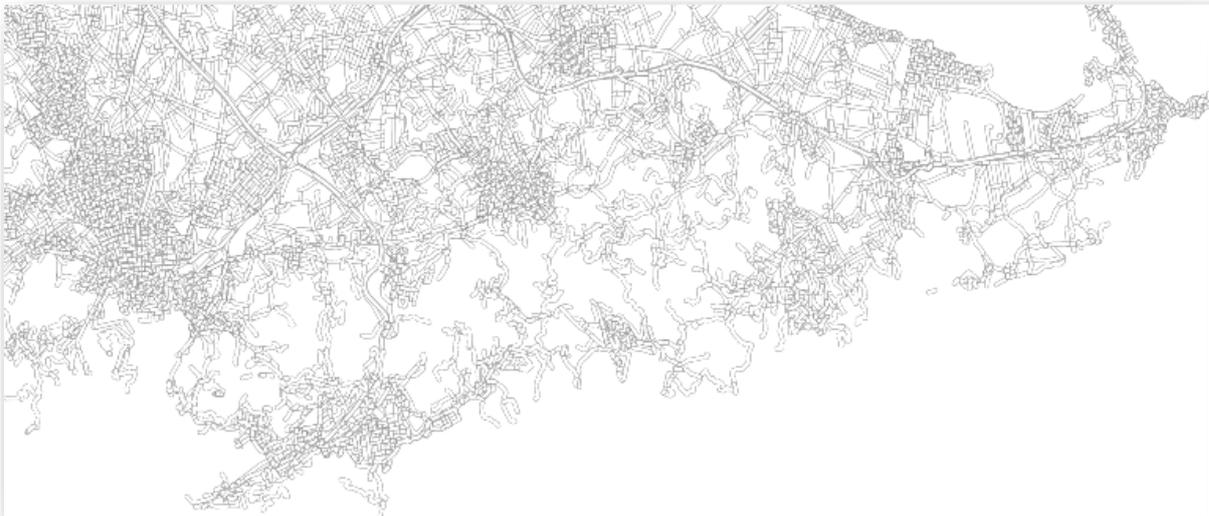


Imagen 41. Resultado de petición GetMap al servidor. Estilo C aplicado.

<http://localhost:8080/GeoServer/jarInctg/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=jarInctg%3Aviales&bbox=674568.8542984508%2C4158583.969802824%2C703841.8700062202%2C4169763.3017547103&width=768&height=330&srs=EPSG%3A25830&format=image%2Fpng&styles=jarInctg:viales>

11.2. Servicios.

En este espacio de GeoServer aparecen todos los servicios que pueden ser implementados. Hay que configurar aquellos que GeoServer vaya a servir en la IDE y cumplimentar algunos campos que constituyen los metadatos de cada servicio.



Imagen 42. Sección de Servicios en GeoServer.

Para el presente trabajo se van a configurar los servicios WMS y WFS. Pincharemos dentro de la sección de *Servicios* en el link que nos lleva a uno u otro espacio. En la nueva ventana que se nos abre, por ejemplo para el WMS, realizaremos las siguientes acciones:

78

- Seleccionar el espacio de trabajo '*jarInctg*'.
- Marcar el checkbox de '*Habilitado*'.
- Introducir el nombre del responsable de mantenimiento.
- Introducir la URL del recurso en línea.
- Introducir un título para el servicio en cuestión.
- Redactar un resumen a cerca del servicio ofrecido.
- Seleccionar la opción conveniente en los epígrafes '*Tasas*' y '*Restricciones de acceso*'.
- Introducir varias palabras clave relacionadas con el servicio.
- Indicar los sistemas de referencia EPSG que va a soportar el servicio. Si no se indica ninguno, GeoServer ofrece todos los disponibles por defecto.
- ...



Web Map Service

Gestionar la publicación de mapas

Espacio de trabajo

jarlnctg

Metadatos del servicio

Habilitar WMS
 Conformidad estricta con CITE

Responsable de mantenimiento

Recurso en línea

Título

Resumen

Servicio WMS del municipio de Cartagena. Incluye capas base como ortofotografía, Open Street Maps, capas de Cartocidad y capas temáticas del área de estudio.

Tasas

Restricciones de acceso

Palabras clave actuales

- WFS
- WMS
- GEOSEVER
- IDE Cartagena
- WCS
- WTMS

Nueva palabra clave

Vocabulario

Servidor

- Estado del servidor
- Logs de GeoServer
- Información de contacto
- Acerca de GeoServer
- Estado del proceso

Datos

- Previsualización de capas
- Espacios de trabajo
- Almacenes de datos
- Capas
- Grupos de capas
- Estilos

Servicios

- WMTS
- WCS
- WFS
- WMS
- WPS

Settings

- Global
- JAI
- Coverage Access

Cacheado de Teselas

- Capas en caché
- Valores por defecto de cacheado
- Conjuntos de malla
- Cuota de disco
- BlobStores

Seguridad

- Configuración
- Identificación
- Contraseñas

Imagen 42. Área de configuración del servicio WMS y sus metadatos en GeoServer.

Identificadores de la capa raíz

Por el momento no existen identificadores de capa

Lista de SRS limitada

25830, 3042, 32630, 23030, 4230, 4326, 4258, 3857

Output bounding box for every supported CRS

Projection handling options

Enable advanced projection handling

Enable continuous map wrapping

Opciones de renderizado raster

Interpolación por defecto

Vecino más próximo ▾

Opciones de KML

Modo por defecto del Reflector

refresh ▾

Método de Superoverlay por defecto

auto ▾

Generar placemarks vectoriales (KMATTR)

Generar placemarks raster (kmlplacemarks)

Umbral raster/vector (0-100, por defecto es 40)

40

Límites de consumo de recursos

Memoria máxima para renderizado (KB)

65536

Máximo tiempo de renderizado

60

Número máximo de errores de renderizado

1000

Max number of dimension values

100

Imagen 43. Área de configuración del servicio WMS y sus metadatos en GeoServer.

Una vez configurado el servicio, habrá que pulsar en el botón 'Enviar' para que los cambios introducidos sean almacenados.

Repetiremos los pasos anteriores y cumplimentaremos la información necesaria para el caso del Servicio de Fenómenos o WFS.



12. GEOPORTAL.

Antes de comenzar a crear la web de la IDE, deberemos crear un directorio nuevo que va a contener las carpetas y archivos necesarios para el funcionamiento del Geoportal. La carpeta se llamará *Geoportalctg* y estará dentro del directorio

`C:\ms4w\Apache\htdocs\Geoportalctg`

Las carpetas y archivos necesarios para nuestro Geoportal son:

- *Carpeta css*. Contendrá los archivos de estilos .css de la web (colores, tipografía, sombreados, ...).
- *Carpeta fonts*. Contendrá fuentes tipográficas más apropiadas para entornos web que las definidas por defecto.
- *Carpeta imgs*. Contendrá las imágenes que se muestran en el Geoportal como logos, escudos oficiales, banners, fondos, etc.
- *Carpeta js*: Contendrá los archivos .js JavaScript programados entre los que está el visualizador de OpenLayers.
- *Carpeta ol*: contiene el paquete de archivos de la librería de OpenLayers.
- Archivo *index.html*: es la página principal del Geoportal.
- Archivo *visualizador.html*: es una subpágina del Geoportal.
- Archivo *servicios.html*: es una subpágina del Geoportal.



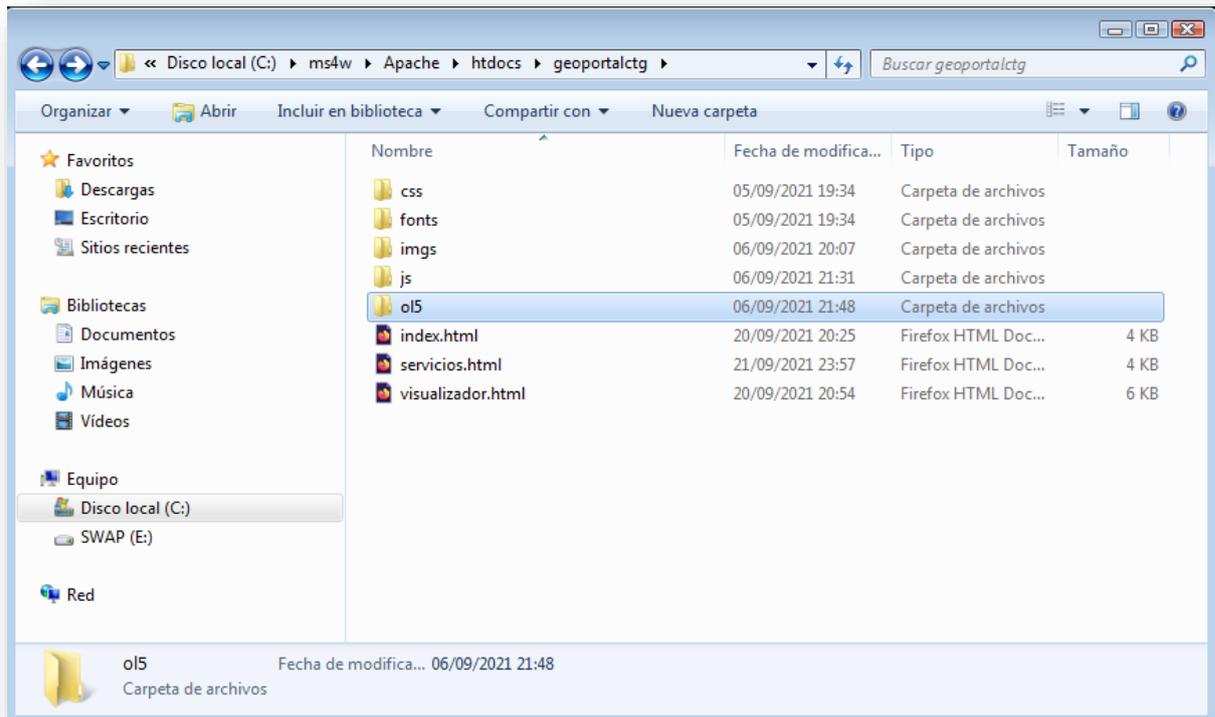


Imagen 44. Directorio del Geoportal y archivos necesarios.

Acto seguido, se realizarán las siguientes tareas:

- Descarga de las imágenes y logos que vamos a usar en el Geoportal. Éstas pueden ser localizadas de manera sencilla en Google.
- Descarga de una fuente tipográfica gratuita y adecuada para páginas web, en concreto la fuente *PTS55F*.
- Descargará del paquete de archivos de la librería de OpenLayers desde el sitio web oficial www.openlayers.org.
- Descarga del archivo `normalize.css` desde la web <https://necolas.github.io/normalize.css/>. Este archivo css es necesario porque cada navegador tiene una forma distinta de interpretar los archivos de estilos. Con este archivo se estandariza la visualización del estilo programado para una página web independientemente del navegador empleado.
- Descargar el archivo `prefixfree.min.js` desde la web <https://projects.verou.me/prefixfree/>. Este archivo ayuda a resolver algunos problemas de interpretación de algunas propiedades relativas a estilos por parte de los navegadores web. Igual que en el caso anterior, este archivo estandariza esta interpretación. Estas propiedades pueden ser `padding`, `border-radius`, etc. Prefixfree lee el archivo de estilos css en tiempo de ejecución modificando la propiedad en función del navegador usado añadiendo las variantes adecuadas a la propiedad css para que el navegador la interprete y muestre correctamente.



12.1. Introducción a HTML5, CSS, JavaScript y OpenLayers.

12.1.1. HTML5.

HTML5 es la quinta versión de un lenguaje de marcado básico para estructurar documentos en una plataforma completa de desarrollo de aplicaciones. Es empleado sobre todo en la construcción de páginas web y su funcionamiento se fundamenta en una estructura y sintaxis basada en etiquetas en las que se almacena la información.



La estructura básica de una página web de forma gráfica puede ser la que se muestra en la imagen siguiente:

83



Imagen 45. Estructura básica de una página web. Fuente Vinkula.com.



El código de HTML del ejemplo de página web anterior es:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
  <head>
    <title>Título de la WEB</title>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="title" content="Título de la WEB">
    <meta name="description" content="Descripción de la WEB">
    <link href="http://dominio.com/hoja-de-estilos.css" rel="stylesheet"
type="text/css"/>
  </head>
  <body>
    <header>
      <h1>Título de la WEB</h1>
    </header>
    <nav>
      <a href="http://dominio.com/seccion2.html">IR SECCIÓN 2</a>
      <a href="http://dominio.com/seccion2.html">IR SECCIÓN 3</a>
    </nav>
    <section>
      <article>
        <h2>CONTENIDO PRINCIPAL</h2>
        <p>Este es el contenido principal de mi web</p>
        <div>
          <p>Aquí tenéis una imagen.</p>
          
        </div>
      </article>
    </section>
    <aside>
      <h3>Banner de publicidad</h3>
      <a href="http://dominio-externo.com">
         </a>
      <h3>Testimonios</h3>
      <p>Me gusta mucho esta página.</p>
    </aside>
    <footer>
      <h4>Avisos legales</h4>
      <a href="http://dominio.com/aviso-legal">Política de cookies</a>
      <h4>Redes sociales</h4>
      <a href="http://facebook.com/mi-pagina-de-facebook">Mi Facebook</a>
    </footer>
  </body>
</html>
```

84

De forma breve y resumida, las partes y significado del código HTML5 de una web sencilla como la anterior, son las siguientes:

- `<!DOCTYPE html>` La etiqueta doctype declara el tipo de documento, por lo que esta está señalando que este es un documento HTML.
- `<html></html>` Delimita el documento HTML.
- `<html lang="es"></html>` Indica el idioma de contenido del código.
- `<head></head>` El elemento head delimita la cabecera del documento, entre sus etiquetas contiene información como scripts, metadatos, estilos, ubicación de documentos de estilos, título de la página, etc.



- `<meta name="description" content="Descripción de la WEB">` Las meta etiquetas se utilizan para identificar propiedades del documento como por ejemplo el autor, el título y la descripción que mostrarán los buscadores, etc.
- `<meta charset="UTF-8">` Establece el tipo de codificación del documento.
- `<meta name="title" content="Título de la WEB">` Contiene el título que se mostrará en los buscadores.
- `<meta name="description" content="Descripción de la WEB">` Es el texto que se muestra bajo el título en los motores de búsqueda.
- `<link href="http://dominio.com/hoja-de-estilos.css" rel="stylesheet" type="text/css"/>` Esta etiqueta contiene un link a una hoja de estilos externa, la cual se utilizará en este documento.
- `<body></body>` La etiqueta body delimita el cuerpo del documento y contiene todo aquello que podremos ver en nuestro navegador. Imágenes, textos, enlaces, video, etc...
- `<header></header>` El contenido de esta etiqueta debe ser la cabecera de nuestra página donde se suele encontrar el título, el logotipo y poco más.
- `<nav></nav>` Esta etiqueta sirve para delimitar el menú de la página, donde colocaremos los enlaces internos para movernos entre nuestras diferentes secciones del sitio web.
- `IR SECCIÓN 2` Representa un enlace o hipervínculo.
- `<h1>Título de la WEB</h1><h2>CONTENIDO PRINCIPAL</h2><h3>Testimonios</h3><h4>Avisos legales</h4>` Estas etiquetas establecen los encabezados. Se organizan por niveles siendo H1 el más importante y H6 el menos importante.
- `<section></section>` La etiqueta section engloba una sección de texto, imágenes y otros elementos que guardan cierta relación entre ellos. Normalmente siempre le podremos poner un título o encabezado.
- `<article></article>` La etiqueta article se suele encontrar dentro de una etiqueta section y sirve para dividir y ordenar los contenidos en su interior.
- `<div></div>` Otra forma de dividir contenido para posteriormente aplicarle clases y modificar su estilo.
- `<p></p>` Entre las etiquetas P colocaremos un párrafo de texto.
- `` Esta etiqueta coloca una imagen en el documento mediante un enlace. Alt representa el texto alternativo, muy importante para que los buscadores puedan obtener información de la imagen. Src es URL donde se encuentra la imagen.
- `<aside></aside>` Contiene información no vital o que no está estrechamente relacionada con el contenido principal de la página como podrían ser banners de anuncios, citas o enlaces externos.
- `<footer></footer>` Aquí encontraríamos el código perteneciente al pie de página, donde se suelen colocar los enlaces a textos legales, el copyright, etc.

12.1.2. CSS.



CSS es un lenguaje de diseño gráfico para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado como por ejemplo HTML. Se trata de archivos de texto en los que se establecerán ciertas características de diseño como colores, tamaños de fuentes, sombreados, etc. a los elementos definidos en el documento principal de, por ejemplo, una página web.



12.1.3. JavaScript y OpenLayers.

JavaScript es el lenguaje de programación encargado de dotar de mayor interactividad y dinamismo a las páginas web. JavaScript no necesita de un compilador cuando se ejecuta en el navegador, el cual lee directamente el código sin necesidad de terceros. Hoy por hoy, se le reconoce como uno de los tres lenguajes nativos de la web junto a HTML (contenido y su estructura) y a CSS (diseño del contenido y su estructura).

86

Una de las principales características de JavaScript es su capacidad para crear efectos, animaciones y en nuestro caso y con la librería adecuada, mapas interactivos.

OpenLayers es una librería JavaScript Open Source que permite la visualización y publicación de manera fácil de mapas dinámicos e interactivos en páginas web.

OpenLayers se compone de principalmente de:

- Una librería JavaScript llamada *ol.js*.
- Un fichero de estilos llamado *ol.css*.
- Código JavaScript incrustado en un archivo html o en un archivo.js. En el caso de este trabajo será el archivo creado *visualizador.js*.



12.2. Programación web.

Para facilitar la tarea de programación de la página principal así como de las subpáginas del Geoportal, es conveniente hacer un esquema previo siguiendo y teniendo como referencia la estructura básica de una web y sus secciones como se ha visto con anterioridad.

La página principal del Geoportal tiene la apariencia y estructura que se muestra a continuación:



Imagen 46. Página principal del Geoportal de la IDE. Elaboración propia.

De la imagen anterior se pueden extraer de forma rápida las distintas secciones de las que se compone y los elementos que la forman, como la sección <header> con el título de la web, la sección <nav> que contiene cuatro pestañas, la sección <article> que contiene a su vez tres secciones <div>, etc.



Conocido el código básico de una web, etiquetas, función de cada una de ellas y la estructura de la página que queremos diseñar, pasamos a escribir el código de la página principal del Geoportal. Para ello se va a utilizar el programa gratuito Visual Studio, un entorno de desarrollo compatible con diversos lenguajes de programación como C++, Visual Basic, HTML, etc. Así pues, iniciamos el programa, abrimos un documento nuevo, lo grabamos como *index.html* y comenzamos a escribir el código de la página principal del Geoportal:

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>IDE Municipio de Cartagena</title>
  <link rel="stylesheet" href="css/normalize.css">
  <link rel="stylesheet" href="css/estilos.css">
  <script src="js/prefixfree.min.js"></script>
</head>
<body>
  <header>
    <section id="top_logos">
      <figure id="logo_cartagena">
        <!-- "Alt" es el texto alternativo que aparece en la página cuando el
        navegador no puede cargar la imagen-->
        
      </figure>
      <h1>
        IDE del Municipio de Cartagena en colaboración con la UPCT
      </h1>
      <figure id="logo_upct">
        
      </figure>
    </section>
    <nav>
      <ul>
        <li><a href="visualizador.html">Visualizador</a></li>
        <li><a href="http://localhost:8080/geonetwork/">Buscador</a></li>
        <li><a href="servicios.html">Servicios OGC</a></li>
        <li><a href="index.html">Inicio</a></li>
      </ul>
    </nav>
    <figure id="cabecera_cartagena">
      
    </figure>
  </header>
  <section id="componentesIDE">
    <section class="componente">
      <a href="http://localhost:8080/geonetwork">
        
      </a>
      <p>
        Acceso al buscador de metadatos de datos y servicios de la IDE de
        Cartagena
      </p>
    </section>
    <section class="componente">
      <a href="servicios.html">
        
      </a>
      <p>
        URLs de acceso a los servicios cartográficos interoperables (WMS,
        WFS, CSW) que ofrece en internet la IDE de Cartagena.
      </p>
    </section>
    <section class="componente">
      <a href="visualizador.html">
        
      </a>
      <p>

```



Visualizador de información geográfica interoperable. Permite visualizar y superponer cartografía, ortoimágenes del municipio de Cartagena.

```

    </p>
  </section>
</section>
<footer>
  <section id="creditospie">
    <p>(c) 2021 Trabajo Fin de Máster Universitario en Ciencia y
      Tecnología
      del Agua y el Terreno. Universidad Politécnica de Cartagena.</p>
    <p>Alumno: Jose Amador Real López-Navarro</p>
  </section>
  <section id="logospie">
    <a href="http://www.opengeospatial.org/"></a>
    <a href="http://www.idee.es/"></a>
    <a href="http://www.inspire.jrc.ec.europa.eu/"></a>
  </section>
</footer>
</body>
</html>

```

Del código anterior cabe destacar las secciones más importantes del Geoportal que son:

- La referencia a los archivos de normalización o estandarización de algunos procesos y estilos dependiendo del navegador que procese la página web. Éstos se llaman *normalize.css*, *prefixfree.min.js* y el archivo de *estilos.css* que se va a crear a continuación y que están referenciados en las líneas de la 6 a la 8.
- Las cuatro cajas definidas en la sección `<nav>` entre las líneas 27 y 33, donde cada caja almacena un enlace web a las páginas secundarias o subpáginas como la que contiene el visor o la que contiene los enlaces de las peticiones GetCapabilities de los servicios WMS, WFS y CSW.
- Sección `<section>` entre las líneas 38 y 65 en la que se encuentran los mismos enlaces comentados en el párrafo anterior pero además un icono o banner y un breve texto explicativo de a dónde se redirigirá al usuario tras pinchar en uno de los tres iconos propuestos.



Imagen 47. Iconos de enlace a las subpáginas del Geoportal de la IDE. Elaboración propia.

El siguiente paso será crear el archivo de estilos del Geoportal. Para ello, crearemos en Visual Studio un nuevo documento de estilos que grabaremos como *estilos.css*. y cullo código es el siguiente:

```
@font-face {
  font-family: 'pt_sansregular';
  src: url('../fonts/PTS55F-webfont.eot');
  src: url('../fonts/PTS55F-webfont.eot?#iefix') format('embedded-opentype'),
    url('../fonts/PTS55F-webfont.woff2') format('woff2'),
    url('../fonts/PTS55F-webfont.woff') format('woff'),
    url('../fonts/PTS55F-webfont.ttf') format('truetype'),
    url('../fonts/PTS55F-webfont.svg#pt_sansregular') format('svg');
  font-weight: normal;
  font-style: normal;
}

body {
  background-color: whitesmoke;
  box-shadow: 0px 5px 5px grey;
  font-family: "pt_sansregular";
  font-size: 16px;

  margin: 0 auto;
  width: 90%;
}

footer {
  background-color: white;
  box-shadow: 0px 5px 5px grey;
  height: 3em;
  padding: 2em 0.5em;
}

header {
  background-color: white;
  box-shadow: 0px 5px 5px grey;
}

nav {
  text-align: center;
  background-color: white;
}

nav ul {
  list-style: none;
}

nav ul li {
  background-color: orange;
  border-radius: 0.25em;
  box-shadow: 2px 2px 2px 0px grey;
  display: inline-block;
  margin-right: 1em;
  padding: 0.5em 0.75em;
}

nav ul li a {
  text-decoration: none;
  color: bisque;
}

#cabecera_cartagena {
  margin: 0;
  padding: 1em 1em;
}
```



```
}

#cabecera_cartagena img {
  border-radius: 0.5em;
  box-shadow: 2px 2px 2px grey;
  height: 20em;
  width: 100%;
}

#componentesIDE {
  background-color: white;
  box-shadow: 0px 10px 0px grey;
  text-align: center;
}

#creditospie {
  display: inline-block;
}

#creditospie p {
  color: grey;
  font-size: 0.75em;
  margin: 0;
}

#leyenda {
  height: 7.5em;
}

#logospie {
  display: inline-block;
  float: right;
}

#logospie img {
  vertical-align: middle;
  width: 3em;
}

#logoupct {
  float: right;
}

#servicios {
  width: 95%;
  height: 15em;
}

#top_logos {
  background-image:url('../imgs/fondoCabecera.gif');
  padding: 0.5em;
}

#top_logos figure {
  display: inline-block;
  margin: 0px;
}

#top_logos figure img {
  height: 6em;
}

#top_logos h1 {
  display: inline-block;
  margin-left: 1em;
  vertical-align: top;
}

.componente {
  border: 2px solid rgb(255, 255, 255);
  display: inline-block;
  height: 15em;
  margin-left: 0.5em;
  text-align: center;
  vertical-align: top;
  width: 30%;
}
```



```

.componente a {
  display: inline-block;
  margin-top: 1em;
}

.componente img {
  width: 5em;
}

.componente p {
  font-size: 0.8em;
  padding: 0 0.5em;
  text-align: justify;
}

.leyendaitem {
  display: inline-block;
  float: left;
  width: 100px;
}

.leyendaitem p {
  margin-top: 0.5em;
  margin-bottom: 0.25em;
}

.visualizador {
  border: 20px solid white;
  height: 500px;
}

```

En el documento de estilos se ha definido una apariencia determinada para cada elemento declarado en el código de la página web. Por ejemplo, entre las líneas 11 y 18 se define el estilo del cuerpo de la página principal del Geoportal el cual tiene un color #DDD, una fuente tipográfica *sansregular*, con un tamaño de fuente de 16 px, sin márgenes y con una anchura del 90%.



Imagen 48. Página principal del Geoportal de la IDE. Elaboración propia.



Otros elementos a los que se les ha aplicado una apariencia concreta son las pestañas o cajas de la sección `<nav>` (*Visualizador, Buscador, Servicios OGC e Inicio*). Éstas cuentan con un color de relleno naranja, las esquinas redondeadas un valor 0.25 del mayor tamaño empleado para un elemento de la página, un sombreado en los bordes de anchura 2 px en el margen inferior y derecho de cada caja, una disposición alineada y con un espacio entre ellas de 1 em y un margen superior e inferior y lateral del texto que contienen de 0.5 em y de 0.75 em.



Imagen 49. Sección `<nav>` del Geoportal de la IDE. Elaboración propia.

El archivo de estilos creado servirá de la misma manera para las páginas que quedan por crear, *servicios.html* y *visualizador.html*.

De nuevo volvemos a Visual Studio, creamos un archivo nuevo y lo grabamos como *servicios.html*. El código de esta nueva página es el siguiente:

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>IDE Municipio de Cartagena</title>
  <link rel="stylesheet" href="css/normalize.css">
  <link rel="stylesheet" href="css/estilos.css">
  <script src="js/prefixfree.min.js"></script>
</head>
<body>
  <header>
    <section id="top_logos">
      <figure id="logo_cartagena">
        <!-- "Alt" es el texto alternativo que aparece en la página
        cuando el navegador no puede cargar la imagen-->
        
      </figure>
      <h1>
        IDE del Municipio de Cartagena en colaboración con la UPCT
      </h1>
      <figure id="logo_upct">
        
      </figure>
    </section>
    <nav>
      <ul>
        <li><a href="visualizador.html">Visualizador</a></li>

```



```

        <li><a
href="http://localhost:8080/geonetwork/">Buscador</a></li>
        <li><a href="servicios.html">Servicios OGC</a></li>
        <li><a href="index.html">Inicio</a></li>
    </ul>
</nav>
<figure id="cabecera_cartagena">
    
</figure>
</header>
<section id="componentesIDE">
    <section class="componente" id="servicios">
        <a href="servicios.html">
            
        </a>
<p>
        Servidor WMS:
        http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms (
        <a
href="http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms?service=WMS&re
quest=GetCapabilities&Version=1.3.0">
            Enlace a la petición GetCapabilities</a>
        </p>
<p>
        Servidor WFS:
        http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wfs (
        <a
href="http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wfs?service=WFS&re
quest=GetCapabilities&Version=1.3.0">
            Enlace a la petición GetCapabilities</a>
        </p>
<p>
        Servidor CWS:
        http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/csw (
        <a
href="http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wcs?service=WCS&re
quest=GetCapabilities&Version=1.3.0">
            Enlace a la petición GetCapabilities</a>
        </p>
    </section>
</section>
<footer>
    <section id="creditospie">
        <p>(c) 2021 Trabajo Fin de Máster Universitario en Ciencia
y Tecnología
del Agua y el Terreno. Universidad Politécnica de
Cartagena.</p>
        <p>Alumno: Jose Amador Real López-Navarro</p>
    </section>
    <section id="logospie">
        <a href="http://www.opengeospatial.org/"></a>
        <a href="http://www.ideo.es/"></a>
        <a href="http://www.inspire.jrc.ec.europa.eu/"></a>
    </section>
</footer>
</body>
</html>

```

Del código anterior de la página servicios.html cabe destacar la sección `<section>` definida entre las líneas 38 y 68, donde se definen los enlaces web a Geoserver mediante los cuales se realizan peticiones *GetCapabilities* de los servicios ofrecidos en la IDE y el Geoportal, el WMS, el WFS y el CSW.





Servidor WMS: <http://localhost:8080/geoserver/jarInctg/wms> ([Enlace a la petición GetCapabilities](#))

Servidor WFS: <http://localhost:8080/geoserver/jarInctg/wfs> ([Enlace a la petición GetCapabilities](#))

Servidor CWS: <http://localhost:8080/geoserver/jarInctg/csw> ([Enlace a la petición GetCapabilities](#))

Imagen 50. Enlaces web de las peticiones GetCapabilities a los distintos servicios de la IDE. Elaboración propia.

Por último, quedaría escribir el código de la página *visualizador.html*, pero antes se va a programar el visualizador de OpenLayers que contendrá todas las capas vectoriales creadas y descargadas, así como enlaces a capas de cartografía base ofrecidas por servidores externos como las imágenes ráster del PNOA, mapa topográfico, Open Street Map (OSM), etc.

De igual modo que hemos hecho con los documentos creados con anterioridad, abrimos un documento nuevo que guardaremos con el nombre de *visualizador.js*.

El código JavaScript del visor de cartografía que más tarde incrustaremos en el Geoportal tiene la siguiente estructura y elementos:

```
var vista=new ol.View({
  projection: "EPSG:4326",
  center: [-0.87,37.60],
  zoom: 12,
});

var map=new ol.Map({
  target:'map',
  view: vista,

  controls: ol.control.defaults().extend([
    new ol.control.MousePosition({coordinateFormat:
ol.coordinate.toStringHDMS,}),
    new ol.control.ScaleLine(),
    new ol.control.ZoomSlider(),
  ]),
});
```



```

//vista.fit([-8,40,0,45], map.getSize());

var wmsLayer = new ol.layer.Tile({
  type: 'base',
  title: 'PNOA',
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma',
    params: {LAYERS: 'OI.OrthoimageCoverage', FORMAT: 'image/png'},
    attributions: "<a href='https://cartosig.webs.upv.es'><img
src='logoejemplo.jpg'></a> Instituto Geográfico Nacional <a
href='https://www.ign.es'>IGN</a>",
  })
});

var wmsLayer2 = new ol.layer.Tile({
  type: 'base',
  title: 'IGN Base',
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://www.ign.es/wms-inspire/ign-base',
    params: {LAYERS: 'IGNBaseTodo', format: "image/png"},
  })
});

var osmLayer = new ol.layer.Tile ({
  type: 'base',
  title: 'OSM',
  source: new ol.source.OSM()
});

var vectorLayer = new ol.layer.Vector({
  type: 'base',
  title: 'Vacía',
});

var wmsLayer3 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Masa tierra continental',
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlntcg/wms',
    params: {LAYERS: 'masa_tierra', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer4 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Masas agua subterráneas',
  visible: false,
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlntcg/wms',
    params: {LAYERS: 'masas_agua_subterraneas', format:
"image/png"},
  })
});

var wmsLayer5 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Acuíferos',
  visible: false,
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlntcg/wms',
    params: {LAYERS: 'acuiferos', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer6 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Masas agua costeras',
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlntcg/wms',
    params: {LAYERS: 'masas_agua_costeras', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer7 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Cuenca hidrográfica rambla Carrasquilla',
  visible: false,
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlntcg/wms',
    params: {LAYERS: 'cuenca', format: "image/png"},
  })
});

```



```

});

var wmsLayer8 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Manzanas catastrales',
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms',
    params: {LAYERS: 'manzanas', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer9 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Caminos',
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms',
    params: {LAYERS: 'viales', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer10 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Vías de comunicación',
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms',
    params: {LAYERS: 'viales_etiquetas', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer11 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Red hidrográfica CHS',
  visible: false,
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms',
    params: {LAYERS: 'red_hidrografica', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer12 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Red hidrográfica de la rambla la Carrasquilla',
  visible: false,
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms',
    params: {LAYERS: 'red_hidro_carrasquilla', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer13 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Sondeos de la ciudad de Cartagena',
  visible: false,
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms',
    params: {LAYERS: 'sondeos_cartagena', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer14 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Sondeos IGME',
  visible: false,
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms',
    params: {LAYERS: 'sondeosIGME', format: "image/png"},
  })
});

var wmsLayer15 = new ol.layer.Tile({
  title: 'Topónimos',
  source: new ol.source.TileWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/jarlnctg/wms',
    params: {LAYERS: 'toponimos', format: "image/png"},
  })
});

var group1 =
  new ol.layer.Group({
    title: 'Capas base',
    layers: [vectorLayer, osmLayer, wmsLayer, wmsLayer2]
  });

```



```

var group2 =
    new ol.layer.Group ({
        title: 'Capas Overlay',
        layers:
        [wmsLayer3,wmsLayer4,wmsLayer5,wmsLayer6,wmsLayer7,wmsLayer8,wmsLayer9,wmsLayer
        10,wmsLayer11,wmsLayer12,wmsLayer13,wmsLayer14,wmsLayer15] ,

        });

map.addLayer(group1);
map.addLayer(group2);

var layerSwitcher = new ol.control.LayerSwitcher({tipLabel:'Layer'});
map.addControl(layerSwitcher);

```

Del código anterior conviene comentar algunas secciones:

- Entre las líneas 1 y 17 se define la vista general del mapa con su encuadre dado por coordenadas geográficas y la información que aparecerá inicialmente en el visor, como coordenadas geográficas en función de la posición del ratón, barra de escala y barra de zoom.
- Entre las líneas 21 y 51 se establece la llama a recursos externos de capas cartográficas base como las ortofotografías del PNOA, mapa topográfico nacional, Open Street Map (OSM), además de una capa 'vacía' que usaremos como capa de fondo de blanco que se ha creado a propósito y por temas de visualización. Estas capas dependiendo de su origen se han denominado 'wmsLayer' y 'wmsLayer2' para el caso del IGN, 'osmLayer' para el caso de OSM.
- Entre las líneas 53 y 162 se hace la llamada al recurso de cada capa vectorial creada, definiéndolas como variables de nombre 'wmsLayerX', dándoles el nombre con el que luego aparecerán en el selector de capas del visor. También se especifica el nombre de la capa en Geoserver así como el formato de archivo con el que se mostrará.
- Entre las líneas 165 y 177 se definen dos grupos de capas, por un lado, las capas vectoriales que estarán en un primer plano denominadas 'capas overlay', y un segundo grupo compuesto por las capas base.

Y finalmente, el código de la página *visualizador.html* que contendrá el visor cartográfico creado en OpenLayers, quedará de la siguiente forma:

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <title>IDE Municipio de Cartagena</title>
    <link rel="stylesheet" href="css/normalize.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/estilos.css">
    <script src="js/prefixfree.min.js"></script>
    <link rel="stylesheet" href="ol5/ol.css" type="text/css"/>
    <link rel="stylesheet" href="ol5/ol-layerswitcher.css" type="text/css"/>

```



```

<script src="ol5/ol.js"></script>
<script src="ol5/ol-layerswitcher.js"></script>
</head>
<body>
  <header>
    <section id="top_logos">
      <figure id="logo_cartagena">
        <!-- "Alt" es el texto alternativo que aparece en la página cuando el
navegador no puede cargar la imagen-->
        
      </figure>
      <h1>
        IDE del Municipio de Cartagena en colaboración con la UPCT
      </h1>
      <figure id="logo_upct">
        
      </figure>
    </section>
    <nav>
      <ul>
        <li><a href="visualizador.html">Visualizador</a></li>
        <li><a href="http://localhost:8080/geonetwork/">Buscador</a></li>
        <li><a href="servicios.html">Servicios OGC</a></li>
        <li><a href="index.html">Inicio</a></li>
      </ul>
    </nav>
    <figure id="cabecera_cartagena">
      
    </figure>
  </header>
  <section id="componentesIDE">
    <section id="map" class="visualizador"></section>

    <section id="leyenda">
      <div class="leyendaitem">
        <p>Sondeos IGME</p>
        
      </div>
      <div class="leyendaitem">
        <p>Sondeos Cartagena</p>
        
      </div>
      <div class="leyendaitem">
        <p>Vías de comunicación y caminos</p>
        
      </div>
      <div class="leyendaitem">
        <p>Red hidrográfica</p>
        
      </div>
      <div class="leyendaitem">
        <p>Manzanas</p>
        
      </div>
      <div class="leyendaitem">
        <p>Cuenca rambla la Carrasquilla</p>
        
      </div>
    </section>
  </section>

```



```

        <div class="leyendaitem">
            <p>Acuíferos</p>
            
        </div>
        <div class="leyendaitem">
            <p>Masas de agua subterráneas</p>
            
        </div>
        <div class="leyendaitem">
            <p>Masas de agua costeras</p>
            
        </div>
        <div class="leyendaitem">
            <p>Masa de tierra continental</p>
            
        </div>
    </section>
</section>

<footer>
    <section id="creditospie">
        <p>(c) 2021 Trabajo Fin de Máster Universitario en Ciencia y
Tecnología
del Agua y el Terreno. Universidad Politécnica de Cartagena.</p>
        <p>Alumno: Jose Amador Real López-Navarro</p>
    </section>
    <section id="logospie">
        <a href="http://www.opengeoespacial.org/"></a>
        <a href="http://www.idee.es/"></a>
        <a href="http://www.inspire.jrc.ec.europa.eu/"></a>
    </section>
</footer>

    <script src="js/visualizador.js"></script>
</body>
</html>

```

Del código anterior conviene comentar algunas secciones:

- Dentro de la sección `<section>` aparece cada capa vectorial con una petición WMS GetLegendGraphic de manera que cada imagen de cada leyenda acompañará al visor en su parte inferior.
- La antepenúltima línea del código quizás sea la más importante y es aquella en la que se hace la llamada a documento JavaScript creado llamado *visualizador.js*.



13. RESULTADOS.

Los resultados obtenidos a nivel gráfico o visual es el Geoportal en sí, a pesar de que haya otros trabajos o procesos subyacentes que en él no se vean. A continuación se muestran imágenes del aspecto final del Geoportal y de sus diferentes páginas así como el visualizador y su contenido.



Imagen 51. Página principal del Geoportal de la IDE. Elaboración propia.



Visualizador Buscador Servicios DGC Inicio



Sondeos IGME	Sondeos Cartagena	Vías de comunicación y caminos	Red hidrográfica	Manzanas	Cuenca rambalía Carrasquilla	Acuíferos	Masas de agua subterráneas	Masas de agua costeras	Masa de tierra continental
<ul style="list-style-type: none"> • Pozo • Pozo con sondeo ○ Galería ○ Manantial • Sondeo 	<ul style="list-style-type: none"> • Sondeo 	<ul style="list-style-type: none"> ALAM APTOS AVDA BARRO CALLE Cantera 							

(c) 2021 Trabajo Fin de Máster Universitario en Ciencia y Tecnología del Agua y el Terreno. Universidad Politécnica de Cartagena. Alumno: Jose Amador Real López-Navarro



Imagen 52. Visor cartográfico. Elaboración propia.

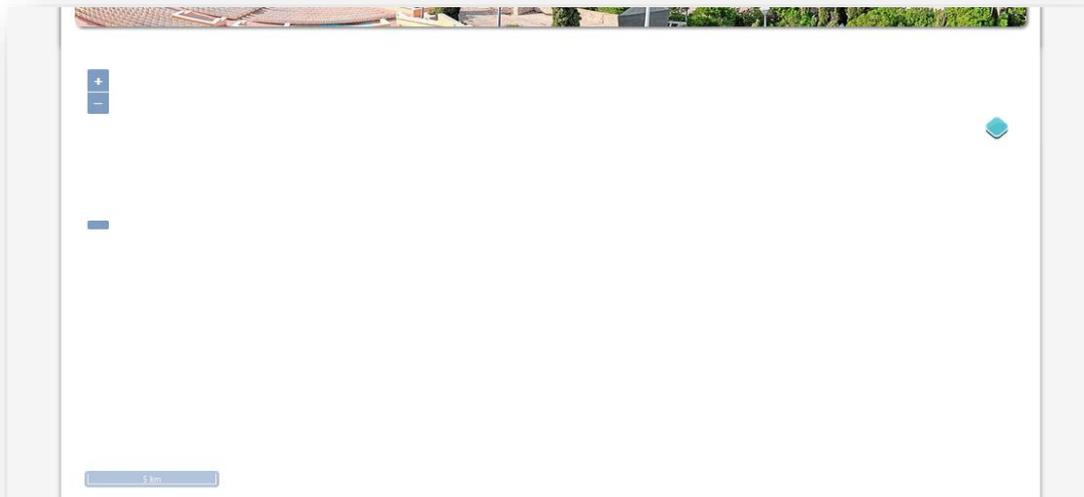
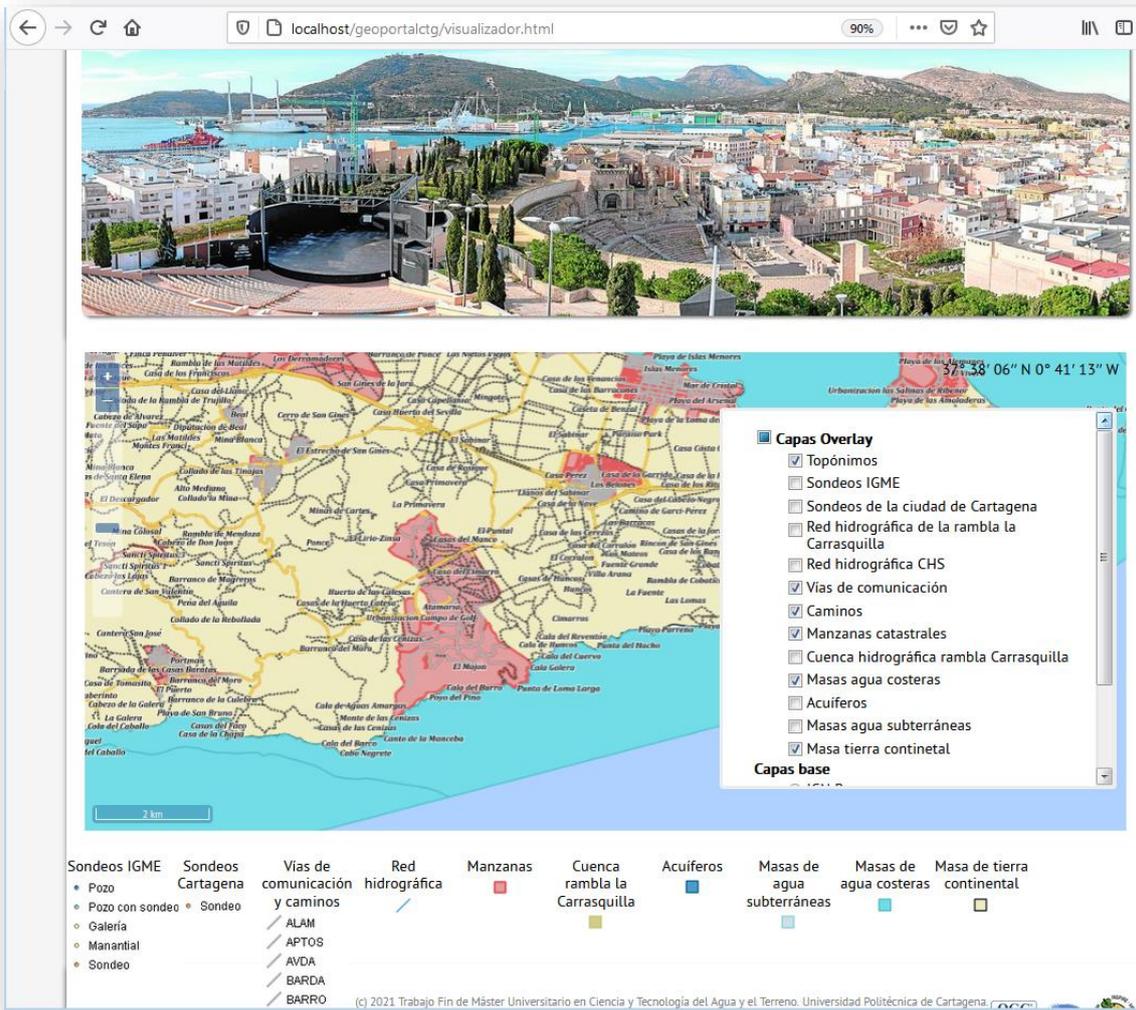


Imagen 53. Visor cartográfico OL con todas las capas inactivas. Elaboración propia.



103

Imagen 54. Visor cartográfico OL y selector de capas desplegable. Elaboración propia.



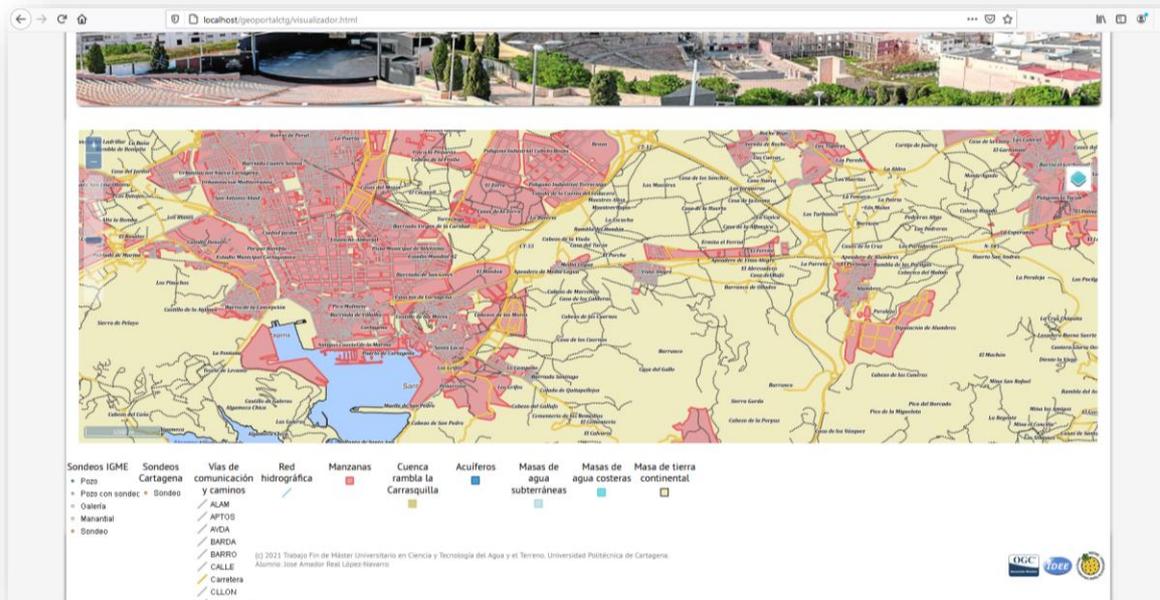


Imagen 55. Visor cartográfico OL. Elaboración propia.



Imagen 56. Página de los servicios OGC. Elaboración propia.



Ejemplo de petición GetMap.

<http://localhost:8080/geoserver/jarInctg/wms?service=wms&request=GetMap&version=1.3.0&crs=EPSG:25830&BBOX=674567,4157867,704625,4169765&width=1099&height=500&LAYERS=sondeosIGME,manzanas,viales&style=default&format=image/png>

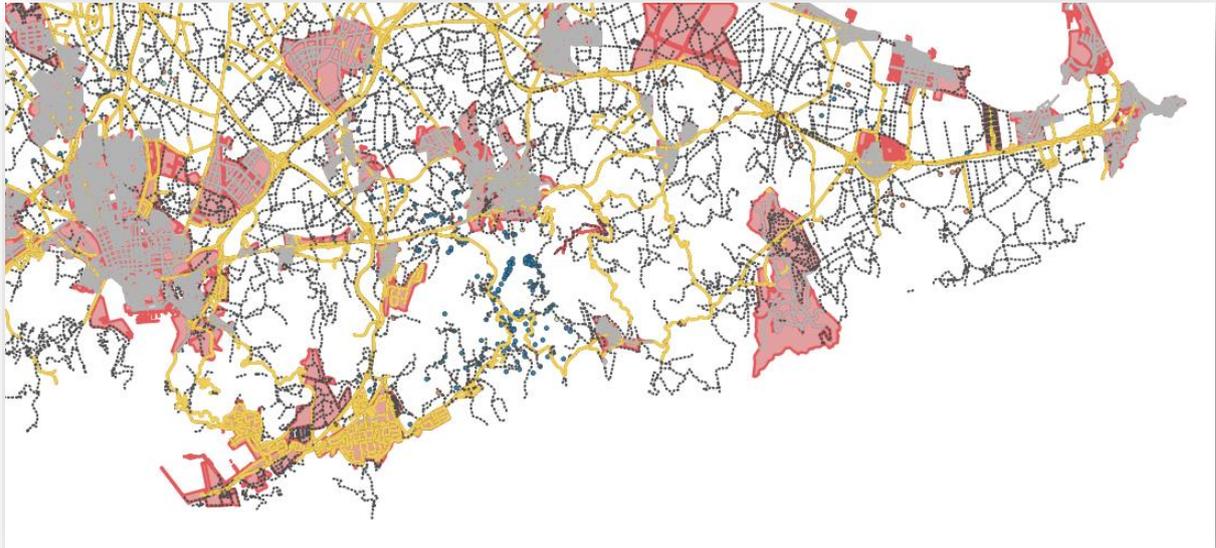


Imagen 57. Ejemplo de petición GetCapabilities al WMS implementado. Elaboración propia.

Ejemplo de petición GetLegendGraphic.

<http://localhost:8080/geoserver/jarInctg/wms?REQUEST=GetLegendGraphic&VERSION=1.0.0&FORMAT=image/png&WIDTH=200&HEIGHT=50&LAYER=sondeosIGME>



Imagen 58. Ejemplo de petición GetLegendGraphic al WMS implementado. Elaboración propia.

14. CONCLUSIONES.

A continuación se enumeran las conclusiones a las que he llegado tras la finalización del presente trabajo de creación de una Infraestructura de Datos Espaciales y un Geoportal asociado para la consulta, visualización y descarga de los datos geográficos producidos o importados de fuentes externas.

1. Con el presente trabajo se ha pretendido acercar la información geográfica y la tecnología SIG a través de una IDE y un Geoportal a todo aquel usuario interesado en ella, implementando los servicios WMS, WFS y CSW para varias capas cartográficas del Municipio de Cartagena.
2. Un Geoportal es la ventana a un usuario de todos los servicios que puede prestar una IDE, desde un visor de mapas, un catálogo de metadatos y servicio de descarga de cartografía.
3. Las posibilidades de representación de información geográfica y ámbitos o campos de aplicación es verdaderamente enorme. En el presente trabajo se han aportado las claves para iniciar proyectos similares o de mayor entidad y se ha mostrado el potencial que tiene una Infraestructura de Datos Espaciales y sus servicios prestados.
4. Un Geoportal facilita la publicidad y difusión de la información geográfica y espacial en general, así como resultados de toda investigación que se quiera plasmar, hecho clave en el desarrollo tecnológico y científico basado en compartir ideas e intercambiar información.
5. El empleo de herramientas Open Source o libres de código abierto facilita sobremanera la producción, implementación y difusión de la información geográfica con un coste mínimo, haciéndola más accesible principalmente a través de los servicios de visualización de mapas WMS.
6. Una IDE puede ser creada por usuarios particulares, centros educativos, empresas y organizaciones de manera sencilla.
7. Una IDE tiene sentido si es sometida a mantenimiento a lo largo del tiempo, tanto de sus servicios como de los productos cartográficos que se implementan y ofrecen para ser visualizados o descargados.



15. LÍNEAS FUTURAS.

Como proyecto futuro y continuando con la línea de la geomática y las nuevas tecnologías, me gustaría que el presente trabajo aportara las pinceladas suficientes para iniciar, o que fuera el inicio en sí, de un proyecto colaborativo en la Universidad Politécnica de Cartagena donde los departamentos interesados, bien en conjunto o de manera individual, crearan sus propias Infraestructuras de Datos Espaciales y Geoportales, donde publicar en forma de datos vectoriales, ráster y/o alfanuméricos los resultados de sus estudios y líneas de investigación.

Podría tratarse de un proyecto a nivel interno, ya digo, de un departamento, una escuela o de toda la universidad, público o privado, para el que sólo tuvieran acceso investigadores y docentes o también alumnos e incluso empresas externas.

El abanico de posibilidades y temáticas sobre la que elaborar una IDE y una serie de productos cartográficos es inmensa, y el beneficio de su implementación en la difusión del conocimiento, de información en general y de información geográfica en particular, supondría un hito no menor.

Otra de las líneas futuras, también relacionada con la geomática y la Universidad politécnica de Cartagena sería la creación de un *'Smart Campus'* como el que ya disponen varias universidades españolas como la Jaume I y la Universidad de Alicante.

Se trataría de un sistema de información geográfica de los campus universitarios de Cartagena (el cual podría ser publicado también en un portal web) y en el que estuvieran representadas todas las edificaciones, dotaciones, servicios y demás elementos que forman la universidad. Podrían representarse desde los edificios del campus con sus nombres, las aulas con información sobre su ubicación, código, capacidad, equipos audiovisuales disponibles, etc., hasta servicios como las instalaciones deportivas, zonas ajardinadas y fuentes, y elementos relacionados con las emergencias como hidrantes, emplazamiento de equipos desfibriladores, ... Sería una información pública y accesible desde cualquier dispositivo, ya fuese un ordenador de sobremesa o un smartphone.

Y para finalizar, y como ya he comentado con anterioridad, las posibilidades que en la actualidad nos ofrecen las nuevas tecnologías, los programas, otras herramientas y la capacidad de creación del ser humano, son cuanto menos inmensas.



16. RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS, WEB Y OTROS.

- Eloina Coll Aliaga; Jose Carlos Martinez Llario; Jorge Gaspar Sanz Salinas; Jesús Irigoyen Gaztelumendi. 2005. *Introducción a la publicación de cartografía en Internet*. Servicio de publicaciones UPV. 84-9705-728-7
- Iniesto, M^a José; Núñez, Amparo. *Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales*.
- Martínez Llario, José Carlos. 2015. *Introducción a las IDE y Marco Legal*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Martínez Llario, José Carlos. 2015. *Cientes IDE y Web Mapping I*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Martínez Llario, José Carlos. 2015. *Estudio e implementación del servicio de descarga (WFS)*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Martínez Llario, José Carlos. 2015. *Estudio e implementación del servicio de descubrimiento (CSW)*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Martínez Llario, José Carlos. 2015. *Metadatos de la Información Geográfica*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Olaya, Víctor. 2012. *Sistemas de Información Geográfica*.
- VVAA. Grupo de trabajo de la IDEE. *IDEE: Guía Técnica del Grupo de Trabajo de la IDEE sobre WMS Web Map Service*. Documento pdf.
- VVAA. *IDEE: Estándar de Interfaz Web Feature Service WFS*.
- Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LIGISE).
- NEM, Núcleo Español de Metadatos v.1.2. Madrid 2005-05-10 Consejo Superior Geográfico.
- Apuntes de la asignatura de Infraestructuras de Datos Espaciales del Grado en Ingeniería Geomática y Topografía de la Escuela Politécnica Superior de Ávila (Universidad de Salamanca).
- Apuntes de la asignatura de Infraestructuras de Datos Espaciales del Grado en Ingeniería Geomática y Topografía de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Wiki de la Fundación OSGeo https://wiki.osgeo.org/wiki/Main_Page
- Web de la Comisión Europea e INSPIRE <https://inspire.ec.europa.eu/>
- Web de la IDE de España <https://idee.es/>
- Web del Open Geospatial Consortium OGC <https://www.ogc.org/>
- Web oficial de GeoServer <http://geoserver.org/>
- Web oficial de GeoNetwork <https://geonetwork-opensource.org/>
- Web oficial de Maps Server <https://ms4w.com/>
- Página web <https://www.w3schools.com/> para el aprendizaje y práctica en entornos de programación.
- Página web oficial de JavaScript <https://www.javascript.com/>
- Web oficial de Prefixfree <https://projects.verou.me/prefixfree/>
- Web <https://neocolas.github.io/normalize.css/>
- Web www.vinkula.com

